



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**Modelo de administración del conocimiento para la innovación
relacionada con el desarrollo de software administrativo en una
macrouniversidad**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Doctor en Ciencias de la Administración

Presenta:
Israel Ortega Cuevas

Comité Tutor

Tutor principal:

Dr. José Pedro Rocha Reyes
Facultad de Contaduría y Administración

Dra. María de Lourdes Marquina Sánchez
Facultad de Contaduría y Administración

Dr. Alfonso Gómez Navarro
Facultad de Economía

Dra. María Emily Reiko Ito Sugiyama
Facultad de Psicología

Dr. Walter Lugo Ruiz Castañeda
Universidad Nacional de Colombia

Ciudad de México, marzo de 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mi padre, Armando, a mi madre Graciela, por inculcarme desde pequeño la aventura del conocimiento.

A mis hijos, universitarios y pumas de corazón, Israel Alejandro y Elida Aline, que este trabajo sea su inspiración y logren superar a su papá.

A mis hermanos Sergio, Armando[†], Edgar, Shelldon y Suyin, quienes siempre estuvieron presente en mis estudios.

A mis profesores, en todos los niveles, sin ellos no estaría este trabajo realizado.

A mi Alma Máter, la UNAM, siempre grande, siempre generosa.

Agradecimientos

Primero, quiero agradecer a mi cuádruple alma máter, la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme permitido ser alumno, trabajador, docente e incluso realizar investigación como la presente, quien también se ha portado siempre abierta al conocimiento, extensiva hacia la cultura y el deporte, excelente, no sólo hacia mi persona, sino también para mi familia, a través de sus alumnos, profesores, investigadores y trabajadores.

Quiero agradecer especialmente a mi director de tesis, el Dr. José Pedro Rocha Reyes por su guía, enseñanza, dirección, confianza, consejos, y críticas constructivas, acciones que fueron invaluable a lo largo del proceso de formación doctoral.

Agradezco a mi comité tutor por su apoyo incondicional, aportes y señalamientos para la mejora del presente trabajo:

A la Dra. María de Lourdes Maquina Sánchez, por su guía, sustento, y por compartir información y experiencias que me ayudaron a entender gran parte de la complejidad que envuelve a las macrouiversidades y sobre todo de la importancia la transferencia del conocimiento a la sociedad.

Al Dr. Alfonso Gómez Navarro, quien me hizo importantes señalamientos sobre la importancia de los recursos económicos en las macrouiversidades y lo sui géneris de nuestra alma máter, la UNAM. También por mantenerse al pendiente y cerca de mi persona durante su año sabático en España.

A la Dra. María Emily Reiko Ito Sugiyama, por su constante guía, apoyo, enseñanzas del comportamiento organizacional y principalmente, por mostrarme lo que debe ser una investigación doctoral y los valores éticos relacionados a la misma.

Al Dr. Walter Lugo Ruiz Castañeda, por sus valiosas enseñanzas sobre la innovación y quien me abrió las puertas de la Facultad de Minas y de las áreas que desarrollan software en la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), campus Medellín.

De igual modo, reconozco al personal de la Coordinación del Doctorado en Ciencias de la administración, por su apoyo constante y mantenerse continuamente al pendiente, especialmente al Coordinador del Programa de Doctorado, el Dr. José Alfredo Guzmán, quien siempre tuvo puertas abiertas y proporcionó invaluable observaciones

Para la obtención de la evidencia empírica que soporta la presente investigación, agradezco al Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez, Secretario Administrativo de la UNAM de 2013 a 2019, quien proporcionó todas las facilidades para entrevistar y adquirir información del personal que desarrolla sistemas para la administración universitaria.

Deseo manifestar mi gratitud por su apoyo al Mat. Facundo Ruíz Doncel, Director de Sistemas del año 2008 al año 2019 en la Dirección General de Personal, quien tiene una visión compartida y que ha sido guía a través del cambio continuo que enfrentan las áreas de tecnologías de la información y comunicación en la administración universitaria.

Un reconocimiento todo el personal que desarrolla software tanto en la UNAM como en la UNAL, especialmente a quienes me apoyaron y contribuyeron en la obtención de datos, vitales para la realización de esta tesis doctoral. Especialmente agradezco en la UNAM, al Ing. Luis Javier Chávez Helguera Subdirector de Sistemas, a la Lic. María Mónica Hernández Medina, a la Ing. Margarita Velasco Perroni, a la Ing. María del Rocío Carrillo Velázquez, al Ing. Oscar Álvarez Fernández, a la Ing. Ingrid Noemí Garrido González, al Ing. Miguel Ángel Martínez Rivera, y a Jorge Eduardo García Santander. En contraparte agradezco al personal investigador, académico y personal de desarrollo de sistemas en la Universidad Nacional de Colombia, por sus facilidades, participaciones y observaciones, al Profesor Titular de la Universidad Nacional de Colombia Ph.D. Santiago Arango Aramburo y al Dr. John Willian Branch Bedoya, ExVicerrector de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, al Jefe de la Oficina de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Medellín Colombia el Ing. Jorge Iván Gómez y a las excelentes personas de desarrollo de aplicaciones, al Ing. Jaime Lozano y al Ing. Emerson León Vanegas.

También se agradece a los expertos de diversas entidades y dependencias universitarias que pertenecen orgullosamente a la Red Universitaria de Colaboración en Ingeniería de Software y Base de Datos (RED IS&BD-UNAM), quienes colaboraron en estudios complementarios a esta investigación; y especialmente por sus valiosas observaciones, a la Dra. Hanna Jadwiga Oktaba, a la Mtra. Guadalupe Ibargüengoitia, a la Dra. Marcela Peñaloza Báez, a la Mtra. Cristina Múzquiz Fragoso, al Mtro. José Antonio Salazar Carmona, a la Mtra. Ana Yuri Ramírez Molina y al Dr. Jovv Valdespino Vázquez. En el mismo sentido, al personal de DGTIC de la UNAM, quienes también proporcionaron valiosas retroalimentaciones en el desarrollo de sistemas informáticos vinculados a la transparencia: Mtro. Hugo Alonso Reyes Herrera y al Mtro. Juan Manuel Castillejos Reyes

De igual forma a los profesionales que dieron desinteresadamente aportes técnicos y observaciones que enriquecieron a la investigación: a la Ing. Alma Elida García Meza, a la Dra. Yolanda Angelina Altamirano Sánchez, a la Ing. Nancy Belén Ramírez, a la Ing. Nirse Carolina González, a la Ing. Marisa Rojas Gutiérrez, a la Lic. Laura Villa George, al MTIA. Carlos Pérez Rodríguez y al Candidato a Doctor Antonio Velázquez Moreno.

Resumen

La administración del conocimiento tiene por objeto de estudio cómo las organizaciones desarrollan capacidades organizacionales para adquirir, generar, transformar, difundir y utilizar el conocimiento que se requiere para que las mismas organizaciones realicen su propósito en forma eficaz y eficiente. Es necesario señalar que varios estudios reflejan dos campos de conocimiento sobre la manera en cómo las organizaciones logran resultados reflejados en la innovación: desde las Ciencias de la Administración, se considera a la gestión del conocimiento como causa origen y en las Ciencias Económicas se resalta a las capacidades tecnológicas como antecesoras a la innovación. Se presenta un modelo de administración del conocimiento, basado en la relación mediadora de la gestión del conocimiento entre las capacidades tecnológicas y la innovación. Este modelo fue corroborado a partir de un estudio de caso en las áreas que desarrollan software para la administración en una macrouniversidad (ADeSAU). Se realizó una investigación de tipo mixto, con dos etapas cualitativas y una cuantitativa; la primera etapa caracterizó el modelo socio-técnico de la administración de una macrouniversidad. Con estos datos se procedió a una segunda etapa donde se obtuvo la matriz de capacidades tecnológicas para las ADeSAU. La tercera etapa consistió en la elaboración y validación de un modelo de administración del conocimiento cuya hipótesis propuso la existencia la relación directa entre las capacidades tecnológicas (CT) y la innovación pública (IP) con la mediación de la gestión del conocimiento (GC). Para la validación estadística del modelo se siguió el método multivariante de segunda generación llamado modelación de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM). El instrumento se aplicó al 95% de la población que desarrolla sistemas de software para la administración en la UNAM (56 encuestados). A través del software smartPLS, se encontró una relación directa y significativa entre las CT y la IP y una mediación no significativa entre la GC y la IP. Estos hallazgos proponen que la gestión del conocimiento, específicamente en entornos de conocimiento intensivo como el de las ADeSAU en una macrouniversidad, podría no tener la significancia que se le da en la literatura, como factor mediador preponderante entre la innovación y las capacidades organizacionales. Se concluye que la gestión del conocimiento es importante, pero se considera que no es el único factor mediador para obtener resultados organizacionales. Otras capacidades, tales como las que se deducen como 'blandas', podrían configurarse como mediadoras en este sentido.

Palabras clave: macrouniversidades latinoamericanas, administración del conocimiento, sistemas socio-técnicos, capacidades tecnológicas, desarrollo de software, PLS-SEM, innovación.

Abstract

The goal of knowledge administration is to study how organizations develop organizational capacities to acquire, generate, transform, disseminate, and use the required knowledge to carry out their objectives effectively and efficiently. It is necessary to point out that several studies reflect two knowledge fields about how organizations manage to turn their results into innovation: Administration Sciences consider knowledge management as the root cause, and Economic Sciences highlights technological capabilities as predecessors to innovation. Consequently, a model of knowledge administration is presented, based on the mediating role of knowledge management between technological capabilities and innovation. The model was corroborated in the areas that develop software for administration in a macro university (ADeSAU). A case study conducted in the areas of software development for management in a macro university (ADeSAU) corroborated the model. Mixed type research was carried out, with two qualitative stages and one quantitative stage; the first stage characterized the socio-technical model of the administrative management of a macro-university. With this data, a second stage obtained the technological capabilities matrix for the analysis units. The third stage saw the elaboration and validation of the knowledge management model, whose hypothesis suggests the existence of a direct relationship between technological capacities (TC) and public innovation (PI) with the mediation of knowledge management (KM). For the statistical validation of the model, this investigation followed a second-generation multivariate method called partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). The instrument was applied to 95% of the population developing software systems for administration at UNAM (56 respondents). The application of SMARTPLS software found a direct and significant relationship between TC and PI and a non-significant mediation between GC and PI. These findings suggest that knowledge management, may not have the significance given to it in the literature, as a predominant mediating factor between innovation and organizational capabilities, specifically in knowledge-intensive environments such as ADeSAU at a macro-university. It concluded that knowledge management is essential, but it is considered not to be the only mediating factor in obtaining organizational results. Other capacities, such as those we think of as 'soft', could be configured as mediators in this sense.

Keywords: Latin American macro universities, knowledge management, socio-technical systems, technological capabilities, software development, PLS-SEM.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	3
Siglas y Acrónimos.....	11
Capítulo 1. Planteamiento de la investigación.....	15
1.1 Macrouniversidad y capacidades organizacionales a su interior	16
1.2 Problema de investigación.....	22
1.3 Justificación de la investigación.....	25
1.4 Entorno de la investigación.....	28
1.5 Matriz de congruencia metodológica	31
1.6 Hipótesis y objetivos de investigación.....	33
1.6.1 Hipótesis de trabajo.....	34
1.6.2 Objetivos particulares de la investigación	34
1.7 Estructura del trabajo de investigación	34
1.8 Consideraciones finales.....	36
Capítulo 2. La macrouniversidad latinoamericana en la sociedad del conocimiento.....	37
2.1 Universidades y sociedad del conocimiento	38
2.2 Las macrouniversidades latinoamericanas	40
2.2.1 Las universidades de masas y las macrouniversidades	41
2.2.2 Fases históricas de las macrouniversidades	43
2.2.3 Caracterización de las macrouniversidades de América Latina y el Caribe	45
2.2.4 Funciones sustantivas de una macrouniversidad	50
2.2.5 Entorno complejo y macrouniversidades	52
2.3 La planeación estratégica en las universidades como consecuencia del cambio tecnológico	55
2.3.1 La planeación estratégica de las TIC en macrouniversidades	56

2.3.2 Necesidad de inclusión del desarrollo de software como línea estratégica de TIC en macrouniversidades	58
2.4 Consideraciones finales del contexto de las macrouniversidades	59
Capítulo 3. Análisis socio-técnico de la administración en una macrouniversidad.....	61
3.1 Los sistemas socio-técnicos	62
3.2 Visión sistémica de la UNAM como macrouniversidad	65
3.3 La administración universitaria en la UNAM	67
3.4 La Secretaria Administrativa de la UNAM.....	72
3.5 Origen histórico de las áreas que desarrollan software en la UNAM	73
3.6 El desarrollo de software	75
3.6.1 Modelos y Estándares para el desarrollo de software	76
3.6.2 El software de código abierto como factor acumulador de capacidades tecnológicas en macrouniversidades	78
3.7 Diagnóstico estratégico de las ADeSAU de la UNAM.....	80
3.7.1 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).....	80
3.7.2 Actividades para el desarrollo de software administrativo	82
3.7.3 Diagnósticos previos.....	85
3.7.4 Consulta a expertos y practicantes en desarrollo de software.....	89
3.7.5 Elaboración de la Matriz FODA	89
3.7.6 Conclusiones del análisis FODA.....	92
3.8 Análisis socio-técnico de la administración en la UNAM.....	99
3.8.1 Análisis de entradas y salidas de la administración universitaria	99
3.8.2 Análisis de descomposición funcional de la administración de la UNAM	101
3.8.3 Análisis de actantes y funciones de la administración universitaria	102
3.9 Conclusión del análisis socio-técnico de la administración universitaria.....	108
Capítulo 4. Fundamentos teóricos para la elaboración del modelo.....	111
4.1 La administración del conocimiento	112

4.1.1 Administración y gestión del conocimiento	112
4.1.2 Epistemología del conocimiento organizacional	114
4.2 Matriz de capacidades para la organización intensiva en conocimiento.....	117
4.3 Capacidades organizacionales, capacidades distintivas y capacidades tecnológicas.....	119
4.3.1 Capacidades organizacionales.....	119
4.3.2 Capacidades distintivas en la organización pública	122
4.3.3 Capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad.....	124
4.4 La gestión del conocimiento	137
4.4.1 Enfoque de procesos de la gestión del conocimiento.....	138
4.4.2 El modelo SECI (Socialización, Exteriorización, Combinación e Internalización).....	140
4.4.3 La gestión del conocimiento en las organizaciones públicas.....	143
4.4.4 Institucionalización de prácticas organizacionales vinculadas al conocimiento.....	145
4.5 El fenómeno de la innovación	148
4.5.1 El Manual de Oslo	152
4.5.2 La innovación abierta.....	154
4.5.3 La innovación pública	155
4.5.4 La innovación pública en macrouniversidades	157
4.6 Consideraciones finales.....	160
Capítulo 5. Método de investigación	163
5.1 Etapas de la investigación	163
5.1.1 Etapa de caracterización de la administración universitaria	165
5.1.2 Etapa de determinación de las de capacidades tecnológicas de las ADeSAU.....	166
5.1.3 Etapa de desarrollo y validación del modelo.....	166
5.2 Métodos de investigación	168

5.2.1 El estudio de caso	169
5.2.2 El análisis documental	171
5.2.3 La entrevista semiestructurada.....	172
5.2.4 La encuesta	172
5.2.5 El Modelado con ecuaciones estructurales.....	173
5.2.6 Propuesta a partir de PLS-SEM para implementar el modelo de administración del conocimiento con base en las capacidades de la organización	180
5.3 Consideraciones finales.....	182
Capítulo 6. Modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU.	183
6.1 Estado del arte de modelos estructurales basados en conocimiento, capacidades organizacionales e innovación	183
6.2 Consideraciones teóricas para elaborar un modelo de administración del conocimiento.....	187
6.2.1 Relación directa entre capacidades tecnológicas y gestión del conocimiento	190
6.2.2 Relación directa entre capacidades tecnológicas e innovación	191
6.2.3 Relación directa entre gestión del conocimiento e innovación.....	191
6.3 Conformación de un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una Macrouniversidad	192
6.3.1 Hipótesis causales del modelo interno	194
6.3.2 Hipótesis causales complementarias del modelo de segundo orden	195
6.3.3 Operacionalización de variables	198
6.4 Implementación del instrumento de medición	202
6.4.1 Población de las ADeSAU en la UNAM	202
6.4.2 Tamaño requerido de las observaciones	204
6.4.3 Recopilación de datos	205
Capítulo 7. Resultados y discusión	208

7.1 Matriz de Capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad.....	208
7.1.1 Elaboración de la matriz de capacidades de las ADeSAU	208
7.1.2 Propuesta de índice para la matriz de capacidades tecnológicas	213
7.2 Preparación del Análisis estadístico	217
7.3 Análisis descriptivo	218
7.4 Análisis inferencial	226
7.4.1 Validez de contenido	226
7.4.2 Ajuste conceptual del modelo	227
7.4.3 Calidad de reactivos	230
7.4.4 Evaluación del modelo de medida reflectivo.....	230
7.4.5 Validez discriminante.....	232
7.5 Evaluación del modelo estructural	235
7.5.1 Evaluación de la colinealidad.....	235
7.5.2 Coeficientes de trayectoria (path) del modelo estructural.....	236
7.5.3 Análisis de bondad de ajuste	238
7.5.4 Evaluación de los coeficientes de determinación	239
7.5.5 Valoración del tamaño del efecto.....	240
7.6 Discusión de hallazgos	240
Capítulo 8. Conclusiones y líneas futuras de investigación.....	245
Referencias	255
Índice de tablas	285
Índice de figuras.....	287
Anexos	291
A. Glosario	293
B. Instrumento de investigación	315
B.1 Datos de caracterización	318

B.2 Capacidades tecnológicas distintivas al desarrollo de software	319
B.3 Prácticas de gestión de conocimiento (basadas en el modelo SECI de Nonaka y Takeuchi)	326
B.4 Innovación pública con relación a las áreas que desarrollan software para la administración universitaria	330
C. Macrouniversidades Latinoamericanas.....	333
D. Estudio bibliométrico: Modelos de administración del conocimiento y capacidades tecnológicas.....	335
E. Misión, Visión y Funciones de las dependencias de atención a la administración en la UNAM.....	341
F. Elaboración del cuestionario semi-estructurado para alimentar la matriz FODA	347
G. Estándares, especificaciones y marcos de trabajo utilizados en el desarrollo del software.....	351
H. Consideraciones para realizar un Análisis Costo-Beneficio de la implementación de una ADeSAU en una macrouniversidad de acuerdo con su rango de capacidades.....	355
I. Evolución de las tecnologías de desarrollo de software	359

Siglas y Acrónimos

AC. Administración del Conocimiento.

ADeSAU. Áreas que Desarrollan Software para la Administración Universitaria (UNAM).

APT. Aprendizaje tecnológico.

ANUIES. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, organización de origen mexicano.

AU. Administración Universitaria

DGTIC. Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, dependencia perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México.

CAB. Capacidad de absorción.

COB. Combinación.

COP. Comunidad de práctica.

CT. Capacidades tecnológicas.

ERP. *Enterprise resource planning.* Aplicaciones de software que funcionan en forma integrada, y que contienen los procesos de negocio y de recursos humanos de la organización.

EXT. Exteriorización.

FODA. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

GC. Gestión del conocimiento.

IA. Inteligencia Artificial

IDE. *Integrated Development Environment,* entorno de desarrollo integrado, aplicación de servicio integral para el desarrollo de software.

IyD. Investigación y desarrollo.

IEEE. *Institute of Electrical and Electronics Engineers* — Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

INO. Innovación organizacional.

INP. Innovación de producto.

INS. Innovación de servicio.

INT. Internalización.

IP. Innovación pública.

IT. *Information Technology* — Tecnologías de la información.

ISO. *International Organization for Standardization* — *Organización Internacional de Normalización*.

JWT. *Json Web Token* — Token de seguridad para transferencia de datos en forma electrónica.

JSON. *JavaScript Object Notation* — Notación para el intercambio de datos que están en forma electrónica.

LID. Liderazgo orientado al conocimiento.

OECD. *Organisation for Economic Cooperation and Development* — Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

OMG. *Object Management Group*. Consorcio internacional de estándares para la industria del cómputo.

PLS. *Partial Least Squares*.— Mínimos cuadrados parciales.

PSL-SEM, Modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales

PMBOK. *Project Management Body of Knowledge* — Manual de los fundamentos para la dirección de proyectos.

PMI. *Project Management Institute* – Instituto de Dirección de Proyectos.

PMO. *Project Management Office* – Oficina de Dirección de Proyectos.

PYME. Pequeña y medianas empresa.

RAE. Real Academia Española.

RED. Redes de colaboración y conocimiento.

SECI. *Socialization, externalization, combination e internalization* — Referencia al modelo de gestión del conocimiento de Nonaka y Takeuchi.

SEM. *Structural equation modeling* — Modelado de Ecuaciones Estructurales.

SADM. Secretaria Administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México

SOA. *Service Oriented Architecture* — Arquitectura orientada a servicios.

SOC. Socialización.

SQL. *Structured Query Language* – Lenguaje estructurado de consulta, usado en la programación, diseño, consulta y manteniendo de las bases de datos relacionales.

SST. Sistemas Socio-Técnicos.

TAR. Teoría Actor-Red.

TGS. Teoría General de Sistemas.

TIC. Tecnologías de la información y Comunicación.

TI. Tecnologías de la Información.

UBA. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

UNAL. Universidad Nacional de Colombia.

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.

USP. Universidade de São Paulo – Universidad de Sao Paulo, Brasil.

XML. *Extensible Markup Language*, - Lenguaje de Marcado Extensible. Metalenguaje para el intercambio de datos entre plataformas.

Capítulo 1. Planteamiento de la investigación

Las organizaciones públicas se conciben como instituciones sujetas a un Estado rígido que les imprime lógica de funcionamiento y una estructura interna que se sujeta al diseño de políticas. Esta idea se encuentra fuera de lugar, pues estas organizaciones se encuentran dentro del contexto de sociedades plurales, conflictivas y heterogéneas (Arellano, 2004; Cabrero, Arellano, y Amaya, 2000); en un entorno de relaciones complejas entre agentes¹ y complementada con el cambio constante, principalmente tecnológico, económico e informacional; este entorno también es conocido de la sociedad del conocimiento (Castells, 1996; Drucker, 1969). En consecuencia, se señala que las exigencias de un entorno ya complejo afectan el propósito de cada organización pública; así, a esta última, se le solicita principalmente la respuesta eficiente ante las necesidades sociales, el uso adecuado de los recursos, el uso de la gestión estratégica y la utilización de la tecnología para innovar en los servicios públicos.

Avanzando en este último razonamiento, el énfasis particular de este trabajo está puesto en que en las organizaciones públicas también se realizan actividades que se relacionan con el uso intensivo del conocimiento; específicamente, se focaliza en la investigación a las macrouiversidades latinoamericanas y en su interior, a las *áreas de desarrollo de software para la administración (ADeSAU)*; éstas son las unidades de análisis² que se conforman por personal especializado que utiliza el conocimiento en sus

¹ En las Ciencias Económicas un agente es un actor o actores relacionados a la toma de decisiones vinculado a un modelo de la economía. En ese sentido el modelo agente-principal, que se toma como referencia es que un agente es un actor o actores representativo de una organización (empresarial, industrial, gubernamental, social, universidad, centro de investigación, etc.) que, por lo tanto, toman decisiones dentro en los intereses de esta (Stiglitz, 2008). En complemento, se comprende que una economía consiste en agentes que interactúan en el espacio y el tiempo y que actúan con determinación eligiendo sus acciones, sus estrategias y sus ubicaciones con algún objetivo en mente. Esta determinación implica que los agente pueden responden a los incentivos y a la información de manera predecible a nivel individual, lo que permite fijar reglas de comportamiento e incluso mecanismos de evolución (Page, 2008; Ruiz, 2016).

² En la investigación social, la unidad de análisis puede estar conformada por los individuos, un grupo de individuos (grupo social, organización o una unidad organizacional), o un producto social; considerado esto último como cualquier hechura, resultado de los individuos o también de su conducta (Babbie, 1999).

actividades diarias; se destaca que estos recursos humanos desarrollan capacidades organizacionales que son distintivas y que están vinculadas a la gestión del conocimiento y la tecnología por el entorno descrito. Estas capacidades a su vez, como se explicará más adelante, pueden ser aprovechadas en el contexto de las sociedades del conocimiento en Latinoamérica y, por lo tanto, representar un apoyo al desarrollo tecnológico de la región.

Considerando ahora el enfoque de capacidades organizacionales, éstas implican el despliegue y configuración de recursos, con su consecuente financiación y la necesidad trascendental de comprender los costos y recursos de tales inversiones. Se reafirma que las diferentes capacidades que pueden encontrarse en la organización, conllevan diferentes costos financieros y de gestión, por lo que en consecuencia, producen beneficios de valor diferente (Ethiraj, Kale, Krishnan y Singh, 2005). Se propone como postulado de origen de la investigación, que, la comprensión sistemática de las capacidades organizacionales y el señalamiento de aquellas que son distintivas al conocimiento permitirá enriquecer la teoría y afinar la práctica de la estrategia en las organizaciones, ya sean públicas o privadas. Así, un modelo de administración del conocimiento basado en capacidades organizacionales distintivas es un apoyo en ese sentido. Se subraya que el modelo que se desarrolla está orientado a las ADeSAU de una macrouniversidad. En cuanto a las macrouniversidades, éstas son organizaciones de connotación pública y con un propósito nacional, como es tratado a continuación.

1.1 Macrouniversidad y capacidades organizacionales a su interior

En el marco de la educación superior en América Latina y el Caribe son distintivas las macrouniversidades, organismos de educación superior que atienden una demanda de miles de alumnos y que son pensadas para formar a las personas que obtendrán las competencias profesionales, técnicas y de investigación que darán solución a los múltiples problemas que tienen los países de esta región del planeta (Didriksson, 2002; Didriksson, Medina, Rojas, Bizzozero y Hermo, 2008). Este pensamiento latinoamericano de formar universidades públicas para el mejoramiento sustancial de los niveles de vida, principalmente desde la educación y la ciencia, se convierte en el propósito de las macrouniversidades y hace que estas organizaciones se propongan funciones sustantivas respecto de la docencia, la investigación, la cultura y la vinculación; ésta última

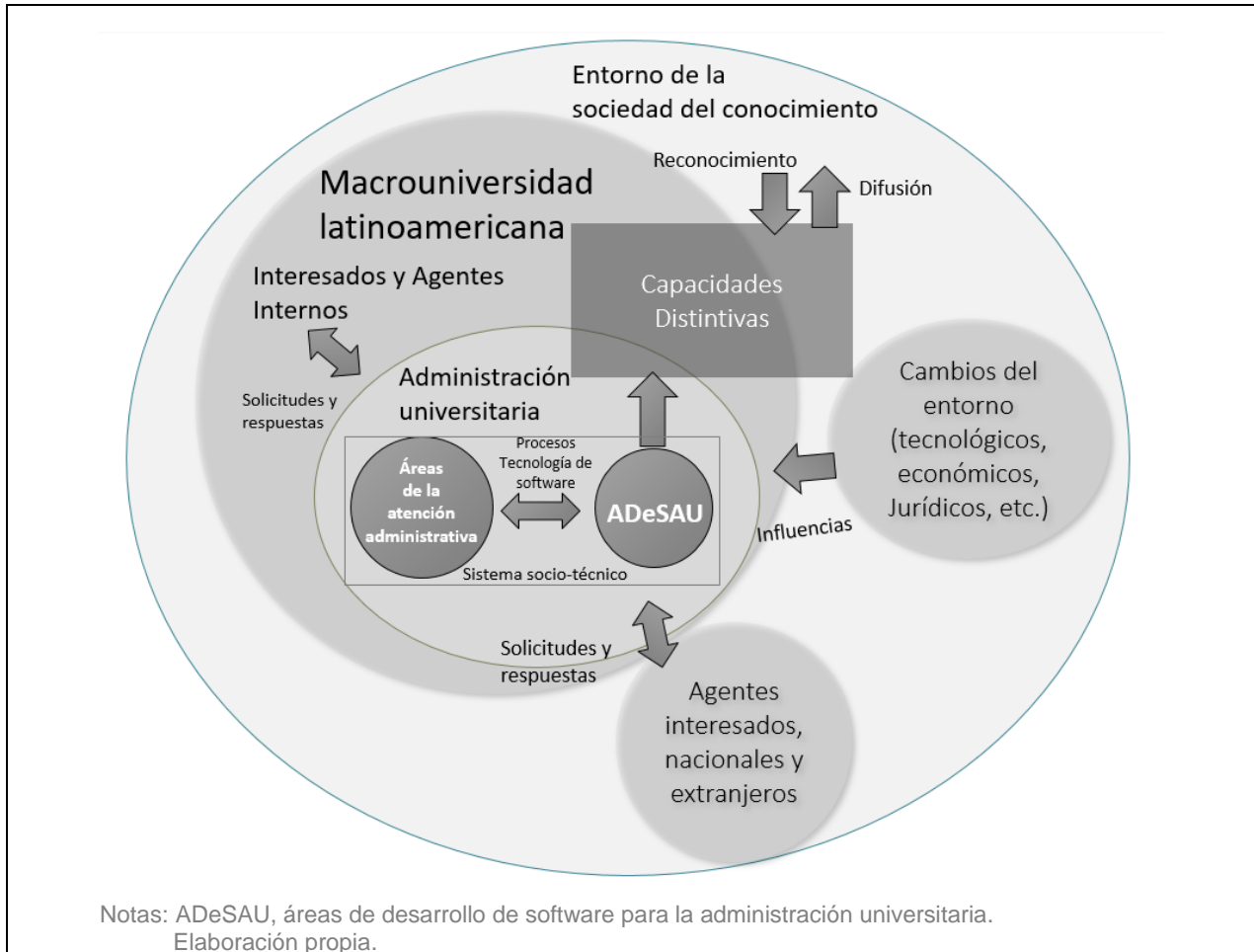
considerada en el establecimiento de lazos no sólo con la industria, sino también con las empresas, los sectores sociales, las organizaciones civiles, y demás interesados; esto no sólo en el ámbito local de cada país latinoamericano, sino también por los alcances actuales de la sociedad del conocimiento, interesados en todo el planeta.

Se puede subrayar que para que las macrouniversidades cumplan sus funciones sustantivas, éstas requieren de un sistema de administración complejo, pues este da atención a las demandas de múltiples interesados y agentes, esto en un entorno de la sociedad del conocimiento. En el cumplimiento eficiente de la atención administrativa, el cambio tecnológico tiene un papel importante, por las transformaciones al interior de la organización y los impactos sociales que produce. Resumiendo brevemente su funcionamiento, este sistema de administración al interior de una macrouniversidad, se desglosa en dos subsistemas, uno de las áreas de la atención administrativa que dan la atención y la respuesta a los interesados, ejecutando los procesos administrativos y utilizando los sistemas informáticos desarrollados a la medida por un segundo subsistema, que son las ADeSAU. Estas últimas son las áreas, encargada de la elaboración de los sistemas informáticos de la administración.

La presente investigación tiene como unidades de análisis a las ADeSAU, y uno de los propósitos es presentar a estas áreas como unidades de interés estratégico en las macrouniversidades latinoamericanas. Son estratégicas pues permiten evitar la dependencia del licenciamiento, la contratación externa de productos de software y eliminar el uso de soluciones informáticas pensadas para entornos generales y por tanto no alineadas naturalmente con las actividades de la gestión universitaria. Para realizar sus actividades, las ADeSAU cuentan con recursos humanos especializados y desarrollan capacidades organizacionales distintivas a esas áreas y de gran valía en el entorno actual de la economía del conocimiento (Castells, 1996; Drucker, 1969). En la Figura 1 se presenta el entorno descrito, donde la macrouniversidad latinoamericana esta inserta en el entorno predominantemente económico de la sociedad del conocimiento. A su interior están las áreas de la administración universitaria, compuestas por los subsistemas de atención administrativa y de las ADeSAU. Entre estas áreas existen una relación socio-técnica donde interaccionan personas, procesos y las tecnologías de software para dar

respuesta a interesados y agentes internos y externos. En las ADeSAU se generan las capacidades distintivas a sus actividades, influenciadas no sólo por el cambio tecnológico, sino también de otras características (económicas, jurídicos, etc.). La difusión y el reconocimiento de dichas capacidades distintivas pueden aportar conocimientos e impactar favorablemente a la sociedad del conocimiento.

Figura 1. Macrouniversidad latinoamericana, administración universitaria y el desarrollo de capacidades organizacionales que afectan el entorno de la sociedad del conocimiento



Para propósito práctico cuando hablamos de las *capacidades organizacionales* se definen como una colección de rutinas de alto nivel, o particulares al conocimiento organizacional, que dan cuenta de la habilidad de la organización para llevar a cabo y ampliar sus características de producción, en particular sobre la creación de un producto o la prestación de un nuevo servicio (Dosi, Nelson y Winter, 2003; Winter, 2000). Son distintivas cuando diferencian a una organización y se basan en sus activos estratégicos,

las relaciones con sus interesados, el mantenimiento de sus compromisos y las actitudes de innovación (Kay, 2003).

Volviendo al tema de las ADeSAU, éstas se distinguen por estar formadas por departamentos de desarrollo de proyectos informáticos para la administración universitaria, que en el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) pueden ser desde dos hasta siete personas en quince departamentos que se encuentran en cinco dependencias administrativas³. El total de integrantes de las ADeSAU en la UNAM, a partir de los datos recabados en esta investigación, es de cincuenta y ocho personas.

Por sus actividades, se señala inicialmente que las ADeSAU tienen problemáticas estratégicas en cuanto al nivel de utilización de dos capacidades organizacionales y que están vinculadas distintivamente a la creación del software: de gestión del conocimiento y de capacidades tecnológicas. La *gestión de conocimiento*, en su enfoque orgánico y cibernético⁴, se orienta a las acciones de los recursos en forma de prácticas relacionadas al conocimiento organizacional, para lograr el cumplimiento relacionado con los planes y objetivos previstos (Argote, 2005; Nonaka y Takeuchi, 1999; Nonaka y Toyama, 2003). Por su parte las *capacidades tecnológicas* refieren el dominio organizacional de habilidades técnicas para modificar o mejorar los procesos, productos y servicios existentes (Dutrénit y Vera-Cruz, 2005; Malerba, 1992).

Con base en las revisiones teóricas de los constructos⁵ de la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas, se encuentra que éstos han sido estudiados en dos cuerpos diferentes de la literatura de las Ciencias de la Administración y la Economía,

³ En el apartado 6.5.1 se describe a detalle la población para las ADeSAU de la UNAM

⁴ Linda Argote proporciona una reflexión sobre dos paradigmas que han surgido en el campo de la gestión del conocimiento, una aproximación como un proceso de identificación de hechos empíricamente validados y su gestión a través de la tecnología y una segunda, con una visión orgánica y acorde a la vista de Nonaka y Takeuchi (1999) que enfatiza el papel de los integrantes de la organización, con consideraciones sociales, tecnológicas y factores culturales.

⁵ Utilizaremos la definición de constructo de Hair, Hult, Ringle y Sarstedt,(2016), que lo consideran como un concepto que es abstracto, complejo y que no es directamente observable, por lo tanto, para estos autores también se le denomina como variable latente.

aunque desde finales del siglo XX y hasta nuestros días se encuentran investigaciones acerca de la relación entre estas dos capacidades, pero con una orientación fuertemente asociada a la Teoría de la Firma⁶ (Dutrénit y Vera-Cruz, 2005; Erbes, Yoguel y Robert, 2014; Nelson et al., 2018; Vargas, 2006). Este trabajo de investigación es un aporte novedoso congruente al estudio de la relación entre estas dos capacidades en una unidad organizacional con trabajo intensivo en el conocimiento; pero en organizaciones públicas, como es el caso de una macrouniversidad.

Considerando a la *administración del conocimiento*, como el área de estudios que tiene por objeto de estudio como las organizaciones adquieren, generan, transforman, difunden y usan del conocimiento en forma de capacidades organizacionales para lograr sus actividades en forma eficiente y alcanzar los objetivos o resultados planteados por las mismas; se propone que el estudio de la relación entre las capacidades organizaciones distintivas, puede dar lugar al planteamiento de un modelo de administración del conocimiento que presente como un resultado a la innovación. Esta relación de constructos organizacionales dirige a su validación por medio de un procedimiento estadístico y que contemple las relaciones entre múltiples variables (análisis multivariado) y también las relaciones causa efecto. La selección del método multivariado de análisis requiere la medición de las variables simultáneamente y también depende del contexto de la investigación (en el caso de la presente investigación es no experimental) y de otros factores, entre los que se citan el tamaño de la población y el establecimiento de indicadores de varias dimensiones, como es el análisis multivariado de la varianza. Una técnica que cumple con estos requerimientos, aplicados a la presente investigación, es el modelado de ecuaciones estructurales (o SEM, por sus siglas en inglés de *Structural*

⁶ La Teoría de la Firma observa a las mismas como organizaciones con estructura gerencial, que realizan intercambios o transacciones para obtener ganancias, rentas o cuasi-rentas y con el objetivo particular de la minimización de costos. Aunque el origen de esta teoría se puede remontar a Adam Smith, fue particularmente desarrollada en el siglo XX con un gran número de pensadores e investigadores lo que ha dado lugar a varias teorías de la firma (Grant, 1996), pensadas como conceptualizaciones y modelos de la empresa y la industria que explican su estructura y comportamiento. Ejemplos particulares son la Teoría de los Recursos de la Firma (Penrose, 1962, Wernerfelt, 1984), la Teoría de Recursos y Capacidades (Barney, 1991; Teece et al., 1997) y la Teoría Basada en el Conocimiento de la Firma (Grant, 1996).

equation modeling). En el capítulo 5 del método de investigación, se describe ampliamente la utilización de esta herramienta.

El modelo de administración del conocimiento que se plantea, puede ser de ayuda en la elaboración de planes estratégicos de las macrouniversidades, considerando la importancia de las ADeSAU en las mismas y en particular, apoyen en la solución de problemáticas⁷ que enfrentan estas áreas, de las que se destacan: el fomento del uso del código abierto sobre el software propietario, el manejo de bases de datos abiertas, la incorporación de técnicas de inteligencia artificial, la acción ante los cambios de licenciamiento, la respuesta ante las exigencias de transparencia y la protección de datos, la actuación frente al cambio constante de las tecnologías de software, la participación en redes de colaboración y la gestión del conocimiento técnico.

A fin de la corroboración del estudio de investigación, se eligió como estudio de caso a las ADeSAU que forman parte de una macrouniversidad: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Véase la Tabla 1). Además, para la validación conceptual del modelo se realizó una visita a la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) en su sede Medellín. Dado el tamaño y ubicación geográfica de estas universidades, se realizaron en ellas diferentes estudios analíticos de características cualitativas y cuantitativas, lo que dio lugar a una investigación de tipo mixto.

⁷ Estas problemáticas se identificaron tras la elaboración de un análisis FODA a las ADeSAU de la UNAM (véase el apartado 3.6).

Tabla 1. Características de la UNAM

Alumnos	En el ciclo escolar 2019-2020 atendió más de 350 mil estudiantes de los niveles de iniciación universitaria, bachillerato, universitario y posgrado (UNAM, 2019d).
Académicos	Cuenta con más de 41 mil académicos e investigadores, de los cuales más de 12 mil son de tiempo completo (UNAM, 2019d).
Personal administrativo	Son más de 30 mil trabajadores que realizan actividades relacionadas a la administración (UNAM, 2019d).
Escuelas y Facultades	Cuenta con 15 facultades, 5 unidades multidisciplinarias, 5 escuelas nacionales al interior del país, 14 planteles de bachillerato, un centro de iniciación universitaria
Unidades de investigación	Dispone de 34 institutos y 14 centros de investigación; además de otras instalaciones como centros de vinculación, granjas y estaciones científicas en más de veinte estados de la república mexicana (UNAM, 2019d)
Carreras	Tiene 125 carreras con 232 planes de estudio (UNAM, 2019d).
Patrimonios Nacionales principales	Conserva a la Biblioteca y Hemeroteca Nacionales, el Servicio Sismológico Nacional y veintisiete museos de diversas categorías (de ciencias, artes, medicina, geología, historia, etc.) (UNAM, 2019c)
Sedes en el extranjero	Cuenta con 14 sedes en los continentes americano, asiático, africano y europeo (UNAM, 2019f)
Vinculación	En 2018 atendió más de 644 mil beneficiarios en diplomados, cursos, talleres, seminarios y conferencias presenciales y a distancia (UNAM, 2019f).

Una vez que se ha considerado el tamaño y la complejidad de gestión de una macrouniversidad, se presentan detalladamente las causas que dieron origen a esta investigación.

1.2 Problema de investigación

Las capacidades organizacionales son una colección de rutinas de alto nivel, o particulares al conocimiento organizacional, que dan cuenta de la habilidad de la organización para llevar a cabo y ampliar sus características de producción, en particular sobre la creación de un producto o la prestación de un nuevo servicio (Dosi et al., 2003; Winter, 2000). Su estudio y distinción es importante, pues permite enfrentar los retos que limitan el potencial de la organización y crear estrategias para gestionar y encausar al trabajador que utiliza intensivamente el conocimiento.

Hablando específicamente del entorno latinoamericano, donde encontramos países de industrialización tardía, se propone que el diseño de estrategias y políticas que alienten el desarrollo de capacidades organizacionales, tanto en la firma, como el sector público, es una referencia para el desarrollo sustentable.

Realizando una búsqueda de trabajos que orienten sobre la identificación de problemas asociados a las capacidades de la organización relacionadas al uso del conocimiento, y con foco principal en organizaciones públicas, se encontró lo siguiente: la falta de herramientas y técnicas de absorción de conocimiento (Richards y Duxbury, 2015), la resistencia al cambio (Bryson, Ackermann y Eden, 2007; Sveiby y Simons, 2002), el acaparamiento de conocimiento (Sveiby y Simons, 2002), la falta de liderazgo para la resolución de problemas vinculados al conocimiento (Zaccaro, Mumford, Connelly, Marks y Gilbert, 2000), la ausencia de normas en la operación de comunidades de práctica (Amayah, 2013; Sveiby y Simons, 2002) y los fallos de interoperabilidad tecnológica entre los sistemas de administración (Kostoska, Gusev y Ristov, 2014; Laihonon y Mäntylä, 2018).

En sentido de organizar esta problemática, se propone una categorización de capacidades que son distintivas de las áreas que desarrollan software para la administración universitaria (ADeSAU) en una macrouniversidad, proponiendo que estas se pueden agrupar en capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento.

Teniendo en cuenta la vista de capacidades de la organización, se encuentran trabajos que indican que la gestión del conocimiento en la firma tiene un efecto mediador respecto al efecto que tienen las capacidades organizacionales (Alegre, 2004; Cho y Korte, 2014; Gold, Malhotra y Segars, 2001; Zheng, Yang y McLean, 2010); en otros estudios se presenta que tanto las prácticas de gestión del conocimiento como las capacidades de la empresa tienen relación directa con la innovación (Alegre, 2004; Nonaka y Takeuchi, 2000). En organizaciones públicas, aunque existen referentes de la importancia de gestionar el conocimiento (Arellano, Leponte, Zamudio y Blanco, 2012; Bryson et al., 2007; Edge, 2005; Ferreira y Olavo, 2016; Massaro, Dumay y Garlatti, 2015; Richards y Duxbury, 2015), ante la ausencia de resultados de estudios empíricos de capacidades organizacionales, surge la pregunta principal de investigación: ¿La gestión

del conocimiento tiene un efecto mediador en la relación directa entre las capacidades tecnológicas y los resultados asociados a la innovación pública? Igualmente se propone que esta relación puede plasmarse en un modelo de administración del conocimiento basado en capacidades organizacionales distintivas de las ADeSAU.

Las ADeSAU aparecen en la organización de una macrouniversidad como un área que utiliza intensivamente conocimiento para coadyuvar la realización de la administración universitaria. Sin embargo, su estudio y sus relaciones con otras áreas de la atención administrativa no se ha encontrado en estudios a profundidad; tampoco, no se encuentra estudios sobre las asociaciones sociales y técnicas. Esto plantea la siguiente pregunta particular de investigación: ¿Cómo se puede caracterizar a la administración en una macrouniversidad?, y especialmente: ¿Qué papel tienen las ADeSAU en una relación social-técnica?

Existe un consenso en señalar que las áreas de desarrollo de software acumulan capacidades que pueden llamarse tecnológicas (Daniel, Agarwal y Stewart, 2006; Matusik y Heeley, 2005; Sampedro, 2011). Asimismo, las capacidades tecnológicas en la organización pueden pasar por etapas de acumulación (Bell y Pavitt, 1993; Dutrénit y Vera-Cruz, 2005; Melgoza y Álvarez, 2012). Una pregunta particular en este sentido es la siguiente: ¿Qué actividades contribuyen a la acumulación de capacidades tecnológicas para la innovación pública en las ADeSAU de las macrouniversidades?

Continuando ahora con el planteamiento del modelo de administración del conocimiento, los constructos de capacidades de gestión del conocimiento y tecnológicas requieren a su vez su descomposición en dimensiones de estudio, lo que da lugar a la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las dimensiones que conforman a la gestión del conocimiento, capacidades tecnológicas y de innovación para un modelo de administración del conocimiento en las ADeSAU? Igualmente, su elaboración debe ser validada teóricamente, por lo que se propone la utilización de una herramienta de análisis estadístico que permita realizar la validación de los instrumentos de medición, así como del modelo propuesto a partir de las consideraciones del entorno en que se encuentran las ADeSAU.

Se propone que lograr el propósito de la elaboración y validación del modelo, permitirá conocer de forma profunda el funcionamiento de estas áreas desde la perspectiva multidisciplinaria de dos cuerpos de conocimiento científico, tanto de la administración, como de la economía. Se resalta que, aunque la mayoría del conocimiento de capacidades organizacionales se ha desarrollado tomando como base a la Teoría de la Firma, esta investigación cubre una brecha de estudio, específicamente referida a unidades intensivas en el uso del conocimiento en organizaciones públicas, en particular en macrouniversidades.

1.3 Justificación de la investigación

Aunque se ha identificado en la literatura el rol significativo que tienen las universidades en la sociedad del conocimiento (Delanty, 2001; Didriksson, 2014; Frank y Meyer, 2007) y el de las macrouniversidades en Latinoamérica y el Caribe (Didriksson, 2002; Didriksson y Herrera, 2009), no se encuentran, tras un análisis bibliométrico, estudios elaborados a profundidad que hablen sobre las capacidades de tipo tecnológico y de gestión del conocimiento que se encuentran al interior de las macrouniversidades.

Para cubrir esta brecha que es identificada, es necesario utilizar varios acercamientos para responder las preguntas del por qué y cómo se desarrollan este tipo de capacidades en las macrouniversidades.

Las macrouniversidades se distinguen como organizaciones complejas, dado su propósito nacional, por el tamaño de sus instalaciones, por el gran número de alumnos que atienden, por el tamaño de su planta docente, de investigación, cultural y de gestión, y también por estar relacionadas a un gran número de agentes (Pucciarelli y Kaplan, 2016; Verónica Robert y Yogel, 2013; Tomás et al., 2010), que se vinculan a las funciones sustantivas universitarias. Igualmente, señalamos que las macrouniversidades, por su carácter estratégico del desarrollo nacional, especialmente en el vínculo al uso de tecnología, han sido los primeros organismos en Latinoamérica que contaron con computadoras y con una infraestructura de comunicaciones; que no sólo ha sido utilizada en la investigación y docencia, sino también explotada ampliamente en la realización de la administración universitaria (AU).

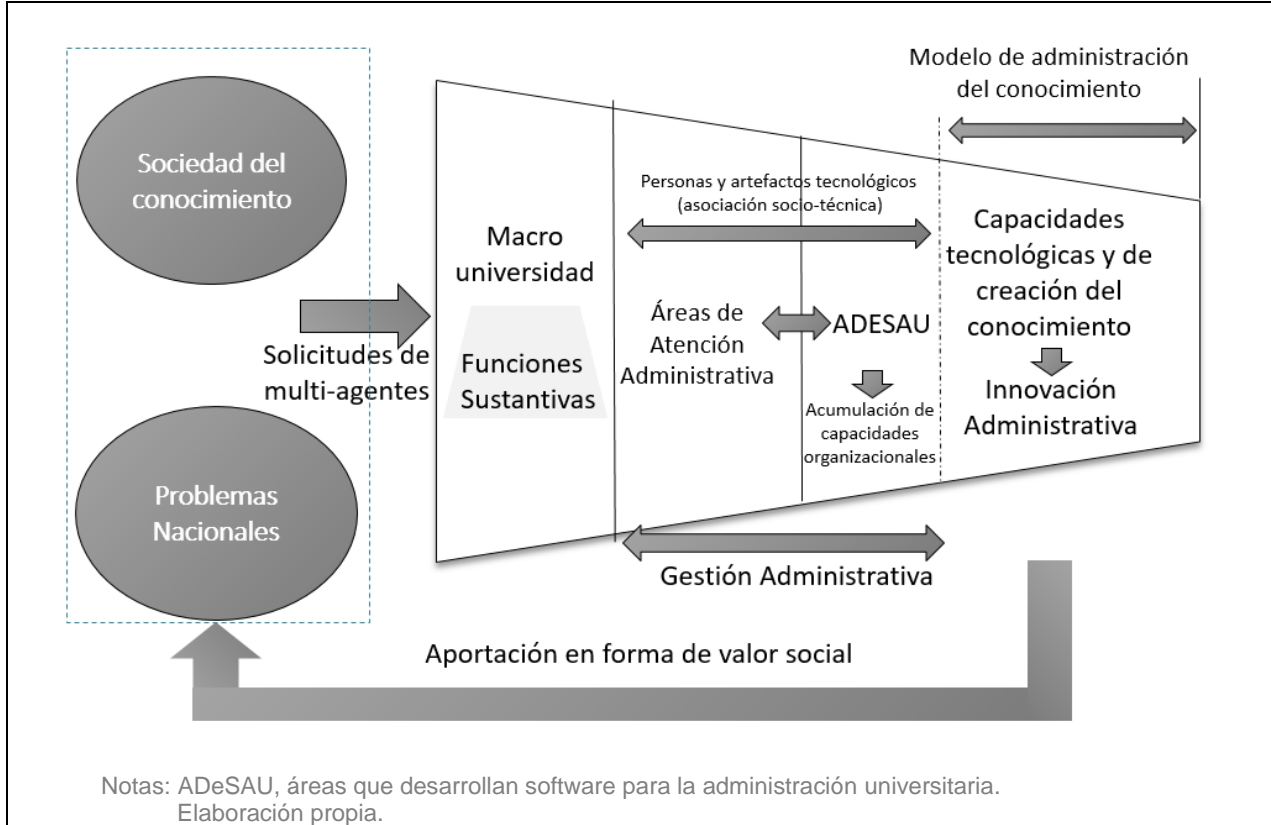
Retomando el cumplimiento de las funciones sustantivas de una macrouniversidad, estas requieren de un aparato de áreas universitarias donde se realiza la AU mencionada, y que actualmente refleja una la interacción diaria de miles de personas a través de procesos vinculados con el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en una relación sistémica de personas, procesos y tecnología.

La administración en una macrouniversidad está conformada por las áreas de la atención administrativa, que dan respuesta a las solicitudes de los diversos agentes y se apoyan fuertemente en las áreas tecnológicas que diseñan, desarrollan y adaptan software a la medida: a estas unidades se conceptúan como las ADeSAU. Esta descomposición de la AU entre estas dos áreas puede comprenderse mejor a partir de un enfoque de relación sistémica y ampliado en un sentido socio-técnico.

La ejecución eficiente de la administración obliga a que las ADeSAU desarrollen capacidades relacionadas a la administración del conocimiento (tecnológicas y de gestión del conocimiento). Se postula que el estudio de este fenómeno a partir de su exploración, descripción, explicación y su confirmación teórica aparte de aportar valor en forma de conocimiento sobre estas grandes organizaciones, puede ayudar en la formulación de procedimientos y políticas que mejoren el desempeño e innovación de las macrouniversidades e impactar a la sociedad del conocimiento nacional.

Para realizar la gestión, las áreas de la atención administrativa y las ADeSAU establecen una interrelación que puede estudiarse en una aproximación socio-técnica (Appelbaum, 1997; Sawyer y Hossein, 2014; Trist, 1981), donde se experimentan los aspectos sociales, y los aspectos técnicos de la estructura organizacional y de los procesos que se realizan en el trabajo diario o de rutinas que crean una memoria organizacional (Nelson y Winter, 1982). Con base en esta relación, se realizará más adelante, la formulación teórica en el sentido de que las ADeSAU desarrollan capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento que tienen efectos sobre la innovación pública, lo que puede dar referencia para la propuesta de un modelo socio-técnico para las ADeSAU, donde esté incluido el modelo de administración del conocimiento (véase la Figura 2).

Figura 2. Referencia contextual para el modelo socio-técnico para las ADeSAU de una macrouniversidad



Las ADeSAU proporcionan un referente del estudio de unidades intensivas en conocimiento en las macrouniversidades, esto es debido a que manejan conocimientos técnicos y administrativos respecto del uso y el desarrollo de software que contribuya a dar soporte a la administración universitaria. Cabe señalar que al interior de las macrouniversidades ocurren transformaciones de procesos administrativos, que son operadas desde estas áreas a través de la elaboración de productos de software, innovación de procesos y propuestas de cambio organizacional. Sin embargo, al acumular capacidades organizacionales distintivas, las ADeSAU, también pueden tener un papel significativo alineado al fin de las macrouniversidades, acorde con su propósito de formar a los profesionistas que darán soluciones a los problemas nacionales.

Dado lo anterior, se pueden señalar los siguientes puntos que dieron paso a una investigación de las ADeSAU en una macrouniversidad:

- A partir de un estudio bibliométrico⁸ con relación con organizaciones públicas y macrouniversidades, no se apreciaron modelos que expliquen las relaciones que se establecen entre las capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento y sus resultados en la innovación.
- El estudio y caracterización de las unidades de análisis (ADeSAU) no se encontró en la búsqueda documental de la Ciencias de la Administración, sin embargo, éstas representan áreas organizacionales de la macrouniversidad latinoamericana que pueden estudiarse bajo un enfoque socio-técnico, que desarrollan capacidades organizacionales de tipo tecnológico y que pueden entregar aportes significativos a la sociedad.

A partir de los vacíos de conocimiento identificados, es justificable la propuesta de un modelo de administración del conocimiento, a partir de las capacidades organizacionales que se encuentran un área intensiva en conocimiento en organizaciones públicas, como son las ADeSAU de una macrouniversidad.

1.4 Entorno de la investigación

Iniciamos este apartado resaltando la necesidad de establecer las condiciones del entorno a partir de las cuales se cimienta la investigación, considerando que es una base para determinar la naturaleza de la realidad a investigar, el alcance de la teoría, determinar las bases ontológicas, así como de los límites y la propuesta de relaciones entre las capacidades organizacionales a distinguir.

Se puede argumentar, como supuesto primordial, que una de las ventajas de ser una macrouniversidad es que sus directivos disponen de un presupuesto nacional para la adquisición de tecnologías con propósitos de investigación. Así desde finales de la década

⁸ En el anexo D de este trabajo se realizó un estudio bibliométrico que establece la brecha que es cubierta respecto al modelo a proponer.

de los años cincuenta del siglo XX⁹ y hasta nuestros días, las macrouniversidades han sido punta de lanza en Latinoamérica a través de grandes inversiones orientadas a la utilización de tecnologías, primero las enfocadas a la computación y la informática y después, en conjunto con otras instituciones de educación superior públicas y privadas, a las de comunicaciones, como, por ejemplo, la propia red Internet¹⁰.

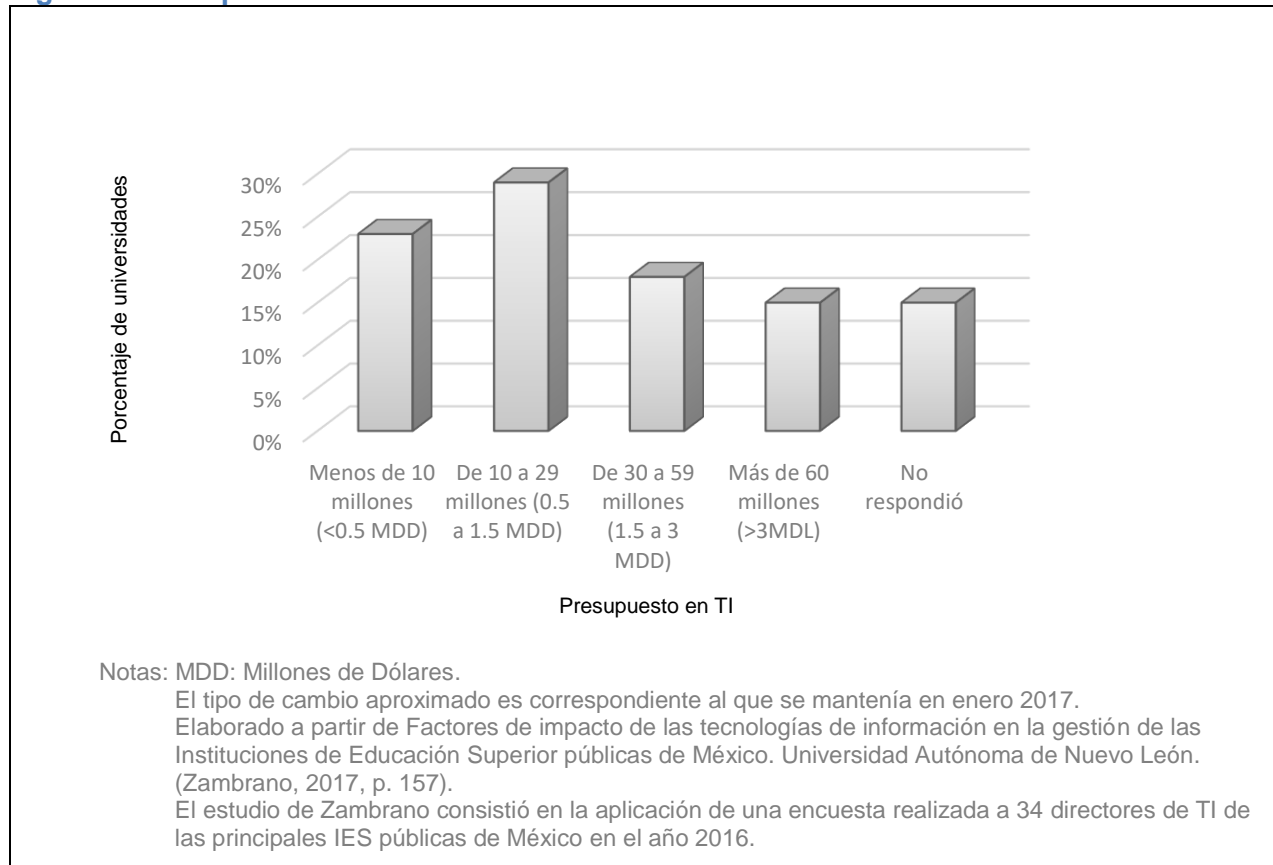
Respecto a las instituciones de educación superior (IES) mexicanas, esta inversión se confirma en el *Estado actual de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las instituciones de educación superior en México*, estudio que realizó la ANUIES¹¹ en 2018 con base en el trabajo de investigación doctoral de Zambrano (2017) y donde se determina que una parte considerable del presupuesto de estas organizaciones es dedicado a las tecnologías de la información (véase la Figura 3). En estos estudios se resalta la importancia de la implementación de los planes estratégicos de tecnologías de la información y su alineación a la planeación estratégica de las IES. Como nota adicional, de interés para el presente trabajo de investigación, se observa en la publicación que, aunque se menciona la importancia del uso del software, no se tiene un apartado referente al desarrollo de éste. Cabe mencionar, como observación propia, que la generalización del estudio hacia las IES mexicanas, sin importar su tamaño, es una causa por la que en el estudio de la ANUIES no es identificada la importancia del desarrollo de software para una IES de gran tamaño y por ende de una administración universitaria más compleja.

⁹ Tanto la UNAM en México, como la Universidad de Sao Paulo se consideran las primeras universidades latinoamericanas que adquirieron una computadora. En 1958 la UNAM puso en operación la computadora IBM-650 que operaba con bulbos y podía operar mil trecientas operaciones de suma y resta por segundo (Ortiz, Rodríguez y Coello, 2008), diez años después la Universidad de Sao Paulo adquirió su primera computadora una IBM-1620 con el propósito de realizar investigaciones de sistemas digitales (USP, s.f.).

¹⁰ Los primeros intentos de conexión a redes de comunicaciones en Latinoamérica son realizados por universidades públicas y privadas: en 1986, el primer intento de conexión nacional en Colombia es entre la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de los Andes y la Universidad del Norte (Tamayo, Delgado y Penagos, 2009). En 1991, en México, la UNAM y el Tecnológico de Monterrey colaboraron para el establecimiento de los primeros enlaces a la Internet, con la intermediación de la *National Science Foundation* (Koenigsberger, 2014).

¹¹ La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) de México, es el organismo que agrupa a las principales instituciones de educación superior públicas y particulares de México. Desde 2016 hasta 2018 ha llevado a cabo el estudio señalado entre 140 y 149 IES.

Figura 3. Presupuesto anual de TI en 34 IES mexicanas en 2016



Entre las condiciones del entorno, se observa que, a partir de la década de los 90 la proliferación de las microcomputadoras y la posibilidad de modificar el software de código abierto¹² accesible por la red Internet, ha posibilitado que las macrouniversidades realicen en sus áreas de desarrollo de software, sistemas informáticos a la medida para atender sus requerimientos en la gestión universitaria. Los supuestos de investigación se plasman en la Tabla 2.

¹² Los conceptos de software de código abierto u *open-source* y el software propietario serán tratados en el apartado 3.5.3

Tabla 2. Supuestos de la investigación

Condiciones	Características claves
Las macrouiversidades son distintivas en el entorno latinoamericano	<ul style="list-style-type: none"> • Gran número de alumnos, profesores, investigadores y trabajadores. • Forman a los profesionistas, docentes e investigadores que buscan las soluciones a los problemas nacionales. • Son punta de lanza para la inclusión nacional en la sociedad del conocimiento.
Las macrouiversidades tienen a su alcance una infraestructura de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) robusta y sobresaliente a nivel nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Una importante cantidad del presupuesto universitario es dedicado a las tecnologías de la información y comunicaciones. • Los planes de tecnologías de la información son alineados a la planificación estratégica que se realiza periódicamente. • Cuentan con: <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura robusta de comunicaciones y servidores de red. • Equipos de cómputo, centros de datos y telecomunicaciones. • Ancho de banda para mantener el intercambio de información en forma de documentos, imágenes, video, etc. • Acceso a Internet con correo electrónico y visualizadores de Word Wide Web.
Para realizar la administración de las macrouiversidades, se aprovecha la infraestructura tecnológica y se crean áreas especializadas en el uso y el desarrollo de software.	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de servidores (sistemas operativos, bases de datos y de aplicación). • Desarrollo de sistemas de software a la medida, con preferencia del código abierto sobre el software propietario. • Acceso a software propietario con licencias especiales y de bajo costo para las macrouiversidades. • Servicios a la administración universitaria apoyados en tecnologías de la información. • Equipos de cómputo exclusivos para las áreas de la atención administrativa.

Nota: Elaboración propia.

1.5 Matriz de congruencia metodológica

El problema de investigación es asociado a la elaboración de un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una macrouiversidad. Este modelo a su vez contempla los constructos organizaciones de la gestión del conocimiento, las capacidades tecnológicas y la innovación pública. La matriz de congruencia metodológica fue elaborada para mantener la coherencia lógica en la investigación y es presentada en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de Congruencia metodológica

Título: Modelo de administración del conocimiento para la innovación relacionada con el desarrollo de software administrativo en una macrouniversidad

Problema de investigación	Preguntas de investigación	Objetivo principal	Hipótesis de trabajo
Plantear un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una macrouniversidad, con base en la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas, requiere establecer cómo se relacionan y el tipo de efecto que se presentan entre los constructos señalados, así como establecer las dimensiones en que constituyen estos constructos	En un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una macrouniversidad: ¿tiene la gestión del conocimiento un efecto mediador en la relación directa entre las capacidades tecnológicas y los resultados asociados a la innovación pública?	Desarrollar y validar un modelo de administración del conocimiento que contemple la mediación de la gestión del conocimiento entre las capacidades tecnológicas y la innovación pública vinculada con las ADeSAU de una macrouniversidad	En el modelo de administración del conocimiento propuesto para las ADeSAU de una macrouniversidad, la gestión del conocimiento tiene un efecto mediador significativo en la relación directa entre las capacidades tecnológicas y la innovación pública.
Preguntas particulares de investigación		Objetivos particulares	
¿Cómo se caracteriza a la administración en una macrouniversidad?		Desarrollar un modelo socio-técnico de a la administración de una macrouniversidad	
¿Qué factores evolutivos determinan la acumulación de capacidades tecnológicas y la innovación para las ADeSAU?		Elaborar un análisis de la acumulación de las capacidades tecnológicas en las ADeSAU de una macrouniversidad	
¿Cuáles son las dimensiones que conforman a la gestión del conocimiento, capacidades tecnológicas y de innovación para un modelo de administración del conocimiento en las ADeSAU?		Identificar las capacidades tecnológicas y a la innovación pública universitaria asociada al software para elaborar un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una macrouniversidad	

Nota: Elaboración propia.

1.6 Hipótesis y objetivos de investigación

Antes del planteamiento de la hipótesis, se muestra en la Tabla 4 la definición de los conceptos desarrollados en la problemática.

Tabla 4. Definiciones relacionadas con la problemática de investigación

Concepto	Definición
Administración del conocimiento	La administración del conocimiento tiene por objeto de estudio cómo las organizaciones desarrollan capacidades organizacionales para adquirir, generar, transformar, difundir y utilizar el conocimiento que se requiere para que las mismas organizaciones realicen su propósito en forma eficaz y eficiente
Capacidades organizacionales	Colección de rutinas de alto nivel, o particulares al conocimiento organizacional, que dan cuenta de la habilidad de la organización para combinar sus recursos y ampliar sus características de producción, en particular sobre la creación de un producto o la prestación de un nuevo servicio (Amit and Schoemaker, 1993; Dosi et al., 2003; D. Teece and Pisano, 1994; Winter, 2000).
Capacidades distintivas de la firma	Capacidades organizacionales que distinguen a una organización y que se basan en sus activos estratégicos, las relaciones con sus interesados, el mantenimiento de sus compromisos y las actitudes de innovación (Kay, 2003).
Capacidades distintivas de la organización pública.	Son aquellas vinculadas al despliegue y combinación de los recursos para el funcionamiento óptimo de la organización pública, de manera que entregue resultados en la forma de valor público, que puede contener la atención a sectores sociales, la sostenibilidad, y la aplicación de lógicas globales y externas en forma de estrategias (Cabrero et al., 2000).
Gestión del conocimiento	Acciones de los recursos en forma de prácticas relacionadas al conocimiento organizacional, para lograr el cumplimiento relacionado con los planes y objetivos previstos (Argote, 2005; Nonaka y Takeuchi, 1999; Nonaka y Toyama, 2003).
Capacidad tecnológica	Refiere el dominio organizacional de habilidades técnicas para modificar o mejorar los procesos, productos y servicios existentes (Dutrénit y Vera-Cruz, 2005; Malerba, 1992).
Innovación	Es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos), que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) y que aprecian un valor potencial de tal implementación (Nelson, 2018; OECD/Eurostat, 2018).
Innovación pública	Implementación de productos de software, servicios y cambios organizacionales que difieren significativamente de los existentes y que presentan nuevas apreciaciones y utilidades de valor en forma de eficiencia, acceso descentralizado y simplificación de las operaciones relacionadas con la administración de una organización pública (Bloch y Bugge, 2013; Damanpour, Walker y Avellaneda, 2009; Demircioglu y Audretsch, 2017; Mulgan, 2007).

Nota: Elaboración propia.

1.6.1 Hipótesis de trabajo

En el modelo de administración del conocimiento propuesto para las ADeSAU de una macrouniversidad, la gestión del conocimiento tiene un efecto mediador significativo en la relación directa entre las capacidades tecnológicas y la innovación pública.

1.6.2 Objetivos particulares de la investigación

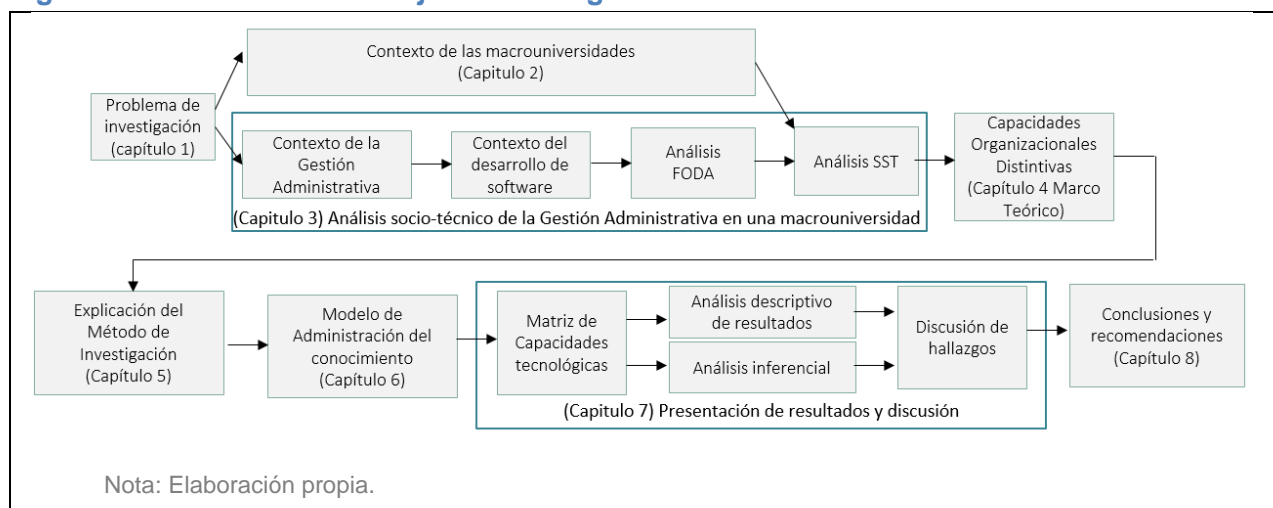
Los objetivos particulares de investigación que surgen a partir de las preguntas de investigación son los siguientes:

1. Desarrollar un modelo socio-técnico de la administración de una macrouniversidad
2. Elaborar un análisis de la acumulación de las capacidades tecnológicas en las ADeSAU de una macrouniversidad
3. Identificar las capacidades tecnológicas y a la innovación pública universitaria asociada al software para elaborar un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una macrouniversidad.

1.7 Estructura del trabajo de investigación

La investigación se estructura en siete capítulos, considerando al presente (véase Figura 4).

Figura 4. Estructura del trabajo de investigación



En el segundo capítulo se realiza una discusión respecto del papel de las universidades latinoamericanas en las sociedades del conocimiento. Se incluye el papel estratégico nacional que tienen las macrouiversidades, los estudios de innovación en universidades y como la planeación estratégica de las universidades en general se ha visto afectada por el cambio tecnológico.

Para el tercer capítulo se caracteriza a profundidad las ADeSAU en la UNAM, da referencia a sus relaciones sistémicas y establece su papel estratégico dentro de la estructura administrativa. Se incluye una reseña histórica de cómo se conformaron estas áreas dentro de la misma UNAM y se presenta el modelo socio-técnico de la administración para esta universidad, cuyas propiedades emergentes conducen a las capacidades organizacionales distintivas.

En el cuarto capítulo se establecen los fundamentos teóricos para la elaboración de un modelo de administración del conocimiento, se hace una revisión a la teoría de gestión del conocimiento y se examinan propuestas de análisis de capacidades tecnológicas. En consecuencia, se analiza el fenómeno de la innovación, con una orientación general para las organizaciones públicas y en particular a las macrouiversidades.

El quinto capítulo incluye las bases del método de investigación para elaborar un modelo de administración del conocimiento. La investigación en sus vertientes cualitativas y cuantitativas permite la propuesta de un modelo de cómo se relacionan las capacidades distintivas de las ADeSAU en una macrouiversidad: la gestión del conocimiento, las capacidades tecnológicas y la innovación. La realización requirió que el trabajo se dividiera en tres etapas: caracterización de las ADeSAU, la acumulación de capacidades tecnológicas para estas áreas y por último el desarrollo y validación del modelo de administración del conocimiento.

En el sexto capítulo se aborda la elaboración del modelo explicativo a partir del uso de una técnica de modelado multivariado de relaciones y pesos de trayectorias, como es el modelado de ecuaciones estructurales. Esta técnica permite la validación de los modelos de medición para los constructos de gestión del conocimiento, capacidades tecnológicas y de innovación, así como determinar la validez del modelo estructural de administración del conocimiento propuesto para la investigación.

En el séptimo capítulo se analizan los resultados y se realiza la discusión de estos. En síntesis, los resultados presentados son: la matriz de capacidades tecnológicas para las ADeSAU, la descripción del análisis descriptivo e inferencial y la validación del modelo estructural. Al final se discuten los hallazgos a partir de la confrontación con la teoría y su relación con el entorno y cultura organizacional en el que se desenvuelven las ADeSAU.

Finalmente, en el capítulo octavo, se presentan las conclusiones, se distinguen las aportaciones y se discuten futuras líneas de investigación. Dado el entorno complejo de las unidades de análisis del presente trabajo se dan pautas para la realización de estudios transversales y comparativos entre las ADeSAU de distintas macrouniversidades.

1.8 Consideraciones finales

En este capítulo se discutió la importancia de elaborar y validar un modelo de administración del conocimiento para una macrouniversidad. Este modelo se plantea en función de las capacidades organizacionales distintivas de las áreas que desarrollan software para la administración universitaria (ADeSAU). En cuanto a una forma de abordar la elaboración del modelo basado en constructos de la organización, se propone el uso del Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM), dado su enfoque de estudio estadístico multivariado y de comprobación de relaciones causales. Estas capacidades organizacionales distintivas para las ADeSAU son tecnológicas y de gestión del conocimiento y se plantea que su relación da como resultado la innovación pública. Plantear este modelo de administración, requiere subsanar varias brechas de estudio respecto a las unidades de análisis. Se encuentra que estas áreas no han sido estudiadas a profundidad en la literatura de las Ciencias de la Administración, ni se identifica que son áreas que tienen y desarrollan capacidades tecnológicas y que junto con las áreas de la atención administrativa mantienen asociaciones socio-técnicas.

Capítulo 2. La macrouniversidad latinoamericana en la sociedad del conocimiento

Las macrouniversidades latinoamericanas surgen con la misión de formar a los profesionales, técnicos e investigadores quienes darán solución a los problemas propios de cada país. Este propósito les da a estas grandes organizaciones rasgos de extensión nacional en los rubros de docencia e investigación, situación que les permitió distinguirse a lo largo del siglo XX como un fenómeno de instituciones de educación superior pública con autonomía¹ de cátedra y de administración, que son conformadas por un gran número de estudiantes, académicos, investigadores y trabajadores. Esta visión de macrouniversidad en los estados nacionales, es distintivo en los países de América de habla española y portuguesa.

En el ámbito de la sociedad del conocimiento, las macrouniversidades necesitan confrontar el pensamiento que les da origen y ajustarlo al contexto de características complejas y multinacionales, donde se da la convergencia de un gran número de agentes interesados, e incluye avanzar más allá de la función principal de impartir docencia para incluir varias funciones que se vuelven sustantivas para estos organismos, debido a las características nacionales de estas organizaciones.

Esta diversidad de funciones obliga que el estudio de las macrouniversidades en un entorno de complejidad se aborde como organizaciones nacionales que requieren de una administración universitaria de coadyuvancia y donde esta gestión es soportada por las áreas que desarrollan software para la administración (ADeSAU). En este escenario, las tecnologías de la información y comunicación, entre los que se encuentra el software, adquieren gran importancia para dar respuesta a las solicitudes de los agentes interesados con las macrouniversidades. Se plantea que este escenario de complejidad y

¹ Desde un punto de vista jurídico, la autonomía universitaria tiene el siguiente significado: “la posibilidad que tiene una comunidad de darse sus propias normas, dentro de un ámbito limitado por una voluntad superior, que para el caso sería la del Estado. Esta capacidad que permite a una comunidad ordenarse a sí misma, implica la delegación de una facultad que anteriormente se encontraba centralizada en el Estado (Barquín, 1979: 3)”, (citado en: Marsiske, 2010, p. 10).

cambio tecnológico requiere de una planeación estratégica continua en las organizaciones señaladas, de forma que se mantengan realizando en forma exitosa su propósito nacional. De ahí que se considera necesario realizar un abordaje del estudio de las universidades en este entorno de la sociedad del conocimiento, una extensión hacia el papel nacional de las macrouiversidades y la planeación estratégica continua para enfrentar el cambio tecnológico en el entorno de complejidad

2.1 Universidades y sociedad del conocimiento

Las funciones de la universidad moderna occidental toman su origen del modelo que impulsó Wilhem von Humboldt en Berlín en 1809, “caracterizado por el ideal académico de combinar enseñanza e investigación” (Fichte et al., 1959, en Arocena y Sutz, p. 7), y que ha evolucionado a un concepto de funciones sustantivas² basadas en la docencia, la investigación, la cultura y una cuarta función de vinculación. Esta última función está fundamentada en el Modelo de Triple Hélice de Etzkowitz (2004), que considera la llave de la innovación en la sociedad del conocimiento la interacción entre la Universidad, la Industria y el Gobierno. Este modelo de Universidad ha resultado afín al entorno actual de alcance global que el economista y sociólogo Castells (1996, p. 92) ha llamado “economía informacional” la cual se encuentra arraigada en el desarrollo tecnológico, y cuya transformación a través de las dimensiones sociales y éticas, nos ha llevado a hablar de la aparición de la sociedad del conocimiento (UNESCO, 2005).

Cabe mencionar que las universidades están inmersas en un ambiente global cuya base económica ha dejado de ser la producción de bienes industriales, para ser reemplazada por la generación, difusión y uso del conocimiento (Castells, 1996; Drucker, 1969), sobre todo visto como un recurso económico y estratégico que está vinculado a los sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 2016)³. La sociedad del conocimiento se ha interpretado como motor del desarrollo económico y social, caracterizado por el cambio

² Las funciones sustantivas de las macrouiversidades son comentadas a detalle en el punto 2.2.4 del presente capítulo.

³ Un sistema nacional de innovación está constituido por agentes y relaciones que están situados o arraigados dentro de las fronteras de un estado nacional que interactúan en la producción, difusión y utilización de conocimientos nuevos y económicamente útiles.

tecnológico continuo, al que se han tenido que adecuar las organizaciones para mantenerse presentes (Schein, 1982),.

La sociedad del conocimiento y la apertura de nuevas formas de tecnologías de la comunicación han sido las causas para que se conjuguen nuevos vínculos en la búsqueda de ventanas de oportunidad entre la Universidad, el Estado y la empresa (Arias, 2013; Etzkowitz, Webster, Gebhardt y Terra, 2000; Rincón, 2004). El estudio de estos vínculos ha sido plasmado en el modelo ya mencionado de triple hélice (Etzkowitz et al., 2000), donde a partir de la inclusión de actores y factores de sustentabilidad, se ha extendido a propuestas mejoradas, en los modelos de cuádruple⁴ y de quinta hélice⁵ (Carayannis y Campbell, 2009).

De acuerdo con los modelos de hélice, tanto las universidades públicas como las privadas, necesitan sobreponerse a la visión tradicional de generación del conocimiento en una comunidad 'rígida' y sujeta a los 'intereses' de los investigadores —en lo que Gibbons, Limoges, Nowotny, Schwartzman, Scott y Trow (1994) identifican como el 'modo 1' de generación del conocimiento— hacia un modelo de transformación interdisciplinar y vinculante para capitalizar el conocimiento concerniente a la solución de problemas de la sociedad, en lo que se conceptúa como el 'modo 2' de generación del conocimiento (Gibbons et al., 1994). En estos modelos de vinculación — donde resalta una visión predominantemente de los países industrializados— a la Universidad se considera como la generadora de conocimientos científicos básicos, que son aprovechados por las firmas, las que a su vez utilizan estos conocimientos para producir la innovación que les permita sobresalir en el mercado. En este sentido, el Estado es el impulsor de las políticas de la vinculación academia-industria que beneficia el desarrollo económico.

Así como las universidades desarrollan investigación que se piensa con posibilidad de aprovechamiento en la industria, existen otras capacidades endógenas a las

⁴ El modelo de cuádruple hélice propone un modo 3 de producción de conocimientos, donde además de las universidades, las empresas y el Estado se adicionan la participación de agentes relacionados a la sociedad y al medio ambiente a través de la formación de redes de innovación y *clusters* de conocimiento.

⁵ Este modelo también incluye a los medios de comunicación, la cultura y la sociedad civil, y la dimensión de los entornos naturales.

universidades, de tipo técnico, que son soportadas por recursos humanos especializados en las universidades que no son contempladas en los modelos de vinculación propuestos. Hablando específicamente en el ámbito latinoamericano de las macrouniversidades, se tienen trabajadores expertos que realizan actividades en áreas intensivas en conocimiento, como puede ser el desarrollo de software. Estas capacidades son una adición a la investigación básica que se realiza en estas universidades y se considera que deben tomarse como un agregado a los modelos hélice. En las macrouniversidades latinoamericanas, dado su alcance nacional, la difusión del aprendizaje surgido de sus capacidades organizacionales pueden impactar a un mayor número de agentes.

2.2 Las macrouniversidades latinoamericanas

Ejemplo de organismos complejos, heterogéneos, donde interactúan y se autoorganizan gran número de agentes, son las macrouniversidades latinoamericanas, instituciones que imparten esencialmente educación superior⁶, y que tienen un papel relevante en la investigación nacional⁷, que se distinguen por su carácter público y su autonomía de gestión, con alta demanda social en la formación de profesionales y gran peso en el desarrollo científico y tecnológico de los países latinoamericanos y del Caribe. Como se verá en las siguientes secciones, las macrouniversidades no son meras universidades de masas, han pasado por fases históricas que les han caracterizado y tienen funciones sustantivas de carácter nacional. Actualmente, las macrouniversidades se encuentran en un entorno complejo de cambios continuos y vinculaciones con múltiples agentes. Es en

⁶ Aunque la mayoría de las macrouniversidades imparten la educación superior, se tienen casos que abarcan niveles educativos previos. En el caso de la UNAM, existe un programa de enseñanza abierta para los trabajadores, cónyuge e hijos que cubre desde la enseñanza primaria hasta profesional (fuente: Cláusula 52 del Contrato Colectivo de trabajo 2016-2018, Universidad Nacional Autónoma de México). La **UNAM**, al igual que el **Instituto Politécnico Nacional** en México también ofrecen la impartición del nivel bachillerato o nivel medio superior (véase <https://www.unam.mx/>, <https://www.ipn.mx/>). La **Universidad de Chile** cuenta además de los estudios superiores con un programa de bachillerato (véase <http://www.uchile.cl/carreras/5026/programa-academico-de-bachillerato>). La **Universidad Nacional de Costa Rica**, en su oferta académica tiene varias carreras, además de nivel licenciatura, a nivel bachillerato como son Administración, Arte y comunicación visual, Artes escénicas, Comercio y Negocios Internacionales, Danza, Dirección Coral, etc. (véase <https://www.una.ac.cr/index.php/m-carreras>).

⁷ En el caso de México, en 2017 se contaban con 27,188 inscritos al Sistema Nacional de Investigadores, de los cuales las macrouniversidades mexicanas tienen una participación importante, siendo las tres más numerosas las siguientes: la UNAM con 4568 investigadores (16%), el Instituto Politécnico Nacional con 1996 (7%) y la Universidad de Guadalajara con 1065 (3%) (CONACYT, 2017).

este entorno donde estas organizaciones desarrollan capacidades tecnológicas, entre ellas las concernientes con el desarrollo de software.

2.2.1 Las universidades de masas y las macrouniversidades

En todo el mundo hay instituciones de educación superior, con gran número de alumnos, ejemplo son la *Indira Gandhi National Open University* de la India que atiende a más de 3 millones de alumnos (IGNOU, 2014) y cuya visión se establece como sigue: hacer avanzar las fronteras del conocimiento y promover su difusión mediante sistemas sostenibles de enseñanza abierta y a distancia, accesibles a todos (IGNOU, 2010). La *Allama Iqbal Open University*, de Paquistán, tiene 1.2 millones de alumnos y se estableció con el objetivo de dar educación superior y oportunidades a las masas que no pueden dejar sus casas o salir de sus trabajos (AIOU, 2016). Una tendencia que se observa a nivel global, en las grandes universidades que se abren a finales del siglo XX, es el uso de la educación a distancia que se complementa con las tecnologías de la información (de ahí el uso del término *Open*) para dar inclusión a las personas sin importar su origen y que aspiran a acceder a un título superior universitario. En el hemisferio occidental, los alumnos de las universidades de masas se encuentran principalmente en los Estados Unidos, donde destacan en primer lugar, *The State University of New York* con 1.3 millones de alumnos (SUNY, 2019), de los cuales 600 mil están en cursos universitarios en *campus* universitarios y 700 mil en programas de educación continua y alcance comunitario; en segundo lugar se encuentra la *Ohio Department of Higher Education*, donde se cuentan 600 mil estudiantes repartidos en 14 universidades y 23 Colegios (ODHE, 2019).

Mientras las grandes universidades fuera de Latinoamérica tienen como fin dar acceso a los alumnos al campo laboral, es en esta región donde se forja una visión diferente de las Universidad de masas. Así, las llamadas macrouniversidades latinoamericanas, nacen a partir de las universidades religiosas de origen colonial (Arango, 2005) y se consolidan como organismos de educación superior nacional durante el siglo XX (Didriksson et al., 2008). Las macrouniversidades, se consideran distintivas en la región latinoamericana (Didriksson, 2002), con la visión moderna de enfrentar los problemas propios de cada país a partir de la formación de profesionistas de educación superior.

Muestras de estas disposiciones se encuentran en las leyes orgánicas, estatutos y decretos de creación de las principales macrouniversidades latinoamericanas: por ejemplo, en el artículo primero de la Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de México (1966), se establece:

...la Universidad Nacional de México tiene por fines impartir la educación superior y organizar la investigación científica, principalmente de las condiciones y problemas nacionales, para formar profesionistas y técnicos útiles a la sociedad y llegar a expresar en sus modalidades más altas la cultura nacional, para ayudar a la integración del pueblo mexicano”.

En el mismo sentido, la Universidad de Buenos Aires, en el primer numeral de su Estatuto Universitario (1960) señala:

La Universidad [...] es una entidad de derecho público [...] y presta particular atención a los problemas argentinos” a lo que se añade en su tercer numeral: “[...] Forma Investigadores originales, profesionales, idóneos y profesores de carrera, socialmente eficaces y dispuestos a servir al país.

A su vez, el decreto de la creación de la Universidad de Sao Paulo (Secretaria de Estado da Educação e da Saúde Pública, 1934) señala:

[...] considerando que a organização e o desenvolvimento da cultura filosófica, científica, literária e artística constituem as bases em que se assentam a liberdade e a grandeza de um povo.”⁸

La Universidad Nacional de Colombia destaca los siguientes fines (UNAL, 2014):

- 1) Contribuir a la unidad nacional, en su condición de centro de vida intelectual y cultural abierto a todas las corrientes de pensamiento y a todos los sectores sociales, étnicos, regionales y locales.
- 2) Estudiar y enriquecer el patrimonio cultural, natural y ambiental de la nación y contribuir a su conservación.
- 3) Estudiar y analizar los problemas nacionales y proponer, con independencia, formulaciones y soluciones pertinentes.

⁸ “[...]considerando que la organización y el desarrollo de la cultura filosófica, científica, literaria y artística constituyen las bases en que se asientan la libertad y la grandeza de un pueblo”, traducción propia.

Se resalta en las citas anteriores, que prevalece en las macrouniversidades, el sentido de la resolución de los problemas nacionales, esto mediante la formación de profesionales e investigadores en diversas disciplinas, a través de inculcar el pensamiento científico y crítico a los mismos, de manera que formulen las soluciones requeridas por las sociedades de cada país latinoamericano.

2.2.2 Fases históricas de las macrouniversidades

Didriksson y Herrera (2009) establecen el origen intelectual de las macrouniversidades con el movimiento estudiantil que se dio en Argentina, en la Universidad de Córdoba en 1918; sin duda es, en este acontecimiento, donde elementos como la autonomía, la democratización de los procesos universitarios, la libertad de cátedra y el carácter científico, permeó a las universidades de masas en Latinoamérica.

El argumento de Didriksson y Herrera (2009) establece que las macrouniversidades han evolucionado a través de tres fases diferenciadas de acuerdo con el contexto económico-social latinoamericano: la primera vinculada con los movimientos de autonomía e identidad estudiantil (de 1920 a 1970), la segunda fase de cambio de formación de las élites profesionales liberales a una de masificación de la docencia de grado, posgrado e investigación que finaliza hacia la década de los 90 e inicios de este siglo XXI y una tercera fase, que apunta a la propuesta de una universidad moderna, resaltando circunstancias como el uso de las TIC, la internacionalización, el surgimiento de la sociedad del conocimiento, etc.

Se toman las fases propuestas por Didriksson y Herrera (2009) para identificar rasgos históricos que conforman a las macrouniversidades. Retomando la primera fase, ésta se encuentra vinculada a la conformación de la autonomía, herencia de la universidad colonial que formaba juristas y sacerdotes, y que, aunque tenía limitaciones en autonomía administrativa (que era manejada por comunidades religiosas), desarrollaba los planes y programas que consideraba apropiados (Arango, 2005). Elementos como la identidad estudiantil, la distinción como organismos nacionales, el distanciamiento de la religión, la acentuación de la independencia y la formación científica forman parte de la primera etapa

señalada⁹ (IISUE, 2014). Para establecer los modelos modernos de funcionamiento en esta primera etapa, las universidades latinoamericanas buscaron adoptar modelos ya maduros, como el de las organizaciones de la Universidad de Salamanca y la Universidad de California¹⁰. El cierre de esta primera fase se da en los años 70 del siglo pasado, y está remarcado por una politización de las universidades públicas, no sólo de las latinoamericanas, sino también las de Estados Unidos y Europa, a lo que se sumaron prácticas de represión estudiantil por varios de los estados, donde los movimientos estudiantiles se hicieron más que evidentes.

Regresando ahora a una reflexión de la segunda fase, señalada por Didriksson y Herrera (2009), y que abarcó los últimos 30 años del siglo pasado, las macrouiversidades, al igual que las universidades públicas de los países desarrollados (Clark, 2000), sufrieron limitaciones económicas a partir de las políticas neoliberales que tuvieron su auge en las décadas de los ochenta y noventa del siglo XX. Estas políticas las obligaron a buscar fuentes alternativas de financiamiento, con un mayor interés en la esfera económica productiva, en perjuicio de otros campos del conocimiento (Gutiérrez y Moreno, 2010). Las universidades de Latinoamérica, en la exploración de modelos de estrategias para dar atención a las demandas del entorno, buscaron y aplicaron modelos (Tarapuez, Osorio y Parra, 2012) como el de Clark (2000), con elementos como la dirección central reforzada, la creación de centros interdisciplinarios, diversificación del financiamiento y la extensión disciplinar de su núcleo académico. Es en este periodo, cuando referentes y conceptos de la administración estratégica se consideran seriamente como el eje de los cambios que requirieron en ese momento las universidades para afrontar las limitaciones del presupuesto a consecuencia de las políticas neoliberales.

En cuanto a la tercera fase, que continua hasta el presente, es referida a la macrouiversidad que requiere adaptarse a la sociedad del conocimiento, a través de la

⁹ El discurso inaugural de Justo Sierra, en el caso de la Universidad Nacional de México hace latente este distanciamiento de la universidad colonial: "Si no tiene antecesores, si no tiene abuelos, nuestra Universidad tiene precursores: el gremio y claustro de la Real y Pontificia Universidad de México no es para nosotros el antepasado, es el pasado" (IISUE, 2014, p. 60).

¹⁰ Véase: IISUE (2014) y el sitio web: La Facultad de Minas celebra 128 años de historia, disponible en: <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/facultad/181-la-facultad-de-minas-celebra-128-anos-de-historia>.

internacionalización (Didriksson, 2002, 2006; Hernández, Martuscelli, Moctezuma, Muñoz y Narro, 2015; Miranda et al., 2008), la asimilación de los cambios tecnológicos, la administración del conocimiento, la atención a la transparencia (Carpizo, 2009; Marsiske, 2004), e incluso convertirse en universidad emprendedora (Ruiz, 2016). En esta etapa destacan aspectos de vinculación a la empresa productiva, con programas de difusión e innovación de tecnologías para la industria, la formación de incubadoras de empresas y la participación en parques científicos y tecnológicos (Etzkowitz et al., 2000).

2.2.3 Caracterización de las macrouniversidades de América Latina y el Caribe

Las macrouniversidades son más que instituciones de educación superior, ya que superan con creces este concepto. Se destacan las siguientes características para estos organismos: mantienen un carácter público y autónomo, tienen alta demanda social respecto al nivel de la licenciatura y de los posgrados¹¹, sobre todo debido al porcentaje significativo de estudiantes que atienden en cada país latinoamericano; abarcan considerablemente la producción nacional del conocimiento científico, tecnológico, humanístico, artístico, social, cultural y tecnológico; a su vez, absorben un porcentaje significativo del presupuesto destinado a cada país en el sistema de educación superior y, entre otras actividades, mantienen bajo su resguardo y protección gran parte del patrimonio arquitectónico y cultural de sus naciones.

Las macrouniversidades en América Latina y el Caribe, son resultado de las problemáticas comunes del subcontinente, son un fenómeno específico y son divergentes de sus pares de los Estados Unidos de Norteamérica (Didriksson, 2002) que tienen el fin principal de formar a los recursos humanos e investigación que requieren las grandes firmas y también el del emprendimiento empresarial.

¹¹ Algunas veces abarcan niveles de educación media y bachillerato, como la UNAM en México y la Universidad Nacional, Costa Rica, UNA.

La evolución de las macrouniversidades, en el contexto de la sociedad del conocimiento, ha permitido la colaboración y la extensión de sus actividades no sólo dentro de Latinoamérica, sino con prácticamente universidades, centros e institutos en todos los continentes. Estas instituciones de educación actualmente se apoyan en un proceso de colaboración e integran la Red de Macrouniversidades de América Latina y el Caribe¹², que está constituida por 37 universidades públicas de 20 países¹³.

En la Tabla 5, son presentados los datos de cuatro macrouniversidades latinoamericanas, correspondientes a los países más poblados de Latinoamérica, de estos datos se destacan las siguientes observaciones:

1. Las macrouniversidades consideradas tienen un gran número de alumnos que se cuenta desde decenas de miles hasta centenas de miles. Se puede observar que el porcentaje de alumnos de licenciatura es significativo a nivel nacional. A nivel posgrado también destacan estas macrouniversidades: la UNAM y la UNAL atienden en su respectivo país al 12% de alumnos de posgrado y la USP tiene el 24% de los alumnos de posgrado de Brasil (Figura 5).
2. Estas instituciones tienen una población de miles y en ocasiones decenas de miles de docentes, investigadores y trabajadores con necesidades y demandas de servicios y prestaciones. Resalta el caso particular de la UNAM con una población de más de 75 mil personas.
3. El presupuesto para las macrouniversidades va desde decenas hasta centenas de millones de dólares. El presupuesto en 2017 para la UNAM fue de aproximadamente 2,000 MDD. Como nota adicional, se establece que las restricciones presupuestales en 2018-2019 han mantenido su presupuesto, con ajuste marginal a lo establecido por el índice de precios al consumidor de México, por lo que en consecuencia no tuvo un crecimiento real en los años señalados.

¹² Véase <http://www.redmacro.unam.mx/>

¹³ Las macro universidades se listan en el Anexo "C"

4. Estas instituciones cuentan con un gran número de sedes, *campus*, escuelas, institutos y centros de investigación, museos, centros culturales, deportivos, etc. distribuidos a lo largo y ancho de cada región y país latinoamericano.
5. Las macrouniversidades mantienen bajo su resguardo cultural recintos y colecciones importantes de sus patrimonios nacionales, como son: museos, monumentos, reservas ecológicas, acervos bibliográficos, etc., lo que conlleva actividades adicionales de administración de tales recursos nacionales.
6. Dadas las funciones sustantivas de una macrouniversidad, su administración se vuelve compleja, en consecuencia, estas organizaciones requieren de unidades y centros administrativos creados para realizar la administración universitaria. Ejemplos son las rectorías, las vicerrectorías, las divisiones, las coordinaciones, las direcciones de área, las oficinas, entre otras.

Tabla 5. Datos de cuatro macrouniversidades latinoamericanas

Universidad, Acrónimo, País	Niveles que cubre y Población de Alumnos	Población de Trabajadores	Presupuesto o moneda local (USD) Año de publicación	Número de Escuelas, Facultades, Institutos y centros de Investigación	Resguardo Cultural y del Patrimonio Nacional	Número de Dependencias Administrativas o de Gestión Central	Relación de Alumnos a nivel Nacional
Universidad de Buenos Aires, UBA, Argentina	Licenciatura: 262,932 Posgrado: 14,441 Total de estudiantes: 277,373 (UBA, 2011b)	Académicos: 19,616 Investigadores: 8,616 Total de trabajadores: 28,232 (UBA, 2011a)	ARS\$ 15,513 millones (En USD: 896.5 MDD) (UBA, 2017)	Facultades: 13 (Unidades multidisciplinarias) Investigación: 44 (UBA, 2011c)	Centro Cultural R.R. Rojas Cine cosmos-UBA Red de museos Orquesta de la Universidad de Buenos Aires Rector Ricardo Rojas Bloc de Cultura Digital, etc. (UBA, 2011c)	Rectoría, Secretaria General: 4 Secretaria Administrativa: 3 Secretaría de ciencia y técnica: 4 Secretaría de Asuntos Académicos: 8 (UBA, 2011c)	Licenciatura: 14% Posgrado: 10% (NEIES, 2013)
Universidad Nacional de Colombia, UNAL, Colombia	Pregrado: 41,500 Posgrado: 8,500 Total de estudiantes: 50,000 (UNAL, 2015b)	Docentes: 2939 (UNAL, 2015a) Administrativos: 2960 (UNAL, 2013) Total de trabajadores: 5,633	COP\$ 1,014,058 millones (En USD 304 MDD) 2018 (UNAL, 2018a)	Facultades: 21 facultades en cuatro <i>campus</i> , Institutos y Centros de Investigación: 19 en ocho <i>campus</i> , Servicios de Investigación Servicios de información Dirección Nacional de Laboratorios Servicios de Innovación y extensión Sedes: tres andinas en Medellín, Manizales y Palmira, y cuatro de frontera en Amazonas, Caribe, Orinoco y Tumaco (UNAL, 2018d)	Auditorio León de Greiff, Claustro de San Agustín, Museo de Arquitectura Leopoldo Rother Museo de Historia Natural Museo de la Ciencia y el Juego, Museo de Arte Museo Paleontológico de Villa de Leyva, Casa Museo Jorge Eliecer Gaitán Observatorio Astronómico Nacional, etc. (UNAL, 2018e)	Rectoría, Consejos 3, Vicerrectorías 4, Oficinas Nacionales 6, Divisiones, Direcciones y oficinas, 10, oficinas y estructuras administrativas en 10 sedes (UNAL, 2018e)	Pregrado: 9% Posgrado: 12% (UNAL, 2015c)

Tabla 5. Datos de cuatro macrouniversidades latinoamericanas (continuación)

Universidad, Acrónimo, País	Niveles que cubre y Población de Alumnos	Población de Trabajadores	Presupuesto moneda local (USD) Año de publicación	Número de Escuelas, Facultades, Institutos y centros de Investigación	Resguardo Cultural y del Patrimonio Nacional	Número de Dependencias Administrativas o de Gestión Central	Relación de Alumnos a nivel Nacional
Universidade de São Paulo, USP, Brasil	Licenciatura: 59875 Posgrado: 30,039 Total de estudiantes: 94,875 (USP, 2017a)	Docentes: 6,090 Administrativos: 17,199 Total de trabajadores: 23,289 (USP, 2017b)	R\$ 127,961 miles de millones (En USD: 39 MDD) (USP, 2017c)	Centros de enseñanza e Institutos de Especialidades: 6 Total: 48 unidades en seis <i>campus</i> nacionales (USP, 2017b)	Museos, Estación Científica, Cinema, Centro de Difusión Científica y Cultura, Sala de Conciertos, etc. (USP, 2017b)	<i>Gabinete do Reitor,</i> Órganos centrales de dirección y servicio: 31 Hospitales: 4 (USP, 2017b)	Licenciatura: 1% Posgrado: 24% (Ministério da Educação, 2018; USP, 2017d)
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México	Bachillerato: 112,624 Licenciatura: 205,648 Posgrado: 30,363 Total de estudiantes: 348,635 (UNAM, 2018a)	Académicos: 40,184 Investigadores: 4,598 Administrativos: 30,024 Total de trabajadores: 74,806 (UNAM, 2018a)	MXN\$ 40,929,422. 558 (En USD 2,000 MDD) 2017 (UNAM, 2017b)	Facultades: 15 Unidades Multidisciplinarias (Licenciatura y Posgrado): 5 Escuelas Nacionales en Mérida, León, Morelia, Morelos y CDMX (Técnico, Licenciatura y Posgrado): 6 Planteles Bachillerato: 14 Institutos y Centros de Investigación en Ensenada, Juriquilla, Morelia, Morelos, León y CDMX:48 (UNAM, 2018a)	Centro Cultural Universitario, Museos, Salas de Conciertos, Recintos Históricos, Servicio Sismológico Nacional, cines, Jardín Botánico, Biblioteca y Hemeroteca nacionales, Reservas Ecológicas, Observatorio Astronómico Nacional etc. (UNAM, 2018a)	Rectoría, Secretaría General: 7 Secretaría Administrativa: 6 Servicios a la Comunidad: 5 Planeación: 4* (UNAM, 2018a)	Bachillerato: Debajo del 0.01% Licenciatura: 6% Posgrado: 12% (SEP, 2017)

Notas: * No se considera la propia Rectoría, ni órganos legales u organismos colegiados.

Elaboración propia a partir de las referencias indicadas.

MDD: Millones de Dólares Norteamericanos, USD.

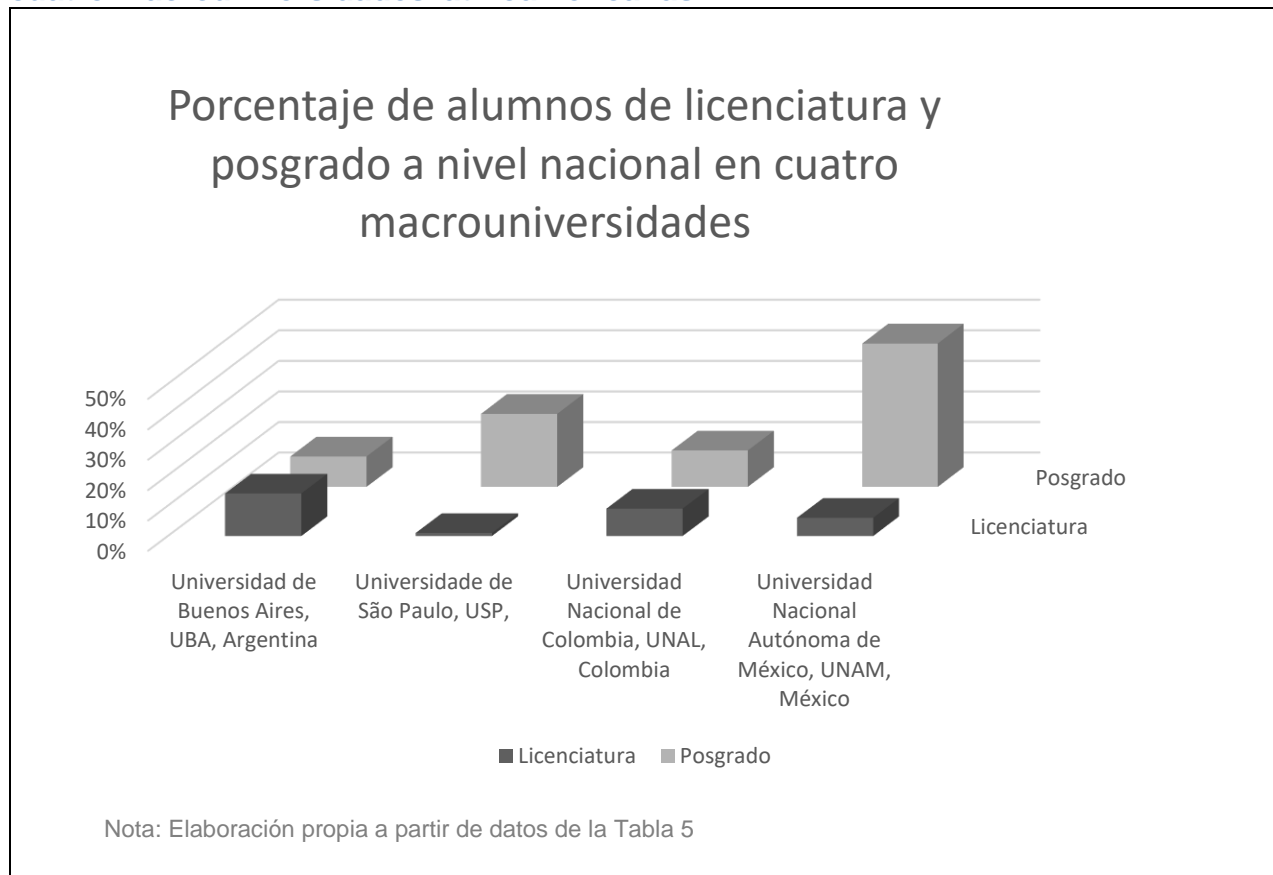
ARS\$. Pesos Argentinos

R\$: Reales brasileños

COP\$: Pesos colombianos

MXN\$: Pesos mexicanos

Figura 5. Porcentaje de alumnos de licenciatura y posgrado a nivel nacional en cuatro macrouniversidades latinoamericanas



2.2.4 Funciones sustantivas de una macrouniversidad

Como se ha descrito, las macrouniversidades por su sentido estratégico nacional requieren articular varias funciones que se vuelven sustantivas y que se describen a continuación:

- La **docencia** en macrouniversidades, puede ser, dependiendo del país latinoamericano, desde el nivel básico, medio superior y superior; esta función se proyecta como la generadora de los profesionistas de alto nivel, portadores de una cultura científica y humanista que atenderán los problemas nacionales con racionalidad y objetividad (Didriksson y Herrera, 2009). Se atiende a un gran número de alumnos en *campus*, con infraestructuras de aulas, auditorios y bibliotecas, que son complementadas de acuerdo con las posibilidades económicas de cada macrouniversidad con servicios tecnológicos, como redes alámbricas e

inalámbricas, centros de videoconferencia, bibliotecas virtuales, repositorios de documentación, bases de datos especializadas, etc.

- La **investigación** en las universidades de Latinoamérica representa el “ambiente institucional más importante de anclaje de las comunidades científicas nacionales [...] en la mayor parte de las universidades latinoamericanas es posible identificar sitios – grupos, laboratorios y centros activos y relevantes, desde el punto de vista de la ciencia mundial. En muchos casos, estos grupos no presentan solamente un desempeño importante desde el punto de vista estrictamente académico, también son significativos para su entorno social, creando canales estables de comunicación y produciendo un impacto relevante en sus sociedades” (Balbachevsky, 2008, p. 27). Al igual que las labores de docencia, la investigación requiere de servicios de administración y servicios adicionales de difusión de las investigaciones.
- Las universidades públicas latinoamericanas son responsables de orientar la **cultura** como fuente de integración de los diversos grupos étnicos, sociales y nacionales: en palabras de Rojas (Rojas, 2009) la cultura en las universidades es “de los injertos en el tronco que se pasa de la multiculturalidad a la interculturalidad, donde se supera la confrontación entre lo semejante y lo distinto, la tolerancia se convierte en un método y el sincretismo en un horizonte. La responsabilidad cultural sólo la puede asumir la educación pública que forma para el espacio social común y no sólo para el lugar donde se negocian los intereses privados”. Las actividades culturales impactan en las comunidades aledañas a los *campus* universitarios, y cuando son macrouiversidades tienen amplia presencia a nivel nacional. Hablando, en favor de la difusión de la cultura con base en las universidades, se dice que ésta es un contrapeso a la deshumanización que puede involucrar la economía del conocimiento (Brunner, 2014; Rojas, 2009).
- La relación de **vinculación** que tienen las universidades con otros interesados incentiva el desarrollo económico y social a través de la investigación universitaria, mediante la generación, difusión y transferencia del conocimiento a la sociedad (Ortiz y Morales, 2011). La vinculación universitaria es un área compleja de relaciones de la Universidad con sectores empresariales, industriales, sociales e

interesados en cuestiones medioambientales; va más allá de la simple capacitación, realiza adicionalmente el análisis y la síntesis de las necesidades y requerimientos, realiza acciones de seguimiento y control de las actividades con los actores involucrados. Así la vinculación universitaria es una función sustantiva de las macrouniversidades para encontrar las soluciones a los problemas nacionales.

La articulación de las funciones sustantivas de una macrouniversidad requiere un sistema de administración, con personal operativo y especializado en labores de conocimiento que atienda las siguientes circunstancias:

- Administración de *campus* con diferentes niveles educativos (bachillerato, licenciatura y posgrado), y administración de diversos bienes e inmuebles con diferentes propósitos (docencia, investigación, cultura, deporte, vinculación universitaria).
- Mantenimiento de un sistema de nómina, pagos y estímulos de un número grande de docentes, investigadores, técnicos, trabajadores y administrativos.
- Gestión de multiplicidad de laboratorios e institutos de ciencias humanísticas y científicas con relaciones hacia empresas, organizaciones sociales, públicas, con alcance regional, nacional e internacional.
- Gestión de financiamiento apoyada en una dependencia de los recursos aprobados por cada estado y con una contracción constante de recursos económicos.
- Crecimiento de la matrícula sin aumento de recursos.
- Modernización de los procesos de gestión, a partir de la simplificación administrativa y descentralización de servicios.
- Participación en programas de internacionalización.
- Realización de la difusión de las actividades universitarias a través de estaciones de radio, canales de televisión, portales de internet, etc.
- Administración y concesiones de comercios, restaurantes, etc.

2.2.5 Entorno complejo y macrouniversidades

Las organizaciones se encuentran en un entorno que se dice 'complejo', de avanzada globalización y donde sus actividades no pueden separarse de diversos aspectos que conforman la realidad con determinantes tecno-económicos, llámense estos en palabras

detalladas de Barrón et al. (2015, p. 11) “económicos, financieros, políticos, sociales, ecológicos, culturales, técnico-científicos, geopolíticos[...]”. La complejidad nos permite inferir que las organizaciones están interrelacionadas y que las fronteras entre las mismas no son perfectamente delimitadas. Lo que hace una organización afecta lo que pasa en el entorno y viceversa (Barrón et al., 2015).

Una forma de enfrentar a la complejidad es la delimitación por medio del enfoque sistémico, llámense estos resultantes sistemas complejos (Méndez et al., 2012). En los sistemas complejos “es común encontrar que elementos de un sistema interactúan con los de otro y que incluso cambiando de perspectiva los podríamos agrupar de distinta manera formando un nuevo sistema, un nuevo orden” (Méndez et al., 2012, p. 21).

Refiriendo a los sistemas complejos, Méndez et al. (2012) indican que estos constan de numerosos agentes que interactúan y se autoorganizan en forma de red, sin un controlador central, éstos son abiertos, con frecuentes intercambios con el medio ambiente. Respecto con la interacción con el entorno Díaz Mata (2012, p. 261) observa que “tienen mecanismos que les permiten absorber las variaciones externas que los alteran y que, cuando rebasan cierto umbral o punto crítico, los hacen desestabilizarse para, después de un período caótico en el que se auto-reorganizan, llegar a un nuevo período de estabilidad fuera del equilibrio; es decir, se adaptan”.

Por su parte para Holland (1995), en su conceptualización de los sistemas complejos adaptables, estos pueden abarcar una gran diversidad de formas, desde las biológicas (por ejemplo es el sistema nervioso central), hasta las organizaciones humanas relacionadas con su entorno, (el ejemplo son las gigantescas ciudades alrededor del planeta con su gran diversidad caleidoscópica de vendedores, compradores, administradores, calles, avenidas, puentes, etc.), donde no se observa aparentemente una planeación central que mantiene un funcionamiento coherente cada día. De acuerdo con Holland (1995), las reglas en un sistema complejo adaptable van cambiando de acuerdo con la experiencia acumulada.

Una propuesta ontológica de complejidad sistémica, elaborada para las ciencias sociales, es propuesta por Yoguel y Robert (2013), a partir de cinco ejes:

1. La Heterogeneidad, que es la relación a la adaptación y evolución de los componentes del sistema a partir del aprendizaje y el uso de la capacidad creativa.
2. Las Interrelaciones que tienen lugar, a partir del cambio de ubicación de los componentes, el intercambio de información local y global, con características de parcialidad y falta de control.
3. Una arquitectura en forma de red en la cual un sistema complejo está compuesto por otros subsistemas que también son complejos y la presentación de estructuras internas modulares por medio de las cuales el sistema manifiesta resiliencia y mantiene su funcionalidad en caso de algún ajuste interno.
4. Un desequilibrio y una capacidad de autoorganización, a partir de su capacidad de realizar intercambio con el entorno y de la existencia de relaciones no lineales y retroalimentaciones en condiciones de incertidumbre.
5. La presentación de propiedades emergentes, con escala de análisis múltiple en espacio y tiempo, con constancia macroscópica y compatible con variabilidad a pequeña escala.

Si hablamos de las macrouniversidades, con relaciones con un gran número de agentes locales e internacionales, y con objetivos de mantenerse conectada con los flujos de conocimiento que se llevan a cabo a nivel mundial, la conceptualización del entorno complejo en que se desenvuelven tiene lugar. Las macrouniversidades se encuentran en un entorno complejo de autoorganización, no centralizado, interactuando con un gran número de actores. Acrecentando esta complejidad, en el interior de las macrouniversidad se forman redes de los más diversos sentidos: políticas, económicas, tecnológicas, docentes, etc. Estas redes a su vez tienen contactos con agentes en diversos lugares del orbe.

Así las macrouniversidades son macrosistemas que requieren ser estudiados desde una visión de descomposición sistémica, con funciones sustantivas que están orientadas a formar a los profesionales que den soluciones a los problemas nacionales. La ejecución de estas funciones sustantivas requiere a su vez de la administración y cuya adaptación

a los factores de cambio es soportada por las áreas que desarrollan software para la administración universitaria (ADeSAU). Para enfrentar el entorno complejo, las ADeSAU desarrollan capacidades organizacionales, principalmente de tipo tecnológico.

El siguiente apartado, de planeación estratégica, es consecuencia del entorno complejo en que se desenvuelven las macrouiversidades, caracterizado por la sociedad del conocimiento y la necesidad continua de adaptación a los cambios tecnológicos.

2.3 La planeación estratégica en las universidades como consecuencia del cambio tecnológico

La planeación estratégica permite que una organización formule sus valores, implante y evalúe su misión y alcance la visión planteada en sus planes con el objetivo de mantenerse vigente, optimice recursos y enfrente el entorno complejo que impone la sociedad del conocimiento. Es importante señalar que el proceso de planeación estratégica no es estático, pues está sujeto a cambios; y aunque se realiza en forma analítica, la síntesis y la reformulación de sus planes de acuerdo con los cambios del entorno, le da un sentido exitoso de continuidad a la organización, plasmado esto último en el pensamiento estratégico (Mintzberg, 1994).

De acuerdo con Clark (2000), las universidades deben generar y adaptar ideas para mantenerse actualizadas e innovar, principalmente por medio de la renovación continua de su planeación estratégica. En el caso de Latinoamérica, la situación de autonomía de sus macrouiversidades, y por ende, del manejo presupuestal a partir de recursos públicos, convierte el proceso de planeación estratégica en la herramienta de conducción y operación, que serán la base para evaluación de los objetivos propuestos en sus planes¹.

¹ En el caso específico de la UNAM, la Guía mínima para la elaboración de planes de desarrollo Institucional (Dirección General de Planeación, 2008), al respecto de la planeación, señala: "Es importante destacar que en la UNAM, dada su autonomía, tanto la planeación como la evaluación se inscriben en un proceso de autorregulación, lo que distingue a esta institución académica de otras que dependen del gobierno federal o de los gobiernos estatales y, por supuesto, de las particulares. No obstante, en la medida en que toda planeación implica el uso o aplicación eficiente de los recursos disponibles, la planeación universitaria es una actividad económica de optimización, en sentido estricto, sujeta a restricciones presupuestales derivadas de que, en el caso de la UNAM, sus recursos dependen mayoritariamente del subsidio del gobierno federal."

En consonancia con el entorno complejo descrito, las universidades a nivel global realizan la planeación estratégica, donde éstas identifican y plasman nuevas formas de actuar y crean tanto su plan estratégico, como su plan estratégico de TIC para mantenerse vigentes. En este sentido el plan estratégico de TIC es el documento maestro que guía a la organización para el aprovechamiento e integración de las tecnologías señaladas en los objetivos organizacionales, considerando la optimización de los recursos con que cuenta la organización y la transformación digital de sus procesos internos.

Tras una búsqueda en los portales web institucionales de los planes estratégicos de TIC de las diez principales universidades del *Academic Ranking of World Universities* en 2016², se observa la continua reelaboración de sus planes de TIC. En estos planes, las áreas o departamentos de TIC reciben el interés como punta de lanza en la planeación estratégica, para enfrentar los cambios tecnológicos y lograr que las universidades aprovechen la tecnología en la docencia e investigación.

2.3.1 La planeación estratégica de las TIC en macrouiversidades

Las principales universidades latinoamericanas también desarrollan la planeación estratégica de sus áreas de TIC, de acuerdo con la tendencia observada para aprovechar

² Se destaca que Nueve de las diez primeras universidades del **Academic Ranking of World Universities** (ARWU, 2016) han publicado su plan estratégico de tecnologías de la información y comunicación. Las diez universidades de esta enunciación y sus planes de TIC se mencionan a continuación:

1. *Harvard University*, "CIO Council Updated IT Strategic Plan 2015" (Gse et al., 2015).
2. *Stanford University*, "IT Services Strategic Plan" (Stanford University, 2012), "IT Services 2014-15 Strategic Goals And Initiatives" (Stanford University, 2014).
3. *University of California, Berkeley*, "Campus IT Action Plan" (UCB, 2016a), "Operating Principles" (UCB, 2016b).
4. *University of Cambridge*, "Information Strategy and Governance" (University of Cambridge, 2016).
5. *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, "Information Services and Technology. Operational Plan for FY2012" (MIT, 2015).
6. *Princeton University*, "Information Technology at Princeton in the 21 ST Century: a Strategic Direction" (Princeton University, 2004), "Princeton University Strategic Framework, (Princeton University, 2016)".
7. *University of Oxford*, "Information and Communications Technology Strategic Plan, 2005-06 to 2009-10"(University of Oxford, 2007), "University of Oxford Strategic Plan 2013-18" (University of Oxford, 2013),
8. *California Institute of Technology*, no se encontraron referencias al plan estratégico de TIC.,
9. *Columbia University*, "2014/15 Columbia University Libraries/Information Services Transitional Strategic Plan" (Columbia University, 2016).
10. *The University of Chicago*, "IT Services, Annual report 2013-14" (The University of Chicago, 2014b), "Assessing Strategic Institutional Objectives at The University of Chicago, Effectively Communicating Financial Strategies to the Board" (The University of Chicago, 2014a).

la inclusión de las TIC en la educación y la administración³. Los planes estratégicos de TIC para las macrouniversidades deben establecer cómo las tecnologías deben alinearse al Plan Estratégico Institucional para satisfacer las necesidades y ampliar las capacidades de alumnos, académicos, investigadores y trabajadores (ANUIES, 2018).

Los planes estratégicos de TIC en una macrouniversidad requieren ser actualizados, como consecuencia del cambio tecnológico. Se toman como referencia los seis puntos de actualización del Plan Estratégico de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (UNAL, 2018b) de la Universidad Nacional de Colombia, por encontrarse publicado y alinear los elementos que deben conformar un plan de TIC al plan estratégico de una macrouniversidad:

1. Comprender el direccionamiento estratégico de la Universidad. Considerar el entorno actual y los procesos de la Universidad, así como los objetivos y la estrategia. Tomar también en cuenta el entorno externo (motivadores y reglamentación relevante).
2. Evaluar el entorno, capacidades y rendimiento actuales. Desarrollar un punto de referencia de las capacidades de TI [Tecnologías de la Información] y los servicios externos de TI para mantener un entendimiento a alto nivel de la arquitectura empresarial actual. Identificar los problemas que se están presentando y generar recomendaciones a las áreas que puedan beneficiarse de estas mejoras.
3. Definir los objetivos/metas de TI a alto nivel y cómo contribuirán a los objetivos estratégicos de la Universidad. Describir los cambios a alto

³ En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el inicio de la administración (2015-2019) del Rector Dr. Graue, se planteó la necesidad de establecer un Plan de Tecnologías de la Información y Comunicación, el Plan Maestro TIC (UNAM, 2018b). La Universidad de Sao Paulo elaboró entre 2007 el Plan para el gobierno de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Este plan fue elaborado por el Grupo Asesor de Gobernanza de TIC, creado por la Coordinadora de Tecnología de la Información (da Costa y Carvalho, 2007). La Universidad Nacional de Colombia, como parte del Plan Global de Desarrollo 2016-2018 adopta el Plan Estratégico de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (PETI) (UNAL, 2018c). La Universidad de Puerto Rico, en su Plan Estratégico 2017-2022 incorpora como asunto estratégico la cultura tecnológica, donde su segunda meta es: "Establecer un plan institucional de tecnologías de información y comunicación (TIC) que articule a nivel sistémico la infraestructura tecnológica, los servicios en línea, las redes de apoyo y la capacitación de sus usuarios (UPR, 2017). La Universidad Veracruzana, realizó en concordancia con su programa de trabajo estratégico 2013-2017, el Plan Estratégico de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (PETIC) (Universidad Veracruzana, 2015). La Universidad Nacional de Costa Rica establece a solicitud de Consejo Universitario el Plan Estratégico Institucional en Tecnologías de Información 2016-2020 (UCR, 2016)

nivel en la arquitectura empresarial, la estructura organizativa de TI, servicios de los proveedores de servicios tecnológicos, gobierno de TI y las habilidades y competencias.

4. Análisis de diferencias entre el entorno actual y el deseado. Identificar las diferencias entre el entorno actual examinado en la etapa 2 y el deseado visto en la etapa 3, considerando el direccionamiento estratégico de la Universidad establecido en la etapa 1 y los factores críticos de éxito que apoyan la ejecución de la estrategia de la Universidad.
5. Actualización del plan estratégico de TI y la hoja de ruta⁴. Renovar el plan estratégico de tecnología para los próximos dos años, que defina en cooperación con las áreas más relevantes, cómo los objetivos de TI propuestos contribuyen al cumplimiento de la visión estratégica. Se definen las iniciativas necesarias para cerrar las diferencias entre el entorno actual y el deseado.
6. Aprobación y comunicación del nuevo plan estratégico de TI. Obtener formalmente el soporte del Comité Nacional de Tecnologías de la información y comunicaciones y del Consejo Superior Universitario de la actualización del Plan estratégico de Tecnología, desarrollar y mantener un plan de comunicación que divulgue hacia todos los estamentos universitarios la actualización del Plan Estratégico de Tecnología.

En estos seis puntos se considera el entorno en que se encuentra la UNAL; la importancia de las TI; su directriz arquitectónica para asegurar la alineación de la implementación de las TI con la planeación estratégica de esta macrouniversidad; un mapa de ruta entre el estado actual y el deseado; y la satisfacción de las necesidades de información de los interesados en el proyecto de cambio.

2.3.2 Necesidad de inclusión del desarrollo de software como línea estratégica de TIC en macrouniversidades

Se puede distinguir que el desarrollo de la Tecnología de la Información y de la Comunicación está sujeta a grandes firmas transnacionales que dictan las rutas por donde transitara el desarrollo futuro. Las TIC para las universidades se convierten un referente para implementar tecnología en su infraestructura como aulas, laboratorios, oficinas de

⁴ Se refiere al seguimiento del plan estratégico.

control escolar, centros de cómputo, proyectos académicos y práctica docente (ANUIES, 2018). En este aspecto las universidades se vuelven un simple implementador de infraestructura tecnología propietaria o cerrada.

En el caso de las TIC, especialmente el campo basado en el desarrollo de software en la modalidad libre o de código abierto (o como se conoce en inglés, *open-source*)⁵, se presenta una ventana de oportunidad, se plantea que es donde surgen posibilidades de aumentar el potencial del capital humano y estimular la innovación (UNCTAD, 2012). Es en esta vertiente, donde las grandes universidades crean software para ofrecer servicios, primero en sentido administrativo y con potencialidad para crear software científico. El software que se crea al interior de las macrouniversidades, basado en código abierto, es una vía para desarrollar capacidades que se pueden relacionar a las tendencias emergentes de transformación digital, como son la minería de datos, los grandes datos (*big data*) e inteligencia artificial (análisis de textos, redes neuronales, simulación, ontologías, etc.). Identificar los estados de las capacidades tecnológicas de las ADeSAU y un modelo de administración del conocimiento que relacione estas capacidades distintivas puede ser de importancia estratégica para las macrouniversidades.

2.4 Consideraciones finales del contexto de las macrouniversidades

En síntesis, las macrouniversidades son importantes en el ámbito latinoamericano, ya que representan la visión humanista de alcance nacional en la impartición de educación superior en un ambiente de determinantes tecno-económicos que caracterizan a la sociedad del conocimiento.

En consecuencia, de lo presentado en el capítulo, se destacan los siguientes puntos que caracterizan a una macrouniversidad:

- 1) Son instituciones de educación superior y de investigación necesarias en cada país latinoamericano, con características de carácter autónomo y por lo tanto de autogestión administrativa, que forman a los recursos humanos que identificarán y

⁵ El software de código abierto se abordará en el apartado 3.5.3 del presente trabajo.

aplicarán soluciones a problemas nacionales con una visión en el desarrollo social, económico, científico, político, cultural, deportivo, ecológico, etc.

- 2) Se encuentran inmersas en el ambiente complejo y de base fundamentalmente económica de las sociedades del conocimiento, donde se mantienen vínculos con un gran número de agentes interesados que son heterogéneos y con los cuales tienen intercambios de información parcial y que no es regulado completamente. Su funcionamiento da lugar a una arquitectura de respuesta en forma de red que les permiten dar atención a todas las unidades internas y externas que solicitan información
- 3) Han mostrado características de resiliencia, manteniendo su funcionalidad a pesar del abandono financiero y de las políticas neoliberales que tuvieron su auge en los ochenta y noventa. Su sobrevivencia se da a través de la búsqueda de fuentes alternativas de financiamiento, con un mayor impacto en la esfera económica productiva, en perjuicio de otros campos del conocimiento.
- 4) El ambiente de incertidumbre de la economía del conocimiento y del cambio tecnológico constante, obliga a la continua planeación estratégica de las universidades, que en general tiene que considerar un apartado o plan específico para las TIC. En las macrouniversidades es importante esta planificación, pues su presupuesto les permite traer de países industrializados nuevas tecnologías informáticas e infraestructuras de comunicaciones.
- 5) A partir de la triangulación Estado-Universidad-Industria, pueden ser consideradas puntas de lanza en la elaboración de propuestas tecnológicas para enfrentar la industrialización tardía en Latinoamérica. Sin embargo, se propone que la investigación básica y aplicada no son la única fuente de desarrollo y aprovechamiento por otros interesados del conocimiento, a su interior se encuentran las áreas que trabajan intensivamente el conocimiento, como son las ADeSAU.

Capítulo 3. Análisis socio-técnico de la administración en una macrouniversidad

Como se vio en el capítulo anterior, las macrouniversidades latinoamericanas son grandes unidades organizacionales, insertas en un entorno complejo de determinantes tecno-económicos (Pérez, 2004, 2010), con funciones sustantivas de carácter nacional que están enfocadas a la docencia, la investigación, la cultura y la vinculación. Adicionalmente, teniendo en cuenta que históricamente las macrouniversidades mantienen la autonomía de docencia y de administración, éstas son heterogéneas en su estructura organizacional, confiriéndole un factor adicional de complejidad interna.

Las macrouniversidades realizan la planeación estratégica de sus recursos en forma continua, para enfrentar el entorno descrito, por lo cual a su interior las macrouniversidades requieren de un sistema de la administración universitaria (AU), que es base para dar forma a los objetivos de su planeación. Así la AU está también inserta en el entorno complejo que envuelve a las macrouniversidades, entorno con el que interactúa, le proporciona restricciones¹ y también, por las características nacionales de estos organismos, también lo transforma.

En síntesis, la AU está relacionada con la planeación y gestión de los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos que se utilizan para cumplir con la misión y las funciones sustantivas de las macrouniversidades. En este aspecto la AU es el medio que contribuye a la misión y el acercamiento a la visión que plasman en sus planes estratégicos a través del logro de los objetivos organizacionales (Castro, 2007). La AU busca lograr su coadyuvancia en forma eficaz y eficiente, por lo que actualmente está soportada por los sistemas de información que entraña relaciones entre personas, sistemas y servicios de datos e información.

Es importante señalar que la administración universitaria de una macrouniversidad permite cumplir con las exigencias que se le exigen actualmente a las organizaciones

¹ Estas restricciones son, por ejemplo, las políticas como la de transparencia, el cambio tecnológico, etc.

públicas, estas son: de la transparencia, de la rendición de cuentas, de los resultados en base a objetivos y del tratamiento de los datos, tanto los abiertos, como los protegidos (Cabrero et al., 2000; Sosa, 2011). La tecnología de sistemas de software, y el personal de atención, son los elementos del sistema administrativo universitario que formalizan el cumplimiento de tales exigencias en tiempo y forma.

De esta forma, el objetivo del presente capítulo es la caracterización de la AU desde el enfoque de los sistemas socio-técnico (SST). Así se propone realizar un análisis con base en los SST (Appelbaum, 1997; Sawyer y Hossein, 2014; Trist, 1981; Trist y Bamforth, 1951), con aportes de la Teoría Actor-Red (Callon, 1981; Latour, 2001, 1999; Tatnall y Gilding, 1999; van House, 2004), la evolución del sistema socio-técnico his y complementado con elementos de la planeación en las organizacionales.

3.1 Los sistemas socio-técnicos

En esta sección se refiere al enfoque de los Sistemas Socio-Técnicos (SST) por su examinación crítica y humanista de las relaciones entre personas y artefactos tecnológicos.

La visión de los SST tiene su origen en el *Tavistock Institute of Human Relations* en Londres, con estudios iniciales de Trist y Bamforth (1951). En estos trabajos de tipo empírico, se propuso el estudio de la organización como un sistema abierto, que mantiene interacción constante con el ambiente externo y estructurado en dos subsistemas principales: el primer subsistema es técnico, conformado por los procesos, la infraestructura tecnológica y de comunicaciones, los equipos e instrumentos (entre ellos, las computadoras); el segundo es un subsistema social, que comprende a las personas, sus características y las relaciones formales e informales entre éstas (Sawyer y Hossein, 2014). Una aportación importante de los primeros estudios del Instituto *Tavistock*, y que se hace vigente en las organizaciones modernas, es el reconocimiento de que los sistemas organizacionales comprenden elementos técnicos y sociales, que se desarrollan en paralelo y simbióticamente, proporcionando tanto resultados de la productividad para las organizaciones, como del bienestar para los trabajadores (Stewart, 2009).

El enfoque original de los SST evolucionó con la llegada y masificación de las computadoras personales y el acceso a redes informáticas, en la llamada revolución de

las tecnologías de la información (Pérez, 2004; E. Trist, 1981) que inició con la introducción del microprocesador al inicio la década de los setenta y cuya innovación es patente hasta nuestros días (Pérez, 2010). Así, el enfoque más actual de los SST es definido como una co-evolución entre personas, tecnologías, procesos, organizaciones e instituciones, en entornos ciber físicos (Carayon et al., 2015; Sawyer y Hossein, 2014; Stewart, 2009). Varios modelos se han considerado en la realización del análisis de los SST. Se cita el modelo de Trist (1981), derivado del trabajo de Emery and Thorsrud (1969, en Trist, 1981) y el diagnóstico elaborado por Appelbaum (1997).

El enfoque de los SST se ha ampliado con el aporte de la Teoría Actor-Red (TAR) desarrollada en los sistemas informáticos a través de los estudios sociales de la tecnología por van House (2004) y por Tatnall y Gilding (1999) a partir del desarrollo inicial de Callon, Law y Rip (1981) y de Latour (1992, 1999, 2008). La TAR considera las interacciones de la organización moderna cómo una colección heterogénea de actantes², tanto humanos, no humanos (maquinas, animales, dinero, códigos, estándares, normas y otros elementos) y un híbrido *humano / no humano* (interfaz humano-computadora), que trabajan en entrelazados en una actividad enlazada y de transformaciones. La TAR se ha utilizado en el estudio de sistemas de información como un punto de análisis intermedio entre el determinismo tecnológico que asume que los resultados del cambio tecnológico son atribuibles a la tecnología y el determinismo social, que a su vez se concentra en las interacciones sociales, relegando la tecnología al contexto (Tatnall y Gilding, 1999).

En particular para el desarrollo del software, el enfoque de SST ha sido utilizado por Baxter y Sommerville (2011) para analizar los éxitos, pero principalmente los problemas y fracasos por no considerar los factores humanos, como las personas que van a interactuar con los sistemas informáticos, ni las características y condiciones de las organizaciones en donde se despliegan, como soporte para alcanzar los objetivos organizacionales. Estos autores destacan cuatro comunidades de estudio sobre la exploración socio-técnica: 1)

² Para ejemplificar a estos participantes humanos y tecnológicos, se recurre al significado de actante de Latour (2001), quien sugiere que el uso de la palabra actor se suele restringir a los humanos, por lo que se utiliza la palabra actante para enumerar a los actores humanos y artefactos (computadoras, formatos, proceso, sistemas informáticos, componentes de software, etc.). En este sentido «actante», tomada en préstamo de la semiótica, se utiliza a veces como el elemento lingüístico que permite incluir a los no humanos en la definición” (Latour, 2001, p. 361).

investigadores interesados en el trabajo y el lugar donde se desarrolla el mismo, 2) aquellos que observan la implementación de sistemas informáticos, 3) observadores de las actividades relacionadas con el trabajo colaborativo y finalmente 4) aquellos interesados en las relaciones entre las cuestiones humanas y organizacionales y su vínculo con el fracaso de los sistemas. En complemento a estos autores, Kling y Lamb (2005) hablan de fallas específicas en el diseño e implementación de sistemas informáticos, por lo que ellos afirman que éstas se vinculan a la falta de una visión socio-técnica.

En síntesis, se resaltan los siguientes aspectos como destacables al implementar un sistema de software: los sistemas de información se deben enfocar menos en cuestiones tecnológicas dando mayor importancia a los roles, políticas y estructuras organizacionales. Adicionalmente, deben considerar que el contexto organizacional debe ser importante en el diseño del software para su mejor desempeño; favorecer los procesos cognoscitivos y conductuales que guían la participación de las personas en el uso de las tecnologías; y finalmente, discurren que el conocimiento y la experiencia requiere de procedimientos más asociados a las redes sociales para hacerse explícitos.

Se considera que el uso del análisis de SST con el aporte de la TAR es base para analizar el origen de a las capacidades organizaciones en la organización intensiva en conocimiento y con base tecnológica. Estos análisis de la organización moderna permitirán anticipar a las propiedades emergentes surgidas a partir de las relaciones de los actantes, esto en forma de capacidades. Se recurre al estudio de Gold et al. (2001), quienes, en la determinación de las condiciones previas para una gestión efectiva del conocimiento, formalizan el concepto de capacidades organizacionales apoyadas en una infraestructura del conocimiento consistente en tecnología, estructura y cultura. En síntesis, tanto para los autores que trabajan a partir el enfoque de SST y de la TAR, como para Baxter y Sommerville y Kling y Lamb en la implementación de sistemas informáticos, así como para Gold et al. (2001) desde el enfoque de capacidades organizacionales, el diseño de aplicaciones de software que sean útiles requiere la comprensión de los procesos del conocimiento, las prácticas organizacionales y los artefactos o la infraestructura tecnológica; esto a partir de la idea de las relaciones entre la tecnología y lo social en la organización actual, que están actualmente co-constituidas en la mutualidad

social-tecnológica.

Particularmente, en el estudio de caso para la UNAM, la elaboración del análisis socio-técnico se realizó a partir de los siguientes pasos

- Determinación del papel que tiene la AU en la visión sistémica de la UNAM.
- Respecto al sistema principal (la UNAM), cómo la AU se desglosa en sus unidades departamentales.
- Realización de un análisis histórico del papel de las ADeSAU, que son las unidades de análisis en las que se enfoca el presente trabajo.
- Visualización de la complejidad asociada al desarrollo de software.
- Realización de un análisis diagnóstico de las ADeSAU, mediante un análisis FODA. Esto permitirá conocer los factores que permitan destacar que capacidades organizacionales son distintivas en estas unidades.
- Materialización del análisis socio-técnico de la administración universitaria con énfasis en las entradas y salidas del sistema, su descomposición funcional y el análisis de actantes y funciones.

Estos pasos son desarrollados en las secciones restantes de este capítulo.

3.2 Visión sistémica de la UNAM como macrouniversidad

Para comprender a profundidad a las unidades de análisis, y las relaciones que tienen con otras áreas al interior de una macrouniversidad, se selecciona como estudio de caso (Yin, 2018) a las ADeSAU en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La UNAM es una organización representativa de una macrouniversidad latinoamericana, que puede ser pensada como un sistema abierto en evolución y con sus funciones sustantivas, con organización jerárquica, situada en un entorno complejo, dinámico y con interrelación con múltiples agentes. Se considera este apartado importante como preámbulo al análisis de SST de la administración universitaria, esto porque la estructura organizacional se puede determinar como un actante en la creación de los artefactos tecnológicos de software por los integrantes de las ADeSAU.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), está regida por su Ley Orgánica (1966), que en el capítulo primero establece: “la Universidad Nacional de México

tiene por fines impartir la educación superior y organizar la investigación científica, principalmente de las condiciones y problemas nacionales, para formar profesionistas y técnicos útiles a la sociedad y llegar a expresar en sus modalidades más altas la cultura nacional, para ayudar a la integración del pueblo mexicano”. La Ley Orgánica de la UNAM (1966) define su organización, estableciendo lineamientos generales, conforme a lo que está dispuesto en su Estatuto General (2001), los reglamentos universitarios, las disposiciones y los acuerdos del Rector (Castro, 2007). La integración de los documentos mencionados, más las Bases de funcionamiento de las Comisiones del H. Consejo Universitario y el Código de Ética de la UNAM, están todos ellos contenidos dentro de la Legislación Universitaria³.

Regresando a la visión sistémica, la UNAM, desde su fundación ‘moderna’⁴ en 1910, se le encomendó atender la educación superior en un sentido nacional, lo que requeriría un sistema complejo de atención a tal demanda, dado el número de campos de conocimientos. Es interesante hacer notar que en el discurso inaugural de la Universidad Nacional de México, Justo Sierra⁵, refiriéndose a la sistematización de la educación superior mencionaba: “Esta educación difusa y penetrante del ejemplo y la palabra, que satura de ideas-fuerzas la atmósfera de la vida nacional durante un periodo de tiempo, toca a la Universidad concentrarla, sistematizarla y difundirla en acción”(IISUE, 2014, p. 59) .

Así la UNAM, desde su apertura se encontró pensada como un sistema educativo de educación media y superior de alcance nacional con escuelas, centros e institutos de investigación, con resguardo de patrimonios históricos y que se sumaron en poco tiempo

³ “La Legislación Universitaria se integra por las normas y disposiciones generales que garantizan la mejor organización y funcionamiento técnico, docente y administrativo de la UNAM”.

Véase: <https://consejo.unam.mx/legislaci%C3%B3n-universitaria>.

⁴ Aunque la Universidad de raigambre colonial tenía más de medio siglo de haber desaparecido, las escuelas (Jurisprudencia, Minas, Medicina y Nacional Preparatoria) que integraron en 1910 a la entonces Universidad Nacional tenían ya su propia historia, antes y después de la independencia del país (IISUE, 2014).

⁵ Justo Sierra presentó la Ley Constitutiva de la Universidad Nacional ante el Congreso, que fue publicada el 24 de mayo de 1910, este precedente le dio fundamento funcional y jurídico para su inauguración el 22 de septiembre de 1910 (Oficina del Abogado General, 2001).

después otros centros estratégicos para el país mexicano⁶. Esta diversidad de elementos desde el principio le confirió a la UNAM una complejidad de gobierno y la administración de una infraestructura nacional.

3.3 La administración universitaria en la UNAM

La UNAM, como ejemplo de macrouniversidad pública, requiere para la gestión de sus funciones sustantivas, de un sistema de coadyuvancia que se conceptúa como de administración universitaria (AU). Este sistema le permite a la macrouniversidad realizar sus funciones sustantivas, a través de la atención de los interesados en trámites y servicios relacionados con la administración de la universidad. A la administración universitaria, al igual que a otras instituciones, los determinantes tecno-económicos de la sociedad del conocimiento, los moldean, dotándoles asimismo de sentido y contenido (Pérez, 2004, 2010). Estos determinantes obligan a la administración universitaria a basarse en resultados, con apoyo de la asimilación tecnológica, con interés a la que es de bajo costo o abierta. Los resultados de la AU no sólo están sujetos a las limitaciones presupuestales, sino también a la gobernanza, reflejada en leyes y normatividades de reciente aparición, por ejemplo, aquellas relacionadas con la transparencia, los datos abiertos, la protección de los datos, etc.

Para ahondar en la complejidad del manejo administrativo de una macrouniversidad, se describe a detalle el caso de la UNAM. A nivel físico, la UNAM cuenta con instalaciones en el campus de Ciudad Universitaria, además de varios centros e institutos y cinco unidades multidisciplinarias, todos ellos en la zona metropolitana de la Ciudad de México, al interior del país tiene varios *campus* con centros de docencia e investigación. Su infraestructura principalmente consiste en facultades, escuelas nacionales, unidades multidisciplinarias, planteles de bachillerato, institutos y centros de investigación, oficinas, centros deportivos y de difusión cultural. En estos *campus* asisten más de 350 mil estudiantes, más de 41 mil profesores e investigadores y más de 30 mil trabajadores

⁶ En 1929 la Universidad Nacional se hizo cargo de la Biblioteca Nacional y del Servicio Sismológico Nacional. Véase: <http://www.ssn.unam.mx/acerca-de/historia/> y <http://www.bnm.unam.mx/index.php/quienes-somos/antecedentes>

administrativos⁷, sin contar con la asistencia de miles de personas a sus eventos culturales, deportivos y de vinculación universitaria. Para realizar las labores de gobierno y gestión institucional, la UNAM cuenta con 36 dependencias administrativas (UNAM, 2016).

Los interesados en trámites y servicios en la administración de la UNAM son principalmente los siguientes: trabajadores, académicos e investigadores que trabajan en la Universidad y que reciben pagos, servicios y prestaciones, dos sindicatos universitarios⁸, organizaciones de gobierno de fiscalización y transparencia, otras organizaciones públicas que buscan capacitación y asesoría, clubes deportivos, empresas prestadoras de servicios, empresas proveedoras de bienes y suministros, contratistas de obras, industrias con vínculos a la investigación, organizaciones internacionales, etc.

En consecuencia de lo indicado anteriormente, la organización de la UNAM es de una conformación que se vuelve compleja, por consiguiente a continuación se describe su estructura orgánica a alto nivel⁹: Ésta se encuentra conformada por el Consejo Universitario, la Junta de Gobierno, el Rector, el Patronato Universitario, los Directores Académicos, las Coordinaciones de Humanidades, de la Investigación Científica y la Coordinación de Difusión Cultural y Administración Central. La Figura 6 presenta la estructura orgánica y destaca además de la figura del Rector, la ubicación de la Administración Central, unidad donde se realiza la AU y donde pertenecen las unidades de análisis de la investigación: las ADeSAU.

Como se puede observar en la Figura 6, a nivel superior de la estructura orgánica de la UNAM se encuentra el Consejo Universitario, organismo que tiene la facultad para emitir las normas y las disposiciones generales de organización y funcionamiento de la UNAM

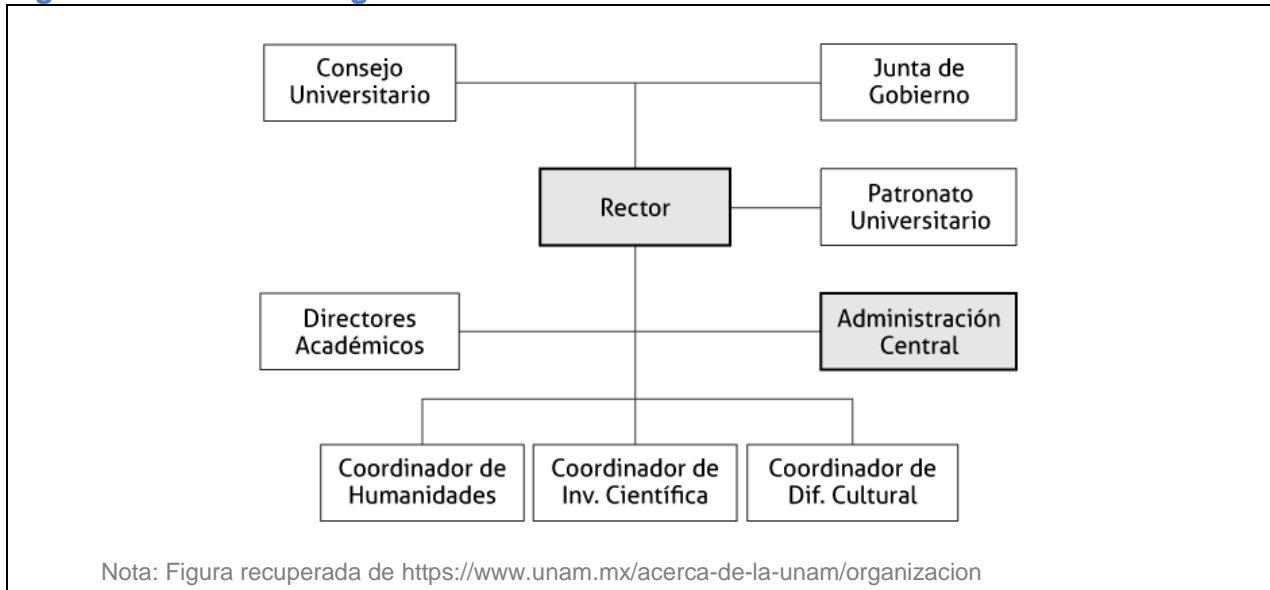
⁷ Para los últimos datos véase: <http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2019/>

⁸ En la UNAM coexisten dos sindicatos: el Sindicato de Trabajadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (STUNAM) y la Asociación Autónoma del Personal Académico de la UNAM (AAPAUNAM), cada una con su contrato colectivo. Véase: <https://www.personal.unam.mx/laborales/>

⁹ Véase organigrama general indicativo de la UNAM, a nivel de entidades y dependencias en http://www.repositoriogeneral.unam.mx/app/webroot/digitalResourcesFiles/contacto@unam.mx/1082_2016-02-11_195355.363671/Organigrama%20General%20UNAM%202016.pdf.

(UNAM, 2001). En el mismo nivel, la Junta de Gobierno tiene las responsabilidades de designar al Rector, a los directores de facultades, escuelas, centros e institutos de investigación y a los miembros del Patronato Universitario (UNAM, 2001).

Figura 6. Estructura orgánica de la UNAM a alto nivel



A nivel central, se encuentra el Rector, quien, como se indica en la página web de organización de la UNAM (UNAM, 2019e) “es el jefe nato de la Universidad, su representante legal y presidente del Consejo Universitario”. Al mismo nivel, se considera al Patronato Universitario como una autoridad universitaria presidida por la Junta de Patronos, la cual de acuerdo con la Ley Orgánica de la UNAM (1966), está integrada por tres miembros que desempeñan su encargo sin percibir retribución o compensación alguna. El Patronato Universitario es el encargado de administrar el patrimonio universitario, así como los recursos ordinarios y extraordinarios¹⁰, formular el presupuesto anual de ingresos y egresos, presentación de la cuenta del ejercicio anual de la UNAM y otras designaciones de puestos relacionados con la administración financiera y contable de la misma universidad (UNAM, 1966).

¹⁰ Los recursos extraordinarios se generan principalmente por proyectos específicos relacionados con las actividades de las entidades y dependencias, asignaciones de instituciones promotoras de ciencias, artes, humanidades y tecnología, enajenación o venta de productos, arrendamiento y prestación de servicios, aportaciones voluntarias, cesiones donaciones y herencias y licenciamientos, explotación de títulos de protección intelectual, así como transferencia de conocimientos tecnológicos. Véase <https://www.cnyn.unam.mx/archivos/reglamentos/Ingresosextraordinarios.pdf>

Los Directores Académicos están conformado por los directivos de los colegios docentes que analizan y someten a opinión cuestiones académicas¹¹, éstos forman un colegio donde se analizan y se someten a discusión aspectos académicos, de administración escolar. “El Colegio de Directores está formado por el rector quien lo preside, los directores de todas las facultades y escuelas, y los coordinadores de Humanidades, investigación Científica y Colegio de Ciencias y Humanidades. El cargo de secretario del Colegio corresponde estatutariamente al secretario general de la Universidad” (UNAM, 2015).

Las Coordinaciones de Humanidades e Investigación Científica agrupan a los titulares de las entidades con propósitos de impulsar, coordinar y evaluar la investigación en sus áreas de conocimiento en sus centros e institutos¹². La Coordinación de Difusión Cultural tiene como misión: “Promover la creación en los diferentes terrenos del arte, y difundir las expresiones culturales y artísticas en todos sus géneros, así como los conocimientos científicos, tecnológicos y humanísticos que se desarrollan en la Universidad, para enriquecer la formación de los alumnos, beneficiar lo más ampliamente posible a toda la sociedad mexicana y fortalecer la identidad nacional” (UNAM, 2019a).

Para el presente trabajo se toma principal interés en la Administración Central de la UNAM, con funciones que recaen en el Rector y los secretarios de cuatro dependencias centralizadoras de servicios que son: La Secretaría General, la Secretaría de Desarrollo Institucional, la Secretaría de Atención a la Comunidad Universitaria y la Secretaría Administrativa (Figura 7). Actualmente los secretarios de estas dependencias son designados por el Rector y colaboran en asuntos de carácter docente, de orientación y de dirección de la universidad (UNAM, 2001).

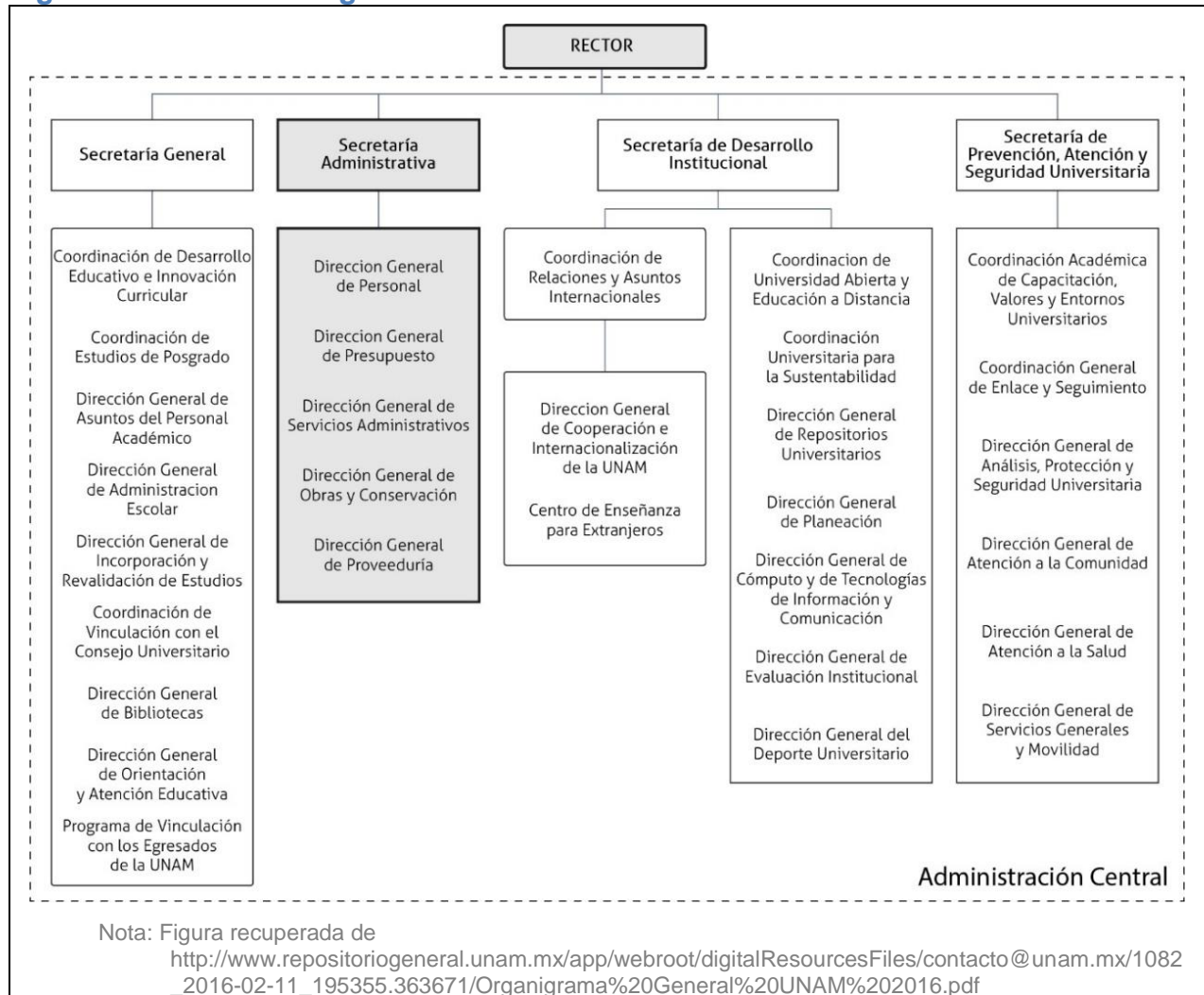
La Administración Central ha pasado a lo largo de la historia de la UNAM por un proceso de reorganización administrativa, creando e integrando dependencias de coadyuvancia y también en épocas de crisis desapareciéndolas o separándolas, lo que

¹¹ Véase: <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/organizacion/directores-academicos>

¹² Véase: http://www.humanidades.unam.mx/sites/default/files/archivos/CTH_Reglamento_Consejo_Tecnico_de_Humanidades.pdf y <http://www.cic-ctic.unam.mx/>

refleja el dinamismo que ha tenido la UNAM para mejorar la administración, con el énfasis en la simplificación de trámites y la reducción de tiempos de respuesta (Castro, 2007). Como puede observarse en la Figura 7, la Administración Central de la UNAM está conformada en 2019 por la Secretaría General, la Secretaría Administrativa, la Secretaría de Desarrollo Institucional y la Secretaría de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria. A su vez, se aprecia en la misma figura que estas áreas de la administración central se componen de dependencias de servicios de gestión específicos.

Figura 7. Estructura Organizacional de la Administración Central de la UNAM



Hablando en particular de la recepción y respuesta de solicitudes en la administración central, su ejecución recae en las personas que están en las áreas de la atención administrativa. En el trabajo de Castro (2007, p. 230) orientado a la gestión de la calidad en la administración en la UNAM, se encuentran las siguientes circunstancias al respecto:

“[...] las funciones administrativas son exhaustivamente detalladas, deben realizar una vasta cantidad de trámites, operaciones y gestiones del personal, lo cual representa la utilización de grandes cantidades de recursos de todo tipo, (económicos, materiales, humanos, tiempo, etc.) [...] la delimitación de funciones es poco clara, lo que conlleva a la duplicidad de actividades y provoca desde luego que los trabajos sean insatisfactorios.”.

Este trabajo, hace evidente que la AU es un área de oportunidad y de innovación a partir del diseño y el uso de productos de software, del rediseño de procesos y de organización. Es en estas actividades donde las ADeSAU juegan un papel activo.

3.4 La Secretaría Administrativa de la UNAM

La Secretaría Administrativa de la UNAM (SADM) es el área de la administración central que determina y aplica las políticas y procedimientos de carácter administrativo, así como la adecuada utilización de los recursos humanos, materiales y financieros de la UNAM. El objeto de la SADM se ha establecido como sigue:

La Secretaría Administrativa de la UNAM tiene por objeto coadyuvar con la Rectoría en la dirección de la Universidad, establecer y operar el sistema administrativo, colaborar con el Patronato Universitario y las entidades de gestión, determinar lineamientos y políticas administrativas, impulsar los proyectos de modernización y simplificación administrativa, fomentar el ahorro de recursos en los procesos, coordinar las actividades de las dependencias del subsistema y llevar a cabo las funciones que le confiera el Rector y los cuerpos colegiados de la Universidad¹³.

Para cumplir sus funciones la SADM está conformada por con cinco dependencias de servicios, llamadas direcciones generales. Cada una de ellas se descompone organizacionalmente en un segundo nivel en direcciones de área, unidades y

¹³ Véase: <http://www.sa.unam.mx/sa/objetivo.jsp>.

delegaciones administrativas, secretarías auxiliares y unidades de control de gestión. En los niveles inferiores se descompone en subdirecciones, secretarías auxiliares departamentos y asistentes ejecutivos.

Las cinco dependencias que componen a la SADM son la Dirección General de Personal, la Dirección General de Presupuesto, la Dirección General de servicios Administrativos, la Dirección General de Obras y Conservación y la Dirección General de Proveeduría. Estas dependencias publican en sus sitios de internet su misión, visión y funciones institucionales¹⁴. Las ADeSAU, unidades de análisis del presente trabajo pertenecen a estas cinco dependencias.

3.5 Origen histórico de las áreas que desarrollan software en la UNAM

A continuación, se presenta una reseña histórica del cómputo en la UNAM y su vinculación con las áreas que desarrollan software en esta institución. La información fue consultada principalmente en el acervo histórico del cómputo en la UNAM que se encuentra principalmente en sus sitios web institucionales. De acuerdo con estos registros, la primera computadora fue traída a México en 1958, por intervención del Ing. Sergio Beltrán López y se utilizó en el entonces recién creado Centro de Cálculo Electrónico de la Facultad de Ciencias. La idea original fue que se utilizaría en las áreas de matemáticas, física y actuaría, sin embargo, poco tiempo después, en el año de 1962 se le ocupa en la administración escolar, por parte de la Dirección General de Servicios Escolares, que crea el Departamento Central de Máquinas donde se realizan servicios como estadísticas escolares, directorio de alumnos, listas de asistencias, actas de exámenes y boletas de calificaciones (UNAM, 2017a).

La utilización formal de las computadoras en servicios de gestión universitaria se dio hacia finales de la década de los sesenta y se implementó por primera vez para la automatización de la nómina universitaria (Fernández y Ontiveros, s/f). En ese momento, fuera de los horarios laborales se corrían en las computadoras más de 30 procesos codificados en tarjetas perforadas, con el consecuente uso de personal técnico

¹⁴ El anexo E contiene una recopilación de la misión, visión y objetivos de las dependencias pertenecientes a la Secretaría Administrativa de la UNAM.

especializado. El pago en horas extras era elevado, lo que motivo a la creación del Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistemas y Servicios, que inició labores el 10 de diciembre de 1970. Desde entonces se hizo patente la necesidad de trabajadores de informática con especialización en dos áreas: por un lado, la dedicada a la docencia e investigación y por otro la orientada a la administración universitaria en sus vertientes de la gestión administrativa y de administración escolar. En 1972 esta última “operó con el Sistema Automatizado de Registro y Control Escolar (SARCE), desarrollado en lenguajes de programación como ALGOL y COBOL, y utilizando desde tarjetas perforadas, formas de lectura óptica y tablas relativas, hasta medios magnéticos, para el manejo, resguardo e intercambio de información” (UNAM, 2019b).

La diferenciación de funciones del personal especializado en cómputo fue reconocida durante la administración del Rector Jorge Carpizo McGregor, en cuya administración se crearon (1985) dos dependencias universitarias especializadas en cómputo: la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA)¹⁵ con visión hacia la docencia e investigación y la Dirección General de Servicios de Cómputo para la Administración (DGSCAd). La DGSCAd posteriormente en 1997 cambia de nombre a Dirección General de Normatividad y Sistemas Administrativos (DGNSA). En esta dependencia universitaria fue donde se implementó la descentralización de los primeros sistemas administrativos, primero utilizando la naciente infraestructura de microcomputadoras que funcionaban en forma aislada¹⁶, y después, en 1999, se crean las primeras aplicaciones en ambiente de conectividad aprovechando la Red Universitaria (Red UNAM) que estaría integrada desde sus inicios a la red mundial de la internet. Cambios en el entorno político y una huelga (1990-2000) que duró un año obligaron a la reestructuración de la administración universitaria y a la desaparición de DGNSA¹⁷. Las funciones relacionadas al desarrollo de

¹⁵ En reconocimiento a la ampliación de las funciones del cómputo hacia la informática y las comunicaciones, la DGSCA cambió en 2010 de nombre a Dirección General de Cómputo y Tecnológicas de la Información y Comunicación (DGTIC).

¹⁶ Los primeros sistemas administrativos, en forma de programas de cómputo, fueron desarrollados en lenguajes XBASE se distribuían en discos flexibles a las entidades y dependencias universitarias. Los primeros programas se orientaban a la gestión de los recursos humanos, la captura de presupuestos y el mantenimiento de la contabilidad, almacén e inventarios de bienes.

¹⁷ Véase: <http://www.sa.unam.mx/sa/pdf/Acuerdo15nov2001.pdf>, 01 de noviembre 2018.

una infraestructura de red y del software administrativo pasaron principalmente a cinco dependencias universitarias, a partir la conformación de áreas que desarrollan software, de atención a usuarios y de infraestructura tecnológica. Las dependencias donde están estas áreas son: la Dirección General de Obras y Conservación, la Dirección General de Personal, la Dirección General de Presupuesto, Dirección General de Servicios Administrativos y la Dirección General de Proveduría. Estas dependencias forman el subsistema administrativo universitario.

Las áreas de desarrollo de software en estas cinco dependencias trabajan diseñando e implementando sistemas informáticos para atender necesidades específicas de sus funciones, sin embargo, se trabaja en un esquema de colaboración común llamado Sistema de Información y Gestión Administrativa (SIGA)¹⁸, con un enfoque hacia la autenticación única, un portal de servicios administrativos, la firma electrónica universitaria y la información estratégica de la administración universitaria. Esto se complementa con un sistema informático de gestión del conocimiento, donde se comparte la documentación técnica y se reciben retroalimentaciones de las áreas de cómputo del subsistema administrativo. La elaboración de este sistema se realizó utilizando ambientes de desarrollo integrados (IDE), uso de bibliotecas de software de código abierto, bases de datos distribuidas y arquitecturas orientadas a servicios. En el año de 2019 se encuentra en exploración el uso de herramientas de grandes datos (*big data*), análisis de texto y métodos de la ciencia de datos.

3.6 El desarrollo de software

El desarrollo de software es una actividad que tiene como resultado programas informáticos o aplicaciones que se ejecutan en un dispositivo de cómputo, tanto fijo como móvil. Surge como consecuencia de programas militares y científicos de la segunda guerra mundial, donde las necesidades de decodificar mensajes de las líneas enemigas obligaron a desarrollar las primeras grandes computadoras programables (Schneier, 1995)¹⁹. Llevar

¹⁸ El SIGA fue propuesto por el Director de Sistemas de la Dirección General de Personal, Mat. Facundo Ruíz Doncel el año 2015 y forma parte de los proyectos que se les realiza seguimiento en del Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019.

¹⁹ El anexo I presenta a detalle las siete etapas que se pueden identificar en el software.

a cabo esta actividad está determinada por componentes físicos (hardware) y lógicos (software) que han tenido una evolución sorprendente y que para llevarse a cabo requiere de la gestión de grandes equipos de trabajo, reflejada en modelos y estándares. Con la aparición de la internet evolucionarían también las tendencias de colaboración. Estos temas son tratados en los siguientes apartados.

3.6.1 Modelos y Estándares para el desarrollo de software

Las actividades de la elaboración de software no terminan sólo con su desarrollo y el conocimiento requerido en este proceso, el mantenimiento está íntimamente ligado a las ideas implementadas desde que se conceptúa el software. Así, el desarrollo de software requiere, en primer lugar, del conocimiento de modelos y estándares pensados para su elaboración, en segundo lugar, de lenguajes de programación y en tercer lugar del conocimiento de los factores ambientales para el cuál se desarrolla el sistema.

Como resultado de lo señalado, el desarrollo de software está vinculado a cumplir con estándares, normas, especificaciones y marcos de referencia para la administración e proyectos²⁰, que se pueden resumir de la forma siguiente:

- Estándares y normas, que son patrones, modelos o puntos de referencia determinados por la industria y que permiten determinar requisitos, políticas de calidad, criterios de planificación, consideración de usabilidad, accesibilidad, etc.
- Especificaciones para el desarrollo de software, que son basadas en las características técnicas que debe cumplir el software.
- Marcos de referencia para la administración de proyectos, que establecen un método para el desarrollo de proyectos.

²⁰ El anexo G contiene a detalle estándares, especificaciones y marcos de trabajo utilizados en el desarrollo de software.

Estos lineamientos son promovidos por diversas instituciones de carácter internacional, entre las que se mencionan las siguientes: ISO²¹, IEEE²², OMG²³, PMI²⁴, etc.

La diversidad de documentación, la selección de estándares y el seguimiento de modelos de programación representan un agregado muy extenso de información y conocimiento técnico²⁵ que los departamentos de desarrollo de software deben manejar en el cumplimiento de sus funciones. Tan sólo en el caso de la Organización Internacional de Normalización (ISO), en el tema de tecnologías de la información (TI) se cuenta con un comité técnico conjunto con el objetivo de desarrollar, mantener y promover estándares en los campos de TI y de las TIC. En una consulta realizada en noviembre de 2017, este comité cuenta con 21 subcomités que han desarrollado 2584 normas y mantienen el desarrollo de otras 525.

²¹ ISO: La Organización Internacional de Normalización o en inglés *International Organization for Standardization*, es el organismo internacional del desarrollo y publicación de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas de la industria, con excepción de la industria eléctrica y la electrónica. Véase: <https://www.iso.org/>

²² IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Es una asociación mundial integrada por ingenieros dedicados a la elaboración de normas técnicas. Véase: <https://www.ieee.org/>

²³ OMG: *Object Management Group*. Consorcio internacional de estándares para la industria del cómputo. Véase: <https://www.omg.org/>

²⁴ PMI: *Project Management Institute*. Asociación internacional que apoya en el uso e implementación de buenas prácticas en la dirección de proyectos. Véase: <http://www.pmi.org>

²⁵ Las aplicaciones de trabajo en grupo o groupware son de uso indispensable para gestionar la extensa documentación que requiere el desarrollo de software.

3.6.2 El software de código abierto como factor acumulador de capacidades tecnológicas en macrouiversidades

El software es conformado por líneas de código escritas por un programador que son compiladas²⁶ o interpretadas²⁷ por una computadora. Esta operación requiere de un software que puede ser llamado propietario si pertenece a una organización que lo distribuye en forma cerrada y protegida con derechos de autor y por otra parte se encuentra el software basado en el código abierto²⁸.

El software propietario es vendido con la reserva de su utilización, modificación y redistribución, está basado en el cumplimiento de contratos de propiedad. Para su actualización y mantenimiento, por la complejidad del desarrollo de software, en su mayoría depende de grandes compañías y un ejército de programadores dedicados al producto. En síntesis, las licencias de software propietario no permiten que este sea modificado, copiado o distribuido sin el pago de regalías correspondientes.

En contraste, el software de código abierto permite que los usuarios accedan sin restricciones al código, lo que permite la creación de valor a partir de una base estable para las empresas de reciente creación y para las organizaciones públicas que necesitan elaborar proyectos de software. Los proyectos basados en el código abierto pueden representar una base sólida de código (*core-code*) donde pueden apoyarse nuevos productos con valor añadido (*edge-core*) (Casadesus-Masanell y Llanes, 2009).

El código abierto tuvo su origen en la *Free Software Foundation*, fundada por Richard Stallman, programador del *Massachusetts Institute of Technology*. Esta organización

²⁶ La compilación, con referencia al software, se refiere a la traducción por un programa informático de las líneas de código escritas por un programador en lo que se conoce como lenguaje de alto nivel en un programa equivalente de bajo nivel, de forma que el equipo de cómputo pueda ejecutar un conjunto de instrucciones correspondientes a lo solicitado en las líneas de código.

²⁷ Un lenguaje interpretado es analizado y traducido a lenguaje maquina en tiempo de ejecución, esto directamente del código escrito por un programador. El programa que realiza esta operación es conocido como un programa intérprete.

²⁸ Un tercer tipo, llamado mixto o híbrido de productos de software que contienen elementos tanto propietarios como abiertos ha sido considerado recientemente (Casadesus-Masanell y Llanes, 2009).

representa una oposición a que las empresas mantengan en forma propietaria y por tanto oculta, el código que hace funcionar a las computadoras (Mochi, 2006).

El uso del software de código abierto permite la elaboración de soluciones a la medida, por consiguiente, se contempla como una pieza importante en el desarrollo de las capacidades tecnológicas para las macrouniversidades que necesitan elaborar el software para su gestión. Este enfoque es opuesto al uso del software propietario, que se orienta actualmente a la renta de software y no a la adquisición de un producto permanente de software (ANUIES, 2018), con consecuentes adicionales de ser inhibidores de innovación en la administración universitaria por el uso del software que requiere que la organización se adapte al mismo, en contraste con la mejora o la creación de procesos adaptables a la misma organización.

Al utilizar el software abierto, se deben considerar las variaciones de licenciamiento, sin embargo, en ellas se destaca la posibilidad de modificar el código fuente. Sobresale principalmente la licencia GNU (General Public License-GPL) que obliga a compartir el código modificado. Las licencias Apache son licencias de software 'permisivas', que obligan a la conservación de los avisos de derecho de autor y el descargo de responsabilidades, pero no obligan a la redistribución del código fuente. El beneficiario de la modificación del código fuente no se preocupa del pago de regalías al autor original. Otra autorización de uso permisivo es la licencia MIT, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, que permite la inclusión del software libre en productos propietarios e incluso permite la patente de los nuevos programas de software, que son derivados el código original²⁹.

²⁹ Las licencias de software abierto tienen su origen en los Estados Unidos de América, admitiendo al producto de software como patentable y se reconoce al desarrollador la posibilidad de preparar obras derivadas basadas en la original y la distribución al público de copias o registro grabados. En contraste, el licenciamiento de código abierto tiene varios problemas de interpretación legal en México. Como tal, el software en México es contemplado por la Ley Federal de Derechos de autor como una obra (Artículo 13); el artículo 18 de la misma ley especifica "El autor es el único, primigenio y perpetuo titular de los derechos morales sobre las obras de su creación" y el artículo 19 a su vez declara: "El derecho moral se considera unido al autor y es inalienable, imprescriptible, irrenunciable e inembargable". En la redacción del Artículo 38 se explica: "El derecho de autor no está ligado a la propiedad del objeto material en el que la obra esté incorporada. Salvo pacto expreso en contrario, la enajenación por el autor o su derechohabiente del soporte material que contenga una obra no transferirá al adquirente ninguno de los derechos patrimoniales sobre tal obra. Respecto a la difusión el Artículo 39 señala: "La autorización para

Acorde con el uso del código abierto, el *Informe sobre la economía de la información 2012*, referente a la industria del software y a los países en desarrollo, elaborado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2012), donde se señala que el uso de software libre y de código abierto permiten a las empresas innovar libremente, a través de la reducción de costos de propiedad, reducción de errores y controles de seguridad. Respecto a los países de industrialización tardía, se reconoce la importancia del software libre y de código abierto a partir de las siguientes palabras: “El proceso de aprendizaje y de adaptación del software [libre] permite a los usuarios dejar de ser meros consumidores pasivos de tecnologías patentadas y convertirse en creadores de conocimientos” (UNCTAD, 2012, p. 68). Asimismo, se detalla en este informe que un valor añadido del software de código abierto es que promueve la creatividad, la innovación, el liderazgo y el trabajo en equipo. Estas son condiciones que también se explotan en las macrouniversidades, a consecuencia del uso del software de código abierto para la sistematización de procesos basados en las tecnologías informáticas.

3.7 Diagnóstico estratégico de las ADeSAU de la UNAM

Las ADeSAU se encuentran en un entorno de cambio tecnológico constante y relacionado a la economía del conocimiento. Para profundizar en la problemática que involucra a estas áreas se decidió elaborar un diagnóstico.

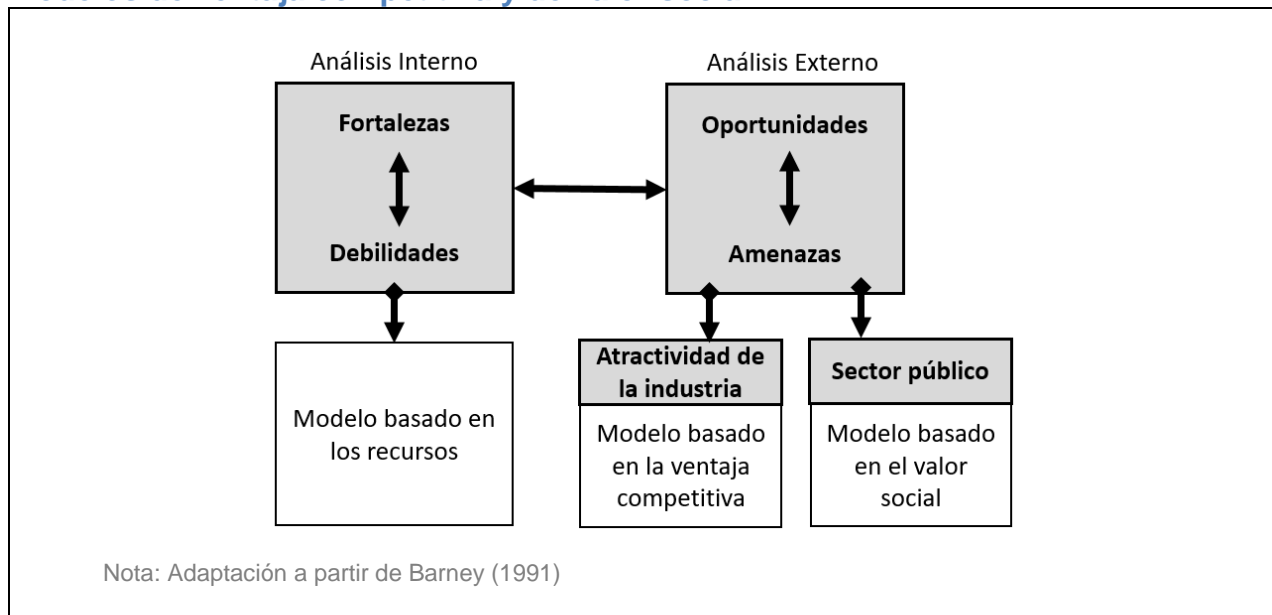
3.7.1 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

El análisis FODA consiste en un diagnóstico de la evaluación de los factores que influyen en la situación interna de una organización. Barney (1991) reflejó en un marco de trabajo este pensamiento mediante la sugerencia de que las empresas obtienen ventajas competitivas sostenibles mediante la implementación de estrategias que aprovechen sus fortalezas internas, respondiendo a las oportunidades ambientales. Aunque Barney utiliza su marco de trabajo con relación a la atractividad de la industria, se propone un

difundir una obra protegida, por radio, televisión o cualquier otro medio semejante, no comprende la de redifundirla ni explotarla”. Véase: Propiedad intelectual, <https://www.usa.gov/espanol/propiedad-intelectual>, Ley Federal de Derechos de Autor, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/122_150618.pdf

complemento que amplíe el modelo propuesto por este autor hacia el valor social que es requerido en el objetivo de las organizaciones públicas. De esta manera, se concuerda con la visión de Herbert Simon, en su obra *El comportamiento administrativo* (1982) quien escribe “el valor social de la estructura organizativa puede ser determinado observando el grado de coincidencia entre las decisiones organizativamente correctas y las socialmente correctas” (1982, p. 190). Para Simon el valor social es referido a que una “sociedad establece determinados valores muy generales por medio de su estructura básica institucional y trata de conseguir una conformidad entre estos y los valores organizacionales de los distintos grupos que existen dentro de ella” (Simon, 1982, p. 191). Las relaciones entre el modelo FODA y el modelo basado en recursos y atractividad de la industria, con la inclusión de las organizaciones públicas se presenta en la Figura 8.

Figura 8. Relación entre el modelo FODA, el modelo basado en recursos y los modelos de ventaja competitiva y de valor social.



Se complementa esta ampliación al modelo de Barney, indicando que el enfoque FODA ha sido utilizado como herramienta analítica de diagnóstico en organizaciones públicas (da Cruz y Marques, 2011; Talancón, 2007). Adicionalmente el método FODA se ha utilizado en análisis de universidades respecto a su inclusión y a las presiones de mercado referentes al ambiente de la economía del conocimiento (Pucciarelli y Kaplan, 2016).

El uso que se le ha dado a la teoría de la estrategia organizacional, tanto en la firma como en organizaciones públicas, es indagar racionalmente las formas para neutralizar amenazas externas y aprovechar las situaciones del exterior. Al mismo tiempo, se busca el desarrollo de la organización mediante la mejora interna de sus debilidades y el fomento de lo que son sus respuestas exitosas a los riesgos y condiciones cambiantes.

Para la ejecución de un análisis FODA, en relación con las ADeSAU de una macrouniversidad, se proponen los siguientes pasos:

- A. Identificar las actividades relacionadas al desarrollo de software administrativo
- B. Análisis de diagnósticos previos.
- C. Consulta de expertos y practicantes en el área de estudio
- D. Elaboración de la matriz FODA
- E. Conclusiones en un modelo referente al valor social de las ADeSAU

Estos pasos se muestran a continuación en relación con las ADeSAU y son tratados en las siguientes secciones.

3.7.2 Actividades para el desarrollo de software administrativo

A partir de las observaciones realizadas en las ADeSAU de la UNAM, el desarrollo de software se realiza en un ciclo de vida de cuatro fases con diversas actividades, que son señaladas a continuación.

Fase de nuevo desarrollo:

1. Elaboración del acta de inicio del proyecto, donde se define el propósito.
2. Planificación del proyecto y presentación de actividades a los integrantes del equipo del proyecto.
3. Diseño relacionado con la aplicación, se determinan lenguajes, infraestructura de implementación, base de datos, herramientas a utilizar, interoperabilidad con sistemas y servicios informativos
4. Desarrollo de la aplicación, a partir de la ejecución con base en la planificación o en el uso de un método ágil. En estas actividades impera el diseño modular, pruebas de unidad e integración.
5. Implementación en un medio de producción.

6. Cierre del proyecto, donde se determina el cumplimiento de los beneficios del proyecto y se resguardan las lecciones aprendidas.

Fase de mantenimiento menor:

1. Mantenimiento y retroalimentación y sustitución del producto, se realiza a partir de las observaciones y solicitudes del usuario del sistema, del receptor de beneficios, del entorno tecnológico

Fase de nuevas funcionalidades

1. Elaboración del acta de inicio de un nuevo proyecto, donde se define el propósito de las nuevas funcionalidades y como afectan al sistema actual.
2. Planificación del proyecto y presentación de actividades a los integrantes del equipo del proyecto.
3. Diseño relacionado con la aplicación, se determinan cambios al código, implementación de nuevos servicios e interoperabilidades.
4. Desarrollo nuevos módulos, a partir de la ejecución con base en la planificación o en el uso de un método ágil. En estas actividades impera el diseño modular, pruebas de unidad e integración.
5. Reemplazo del producto de software en producción.
6. Cierre del proyecto, donde se determina el impacto de los cambios y se resguardan las lecciones aprendidas

Fase de sustitución

1. Toma de decisiones respecto de la sustitución del sistema de cómputo por caducidad tecnológica, transformación del proceso o cambios del entorno organizacional. De ser aprobado el cambio se da un regreso a la fase de nuevo desarrollo.

Ejemplos de cómo realizan estas actividades y las técnicas y herramientas que realizan las ADeSAU de la UNAM son mostrados en la Tabla 6

Tabla 6. Ejemplo de las actividades, técnicas y herramientas que utilizan las ADeSAU de la UNAM para desarrollar un sistema informático

Actividades	Técnicas y herramientas utilizadas
Elaboración del acta de inicio del proyecto	Caso de negocio, análisis del entorno, recuperación de plantillas, aprobación del acta del proyecto, recuperación de lecciones aprendidas de proyectos anteriores, aprobación del proyecto, identificación de interesados internos y externos
Planificación del proyecto: elección del método de desarrollo de proyectos, normas de documentación, selección de requisitos, calidad, criterios de seguridad y protección del software, determinación de roles y actividades	Ciclo de vida en cascada (Pressman, 2002), PMBOK (PMI, 2017), métodos ágiles (PMI, 2017b; SCRUMstudy, 2017), documentos internos de gobierno de datos, Moprosoft (Oktaba y Vázquez, 2006), CMMI, JavaDoc., repositorio de conocimientos.
Presentación del actividades y Cronograma	Software Microsoft Project, Diagrama de hitos, ruta Crítica
Selección de la infraestructura de despliegue.	Cliente-servidor, internet, intranet, nube
Proceso de autenticación de usuarios	LDAP, Oauth
Proceso de validación de permisos	Soluciones locales
Selección de contenedor	Docker
Elección de un lenguaje de programación	Java, PHP, JavaScript
Manejador de base de datos, estructurada, no estructurada)	Estructurados: Sybase, MySQL, SqlServer No estructurados: MongoDB
Elección de un ambiente de desarrollo	Netbeans, eclipse, IntelliJ
Selección de un controlador de versiones y repositorio de código fuente	Git, GitLab
Uso de un repositorio de código binario (bibliotecas)	Nexus, ArtFactory
Selección de un analizador estático de código	SonarQube

Tabla 6. Ejemplo de las actividades, técnicas y herramientas que utilizan las ADeSAU de la UNAM para desarrollar un sistema informático... (continuación)

Actividades	Técnicas y herramientas utilizadas
Selección de un Framework de apoyo al lenguaje	Struts, Grails, PrimeFace, Sping, CakePHP
Uso de Diagramas de Modelado (UML)	Diagramas de caso de uso, diagramas de secuencia, diagramas de estado, diagramas de paquetes, etc.
Elección de un servidor de implementación continua	Jenkins
Tecnología de pruebas (test)	JUnit
Uso de tecnología de mapeo de base de datos	Hibernate
Selección de Servidor web de desarrollo/pruebas/producción	GlassFish, TomCat, Jetty, Apache
Manejador de dependencias	Maven
Desarrollo de la aplicación	Sistema de autorización del trabajo, mejora continua, reuniones, desarrollo modular, pruebas de unidad e integración
Implementación y transferencia del proyecto	Testeo, pruebas de usuario, pruebas de estrés, retroalimentación, creación de nuevos roles, cambios de procesos, adaptaciones del personal.
Mantenimiento y retroalimentación	Software de gestión de incidentes.

Nota: Elaboración propia a partir de la observación de las actividades de las ADeSAU de la UNAM

3.7.3 Diagnósticos previos

En la búsqueda de fuentes de información interna, se consultaron ejercicios previos, sobre análisis y uso de la herramienta FODA en relación a las Tecnologías de la Información y Comunicación, encontrándose en la UNAM dos trabajos realizados en este sentido, uno es el *Marco de Desarrollo Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México de la UNAM* (Coello, Enríquez, Peñaloza, Pisanty, Ruiz, Varela, Voutssás, 2007) y el *Plan maestro de TIC* (UNAM, 2018b), los cuales son tratados a continuación:

1. *Marco de Desarrollo Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México.*

En el año 2007, el Consejo Asesor de Cómputo de la UNAM realizó el *Marco de Desarrollo Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad*

Nacional Autónoma de México. Este documento utiliza un análisis FODA y se elaboró como “una guía a las distintas autoridades, dependencias, planificadores, académicos, estudiosos y desarrolladores de tecnologías de información” (Coello et al., 2007, p. 1) y estableció tres rutas estratégicas: Gobernanza de TIC en la UNAM, Excelencia operativa (las TIC como medio en la UNAM) y Excelencia académica apoyada por las TIC; ésta última a su vez comprende dos sub-rutas: Las TIC como fin en la UNAM y Las TIC como medio para la docencia en la UNAM.

El análisis FODA se realizó sobre tres ejes: la Docencia, la Investigación y la Administración. Este último apartado se tomó en especial consideración, porque incluye a las ADeSAU y las áreas de la atención administrativa en la UNAM. La Tabla 7 muestra la matriz FODA elaborada para esas áreas. Como resultado de este estudio, se sugirió que la atención de tres temas respecto a la actividad informática en la administración: gobernanza Informática, excelencia operática y excelencia académica resumidas en las siguientes áreas de oportunidad (Coello et al., 2007, p. 21):

1. Multiplicidad y falta de coordinación de los esfuerzos comprometidos en proyectos y procesos informáticos, sumados a su falta de alineación con las prioridades estratégicas de la institución.
2. Limitaciones estructurales y organizacionales para obtener el máximo beneficio en el nivel institucional de los recursos asignados a la realización de los procesos y servicios relacionados con las TICs[sic].
3. Falta de aplicación oportuna de soluciones tecnológicas en las actividades académicas de la institución.

Este estudio, fue significativo para la orientación en TIC que habría de seguir la UNAM hasta la aparición del Plan Maestro de TIC en 2018.

Tabla 7 Análisis FODA de la Administración Universitaria

Característica	Hallazgo
Fortalezas	<ul style="list-style-type: none">• El personal con el que cuenta la institución tiene una amplia experiencia acumulada en la automatización y el manejo de procesos masivos.• Contamos con un amplio inventario de sistemas y aplicaciones, así como recursos humanos dedicados a ellos.
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none">• Los precios de las herramientas tecnológicas necesarias para la administración han venido reduciéndose de manera considerable.• Se han alcanzado avances tecnológicos importantes para apoyo a la administración de las organizaciones.
Debilidades	<ul style="list-style-type: none">• Falta una política de desarrollo y uso de las TICs [sic] para la administración.• No se cuenta con estándares para la información universitaria, ni para la coordinación de su registro y resguardo.• La normatividad administrativa es obsoleta e inadecuada.• La UNAM no privilegia la inversión en TICs [sic] para la administración.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none">• El entorno político en México es incierto y probablemente adverso para la UNAM en el corto plazo.• Los competidores de nuestra Universidad cuentan con una administración eficiente, orientada a resultados.

Nota: Tomado del Marco de Desarrollo Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

2. Plan maestro de TIC

El Plan maestro de TIC (UNAM, 2018b) se desarrolló para cumplir los objetivos del Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019 presentado por el Dr. Graue (2016), Rector de la UNAM para aprovechar las oportunidades de las TIC y de las nuevas Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC).

Los ejes de aplicación de este estudio fueron referidos a las TIC en la UNAM y fueron los siguientes: docencia, investigación, difusión de la cultura, gestión universitaria, gobierno de TIC, telecomunicaciones y equipo de cómputo. Respecto a la gestión universitaria en este plan se establecieron dos líneas de acción estratégica (UNAM, 2018b):

1. Facilitar la transparencia, el acceso a la información pública y la protección de datos personales mediante el desarrollo de soluciones TIC para la concentración y publicación de la información en posesión de la

Universidad en cumplimiento de la normativa aplicable.

2. Simplificar la operación de la institución y la toma de decisiones a partir de sistemas de información que operen de manera estandarizada y compartan datos con eficiencia, seguridad y pertinencia.

Mientras que en el *Marco de Desarrollo Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México* elaborado en el 2007 se vislumbra la importancia del software en la administración, el Plan maestro de TIC trae un apartado sobre software y seguridad de la información (UNAM, 2018b), en el mismo se realiza un análisis sobre la problemática del uso de software propietario, el licenciamiento, la seguridad informática y el desarrollo de software en todas las áreas de la UNAM. En la línea de acción estratégica, se tienen el objetivo de “Compartir el software desarrollado en la UNAM y propiciar la creación, uso y distribución de software libre” (p.22) y se proponen las siguientes acciones para el cumplimiento de esta línea (p.22):

- Crear un repositorio de software libre desarrollado en la UNAM para concentrar los programas, aplicaciones y documentación del mismo, para facilitar su adopción por los responsables TIC.
- Estimular a desarrolladores universitarios para la creación de software libre a través de concursos, iniciativas patrocinadas y reconocimiento institucional.
- Crear disposiciones universitarias para fortalecer el desarrollo de software y asegurar su interoperabilidad.
- Impartir cursos, crear materiales y bases de conocimiento para desarrollar soluciones de software, a fin de propiciar el desarrollo tecnológico en la UNAM.
- Establecer criterios de evaluación para el software desarrollado en la UNAM que permita la selección y adopción de las mejores soluciones.

De estos dos análisis, se reconoce la importancia que ha tenido la utilización de las TIC en la UNAM, resaltando la necesidad de la alineación de los procesos tecnológicos con las funciones sustantivas. Además, se tiene en cuenta la experiencia del personal en el desarrollo de software y la necesidad de establecer políticas relacionadas con el desarrollo de estas áreas, el aprovechamiento de software libre, compartir el software desarrollado, el reconocimiento del personal y el fortalecimiento de capacidades relacionadas.

3.7.4 Consulta a expertos y practicantes en desarrollo de software

Para el propósito profundizar en la problemática del desarrollo de software en la UNAM se realizaron entrevistas semiestructuradas y cuestionarios electrónicos a directores de área, jefes de departamento y expertos en el desarrollo de sistemas informáticos en cinco dependencias donde se realiza software para la administración universitaria. Adicionalmente el cuestionario electrónico permitió recopilar 39 respuestas del personal que desarrolla software en la UNAM en otras entidades y dependencias de la UNAM y que participan en la Red de Colaboración Universitaria en Ingeniería de Software y Base de datos (RED IS&BD-UNAM).

Para profundizar en el contexto de las prácticas de las ADeSAU, se realizó una visita a las ADeSAU de la Universidad Nacional de Colombia. Adicionalmente se pudieron contrastar diferencias en la acumulación de capacidades tecnológicas³⁰.

Los resultados apuntaron a la necesidad del desarrollo de sistemas de software para atender las demandas de los agentes con intereses relacionados a esta macrouniversidad. Igual que las ADeSAU de la UNAM, en la UNAL se requieren estrategias relacionadas al desarrollo de capacidades tecnológicas en relación con el software con resultados de innovación en la administración universitaria, especialmente en productos, procesos y organización.

3.7.5 Elaboración de la Matriz FODA

El propósito del análisis FODA fue determinar y apuntalar factores organizacionales relacionados con el desarrollo de capacidades tecnológicas y de la gestión del conocimiento, que permitan establecer bases para el mejoramiento organizacional, en este caso en las unidades de análisis (ADeSAU). Este análisis se realizó en los meses de junio y julio del año 2018; el resultado en forma de tabla se presenta en la Tabla 8.

³⁰ Estas diferencias ayudaron a elaborar una matriz de capacidades tecnológicas para las ADESAU de una macrouniversidad. La teoría para el diseño de capacidades tecnológicas es abordada en el apartado 4.3 y en los resultados se muestra la matriz resultante para las unidades de análisis (apartado 7.1).

Tabla 8 Matriz FODA para el diagnóstico de las ADeSAU en la UNAM

Fortalezas – Interno	Debilidades-Interno
<ul style="list-style-type: none"> • Se cuentan con personal que tiene experiencia en análisis, diseño, implementación y mantenimiento de sistemas informáticos orientados a la administración universitaria, éste se encuentra en departamentos constituidos de 4 a 7 personas. • El personal técnico tiene de 3 a 20 años de servicio. • Se tiene personal técnico que conoce componentes de código abierto y lo modifica/adapta. • Se tiene una visión de elaboración del software para la simplificación y descentralización de trámites. • Se cuenta con infraestructura de TIC que puede ser utilizada para acceder al software elaborado internamente con equipos robustos de cómputo con acceso a internet e intranet • El personal técnico participa voluntariamente en redes de colaboración y conocimientos, esto desde el año 2006. • Algunos departamentos cuentan con sistemas de gestión del conocimiento y realizan labores de vigilancia tecnológica. • Se tiene personal certificado en algunos departamentos, con competencias de administración de proyectos con enfoques predictivos y ágiles. • Se puede acceder a capacitación formal y en línea utilizando la infraestructura TIC. • Se utiliza, en algunos departamentos, entornos de desarrollo con características abiertas. • Se cuenta con un departamento de seguridad informática. • Se desarrollan módulos de interoperabilidad para comunicar programas desarrollados en distintas plataformas. • Se tienen políticas de acceso único a las aplicaciones (identidad única). • Se tienen repositorios de documentación con características de nube privada. • Se desarrollan políticas de gobierno para el uso de aplicaciones (autorización, interfaz y ventanillas únicas). • Algunos desarrolladores participan en foros de gobierno y transformación de TIC en universidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de gobernabilidad para adquisición del software. No hay política de uso del software quedando está selección a decisión del programador. • Aunque hay la expectativa de compartir sistemas, estos no tienen una visión de uso institucional, tampoco hay reglas y procedimientos para procurar que estos sean utilizados por otras entidades y dependencias • El personal desconoce que software se realiza en otros departamentos. Esto evita el uso de componentes propios y propicia la repetición de componentes de software. • No se realizan proyectos interdepartamentales. • La documentación que se genera por proyecto no es difundida. • Algunos de los proyectos de software no se documentan, ni pasan por un entorno de pruebas y calidad. • Algunos departamentos utilizan ambientes de desarrollo comerciales con licencias que es requerido actualizar cada año. • Algunos departamentos sólo tienen dos personas, no es factible aplicar métodos de desarrollo ágil en proyectos complejos. • Falta de un sistema de implementación continua. • Algunos programas de software no tienen soporte o son obsoletos y se mantienen porque no hay forma de sustituirlos. • Algunas personas acaparan conocimiento al no difundir sus actividades. • Se cuenta con personal contratado con tiempo determinado, en ocasiones son alumnos en sus últimos semestres de estudio, de servicio social, o recién egresados. Al abandonar la organización se lleva el conocimiento del funcionamiento del software. • Se da mantenimiento a sistemas de software elaborados por personal que ya no se encuentra laborando y que no fue documentado. • Se desarrolla en varias tecnologías, con componentes no compatibles. • Se desarrollan aplicaciones y módulos que cumplen el mismo propósito en las ADeSAU: calendarios, impresiones, • Algunos desarrolladores no se capacitan y por lo tanto desconocen las últimas tendencias en desarrollo de software. • Algunas áreas no cuentan con una oficina de dirección de proyectos. • En algunos departamentos no se realiza el seguimiento de los planes anuales, ni hay reuniones de desempeño mensuales.

Tabla 9 Matriz FODA para el diagnóstico de las ADeSAU en la UNAM (continuación)

Oportunidades-Externo	Amenazas-Externo
<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de ambientes de desarrollo libre, para realizar proyectos de software para la administración universitaria. • Existencia de componentes de software de código abierto. • Bases de datos relacionables con licencia de código abierto • Existencia de métodos de desarrollo de proyectos y de métodos ágiles, ya maduras en el mercado. • Disponibilidad de alumnos de licenciatura, recién egresados que conocen las últimas tendencias de desarrollo. • Realineación de objetivos vinculados al Plan Estratégicos a partir de un Plan de Gobierno TIC. • Existencia de herramientas de Interoperabilidad. • Negociación en bloque para acceder a productos comerciales robustos que son requeridos en el procesamiento de operaciones periódicas. • Mantenimiento de una "nube" institucional para acceder a servicios de archivos. • Nuevas tendencias y herramientas de analítica de datos. • Estrategias de transformación digital. • Se pueden realizar convenios con empresas para la utilización académica y administrativa del software, base de datos, análisis, diseño y desarrollo de proyectos de software. • Utilizar las redes sociales para acercarse a los usuarios de los sistemas informáticos. • Estas áreas, dado el conocimiento que ha sido generado, pueden influir en beneficio de otras organizaciones públicas y privadas que requieren obtener capacidades tecnológicas en desarrollo de software, administración de proyectos y gestión del conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio constante de la tecnología, surgimiento de nuevas herramientas y paradigmas de desarrollo. • Ambientes de desarrollo descontinuados. • Uso de software-libre que no es actualizado. • Software libre, bases de datos y componentes de código abierto con licencia "permisiva" que cambia a software comercial para obtener nuevas versiones, mantenimiento o protección ante vulnerabilidades y ataques. • Desaparición de compañías de software de uso crítico. • Vulnerabilidades de software, virus, ataques a la infraestructura de cómputo. • Nube comercial de infraestructura, servicios y software donde la responsabilidad. • Exigencia de transparencia y rendición de cuentas mal atendidas.

Nota: Elaboración propia a partir de entrevistas a directivos y jefes de departamento de las áreas que desarrollan software para la administración universitaria.

3.7.6 Conclusiones del análisis FODA

Se puede destacar que el desarrollo de software en una macrouniversidad como la UNAM es una actividad estratégica, pues evita la dependencia tecnológica, disminuye los costos y permite enfrentar la tendencia de costo periódico del software propietario. Históricamente, el personal técnico relacionado a dar el soporte a la administración universitaria ha aprovechado la infraestructura tecnológica para automatizar los procesos y elaborar aplicaciones de software; sin embargo, hay factores que no se aprecian formalmente y que la literatura de la administración y la ingeniería de software resaltan en importancia; por ello, como resultado del análisis se presentan las siguientes estrategias que deberían ser consideradas por los directivos de las áreas de las TIC en la UNAM.

Estrategias respecto de las fortalezas y debilidades:

1. Implementar un comité técnico de gobierno del software

Aunque se observan varios mecanismos del gobierno de software (por ejemplo, la gestión de identidades, el seguimiento a los proyectos institucionales y la propuesta de portales web de servicios), un comité de gobierno del software es la respuesta formal y visible para establecer reglas y políticas. Se encuentran varios problemas internos que pueden solucionarse con este mecanismo. Entre éstos se citan los siguientes: las ADeSAU permiten que sus desarrolladores seleccionen libremente el lenguaje y las herramientas de software, igualmente no se conocen las aplicaciones que se desarrollan por otros departamentos por lo que se encuentran aplicaciones y módulos de software con funcionamiento similar. La conformación de un comité podrá apoyar en la toma de decisiones a partir de la identificación de las aplicaciones de software existentes para la toma de decisiones estratégicas; acciones complementarias son: la conformación de una base central de conocimiento de las aplicaciones de software, con descripción y funcionamiento; políticas para utilizar el software en otras entidades y dependencias; reglas de selección del software, base de datos, servidores, etc.

2. Creación de una oficina de administración de proyectos en cada ADeSAU y una oficina general para el subsistema administrativo

Las oficinas de administración de proyectos o mejor conocidas como PMO (de sus siglas en inglés *Project Management Office*), actúan como intermediarias del conocimiento, de proyecto permiten el gobierno de proyectos, haciendo que las áreas que desarrollan proyectos acepten y sistematicen las mejores prácticas, proporcionan estandarización, capacitación y permiten que el conocimiento sea utilizado en donde es requerido (Aubry, Müller y Glückler, 2012; Pemsel y Wiewiora, 2013), dan un seguimiento de los proyectos y se aseguran de que se cumplan los beneficios planteados en el caso de negocio que antecede a los proyectos. En el caso de los proyectos de software dan la pauta para que se trabaje en forma matricial¹ con el aprovechamiento eficiente de los recursos humanos especializados y los equipos de software. Hay que considerar que la implementación de una PMO pasa por varias etapas de madurez para que sea completamente aprovechada. La creación de la PMO para el sistema administrativo está vinculada al punto anterior y permitirá guiar el gobierno de las ADeSAU.

3. Privilegiar el desarrollo de las aplicaciones de código abierto sobre el software propietario

El código abierto permite modificar componentes de software existentes para acoplarlos y utilizarlos en la construcción de sistemas informáticos para el uso de la administración universitaria, lo que permite que sus áreas de desarrollo de software generen capacidades tecnológicas (UNCTAD, 2012). El software se debe elaborar con una visión integral para la gestión de áreas básicas de la administración (tipo ERP²), en este caso las operaciones internas de la macrouniversidad. Esta visión de desarrollo de software ERP, permite que el conocimiento sea transferido entre unidades organizacionales e impulse la innovación (Srivardhana y Pawlowski, 2007). Los desarrollos deberán realizarse con lenguajes de uso

¹ En una organización de tipo matricial, los proyectos son llevados a cabo por una selección de recursos humanos distribuidos en varios departamentos que responden ante su gerente funcional para sus actividades operativas y ante el director de proyectos, quien lleva a cabo las actividades requeridas para que los proyectos sean ejecutados con éxito.

² ERP es el acrónimo del inglés "*Enterprise Resource Planning*" o Planificación de Recursos Empresariales a partir de un sistema informático.

común en la industria y aprovechando marcos de soporte (framework) que permiten simplificar o extender el propio lenguaje de comunicación. La visión integral se concreta a partir de una arquitectura orientada a servicios (SOA³) donde las actividades del negocio (en este caso la macrouniversidad) son reflejadas en componentes abiertos y disponibles en red con políticas de gobierno bien establecidas a partir de protocolos de comunicación estandarizados como el lenguaje de marcado de hipertextos XML (Joachim, Beimborn y Weitzel, 2013).

En contraste, el software propietario funciona como cajas negras que proporcionan una funcionalidad definida, dividida en componentes que dan diversas características adicionales por medio de un pago, que generalmente no es único. Se confirma a partir de la consulta a los expertos que el licenciamiento del software propietario está cambiando de licencias por el uso de un producto en su vida útil a temporales, lo que obliga a establecer partidas anuales para refrendar licencias con mayor costo y el riesgo de que el software no pueda ser utilizado al finalizar el período de uso, con los riesgos consecuentes de la preservación de la información.

4. Reconocer a los expertos en software, aprovechar las comunidades de práctica, fomentar el trabajo en equipo y adoptar el uso de técnicas ágiles

Los equipos de desarrollo están conformados por expertos en software, con conocimientos de nuevas tecnologías y que es necesario reconocer, pues son intermediarios del conocimiento organizacional (Pawlowski y Robey, 2004). En múltiples ocasiones este personal tiene intereses en agregar nuevas funcionalidades a los componentes de software, de forma que puedan ser apropiados por una comunidad más grande (Paasivaara y Lassenius, 2014). El uso de técnicas de liderazgo, específicamente de servicio⁴ resulta adecuado para el trabajo y colaboración en equipo. Conocimientos de administración de proyectos y otras técnicas de ejecución como los métodos ágiles, que

³ SOA, acrónimo del inglés *Service Oriented Architecture*

⁴ El liderazgo de servicio es un concepto que proviene del liderazgo transformacional e involucra las habilidades del líder de proyecto de se tiene de guiar, aprender, desarrollar, discutir, hacer autónomo, motivar y verificar el bienestar de los trabajadores, clientes y comunidades para el cumplimiento de los objetivos del proyecto con base en la visión de su éxito y alineación al propósito de la organización.

ponen a disposición de equipo técnicas y herramientas, son recomendables (PMI, 2017a; SCRUMstudy, 2017).

5. Continuar con la visión de simplificación y descentralización de trámites y servicios

Dada la extensión nacional y el gran número de trabajadores, académicos y administrativos de la UNAM, ésta requiere de un funcionamiento eficiente para el cumplimiento de sus funciones sustantivas, a través de acciones de mejora continua y de la eliminación de actividades que dejan de tener sentido; muchas de ellos por la evolución de las TIC, que permiten un acercamiento a los usuarios sin importar su dispersión geográfica.

6. Promover la difusión del conocimiento técnico

Las capacidades de la organización le permiten a ésta extender sus potencialidades para encauzar la formulación de políticas que den sustento a la organización. La creación de espacios de conocimiento físicos (presentación de proyectos, pizarrones, tableros, etc.) y virtuales (wikis, blogs, sistemas de gestión del conocimiento, etc.), permitirán a la organización encauzar el logro de sus objetivos, el desarrollo de trabajo colaborativo y sincronizar habilidades y talentos.

Estrategias respecto de las amenazas y oportunidades:

1. Continuar con el gobierno de TIC para aprovechar el licenciamiento institucional del software de base de datos y fomentar la adopción de bases de datos abiertas

El procesamiento de actividades periódicas como las nóminas, pagos, adquisiciones, servicios, etc. requiere de equipos de gama alta que a su vez necesitan de bases de datos robustas que no son de código abierto. La gobernabilidad existente en políticas de TIC ha permitido que la UNAM acceda a precios preferenciales y a licencias permanentes del software de base de datos propietario.

A su vez, el uso de base de código abierto permite desarrollar otro tipo de aplicaciones que utilicen bases de datos abiertas basadas en código abierto para servicios particulares a las escuelas, facultades, centros e institutos de investigación. Se debe tener en consideración bases de datos en modalidades duales, con una versión comercial y una

abierta, donde ésta última va retrasada en cuanto a funcionalidades o no dispone del soporte técnico.

2. Poner atención ante el uso de tecnologías con licencia “permisiva”

Algunas empresas de software han decidido cerrar sus licencias de código abierto y cambiarse a un esquema propietario por medio de licencias “permisivas”. Ejemplo es la compañía Oracle que decidió cambiar la licencia de código abierto a partir de abril de 2019 asignando otros permisos como el cobro por usuario y procesador en aplicativos en producción⁵.

3. Aprovechar las redes sociales para acercarse a los usuarios de los sistemas informáticos

Las redes sociales están conformadas por usuarios que se relacionan con una interface electrónica de acuerdo a un criterio de interés para sus integrantes. Las comunicaciones utilizando este medio entre y hacia los usuarios de los sistemas de software de la UNAM permiten presentar a los mismos información en forma masiva. Sin embargo, se debe considerar que no se asegura completamente la entrega del mensaje ni su comprensión, si no es manejada por un personal profesional en la comunicación.

4. Generar estrategias de transformación digital

La transformación digital es pensada como la materialización de los cambios profundos que requieren las universidades en la fuerza de trabajo, la cultura y la tecnología para transformar las operaciones, la estrategia y acrecentar el valor público de la institución universitaria (ANUIES, 2018; Grajek y Reinitz, 2019). Para la administración universitaria la transformación digital significa aprovechar las redes sociales, los dispositivos móviles, la analítica de datos y la infraestructura de nube; todo esto en la prestación de trámites y servicios. Algunos ejemplos en la administración universitaria serian: implementación de

⁵ La nueva licencia puede consultarse en:
<https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/terms/license/javase-license.html>

la credencial universitaria en dispositivo móvil, interoperabilidad entre la administración universitaria y agentes internos y externos, ventanillas electrónicas únicas, etc.

5. Implementar una estrategia de nube institucional

Las nubes de cómputo permiten aprovechar infraestructura, servicios y aplicaciones. Una práctica de centralizar aplicaciones y pensarlas para su utilización con parámetros de diferenciación de entidades y dependencias universitarias, permitirá concentrar esfuerzos y aprovechar recursos humanos y tecnológicos en actividades específicas. No se recomienda transferir directamente los sistemas informáticos, sino compartir los componentes del desarrollo de software para la creación de nuevas aplicaciones de cómputo. También se recomienda instalar y utilizar productos para compartir archivos, documentos y aplicaciones de oficina de tipo código abierto.

6. Actuar ante el cambio constante de las tecnologías de software

Los componentes tecnológicos utilizados en el software de desarrollo tienen la ventaja de mostrar transparentemente su funcionamiento e incluso pueden ser modificados o adaptados a una operación de las áreas administrativas de la universidad. Las modificaciones realizadas deben ser presentadas a la comunidad externa que desarrolla el componente de software para asegurarse sean incluidas en las nuevas versiones.

Los componentes de software a su vez deben ser actualizados en los aplicativos que los utilizan. Por lo regular un componente se actualiza para agregar nuevas funcionalidades, pero también para cubrir vulnerabilidades que pueden permitir a un externo acceder a datos sensibles de la institución. Actividades como la vigilancia tecnológica, el análisis de factibilidad, la explotación de los nuevos componentes y la evaluación y la mejora continua son recomendados.

7. Consolidar a las redes de colaboración y conocimiento

Debido las características de la UNAM, la misma cuenta con áreas de desarrollo de software en múltiples sedes y *campus*, se han formado redes donde los profesionales de estas áreas comparten conocimientos y colaboran en proyectos. Se recomienda dar a

conocer a los directivos de las áreas universitarias la existencia de estas redes para que impulsen la participación de sus técnicos en el desarrollo de software.

8. Anticiparse a solicitudes de transparencia y protección de datos

La rendición de cuentas y el uso de recursos públicos en forma de la transparencia están impactando a las áreas que desarrollan el software para la administración universitaria, ya que implican nuevos procesos, solicitudes de información. La transparencia está representando una fuente de innovación en el momento de desarrollar productos de software *ad-hoc* a las universidades. El software ahora tiene que identificar capturas de documentos y solicitudes similares de información.

9. Seguir las tendencias de analítica de datos

La analítica de datos está permitiendo aprender de los mismos y la información disponible. Sin embargo, esta tendencia no fue inculcada al personal con más de cinco años de finalización de sus carreras profesionales. Se sugiere no sólo atraer a personal especializado en analítica de datos sino capacitar al personal en estas nuevas herramientas.

10. Hacer extensivos los conocimientos técnicos a la sociedad

Las áreas de desarrollo de software han generado conocimiento en tecnología del software y de administración de proyectos. El personal especializado pertenece a una macrouniversidad que busca formar a los profesionistas e investigadores que apoyen en la solución de problemas nacionales. Es un semillero de personal especializado formado con recursos públicos y que éticamente debe devolver sus conocimientos en concordancia con los fines de la UNAM.

Se recomienda encausar el uso del código abierto identificando y desarrollando las capacidades tecnológicas, como pueden ser la absorción del conocimiento externo, promover mecanismos de aprendizaje el conocimiento adaptado a la organización, fomentar el trabajo en equipo y apoyar la asistencia a redes de conocimiento. En complemento pueden apoyar en la capacitación de interesados en el desarrollo de software y de administración de proyectos.

3.8 Análisis socio-técnico de la administración en la UNAM

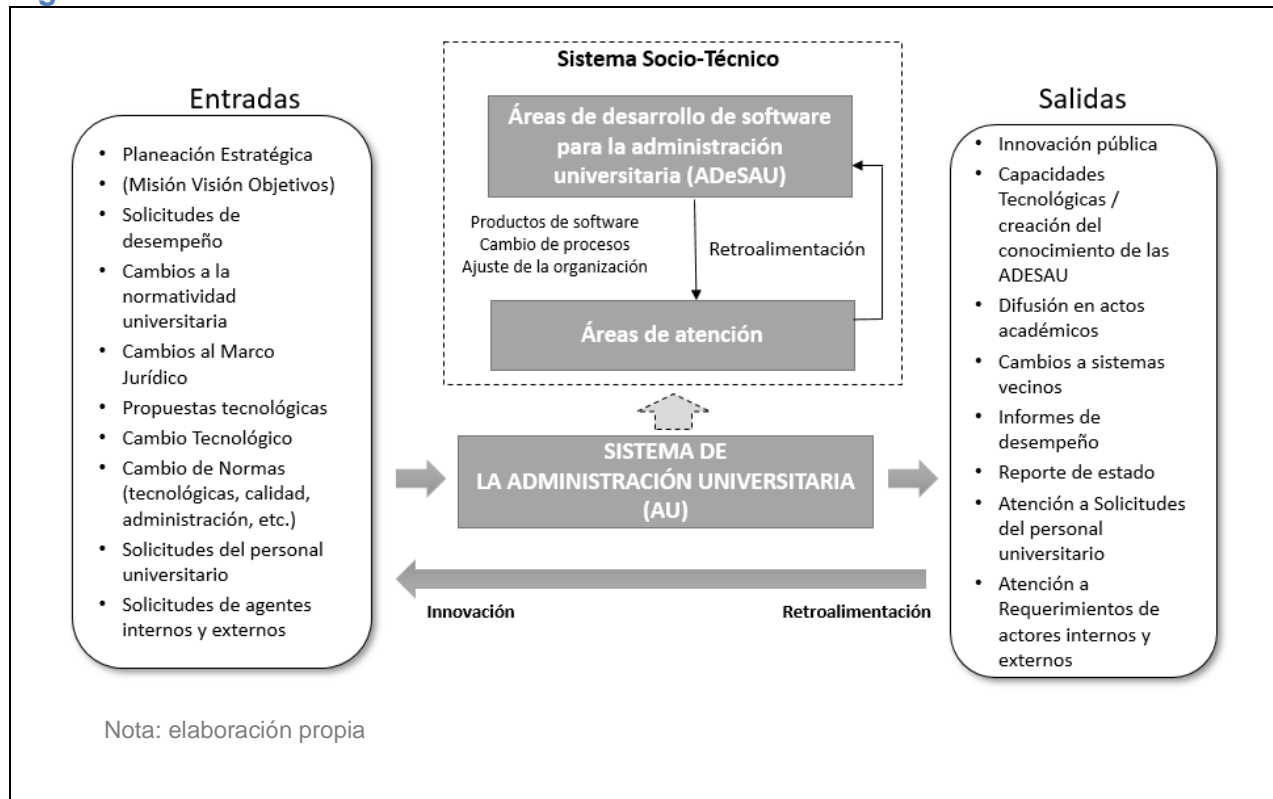
La propuesta de modelo socio-técnico determina el marco de referencia que permite un acercamiento a la realidad operacional de las ADeSAU de una macrouniversidad, con las interacciones que se dan en sentido de socialización y relaciones entre personas y artefactos tecnológicos.

Analizar como SST a la AU, permite inicialmente identificar los componentes de la organización que realizan la generación, transferencia y flujos del conocimiento en el procesamiento de las entradas —*inputs*—, así como las respuestas esperadas —*outputs*— en los procesos organizacionales. La segunda parte del análisis es observar detenidamente las relaciones entre actantes con la identificación de sus acciones y funciones de acuerdo con la estructura organizacional. Como tercera parte, analizar a los actantes nos permite acercarnos a la formulación de los beneficios para el sistema en general. Finalmente, el análisis de los SST permite observar los impactos de las relaciones entre actantes en forma de sus propiedades emergentes y finalmente aterrizar en los beneficios de los participantes, tanto humanos como artefactos tecnológicos.

3.8.1 Análisis de entradas y salidas de la administración universitaria

A partir del análisis de descomposición funcional, la AU en una macrouniversidad, se encuentra contiene dos subsistemas, uno relacionado con las áreas de la atención administrativa a las solicitudes –tanto del personal universitario como de actores externos– y otro que trabaja intensivamente los insumos del conocimiento y los requerimientos de los diversos agentes para apoyar la actividad administrativa: las ADeSAU. Las salidas del sistema están estrechamente relacionadas con los requerimientos solicitados al sistema socio-técnico, donde podemos distinguir a la innovación pública con relación al desarrollo de software y las propias capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento de las **ADeSAU** (véase Figura 9).

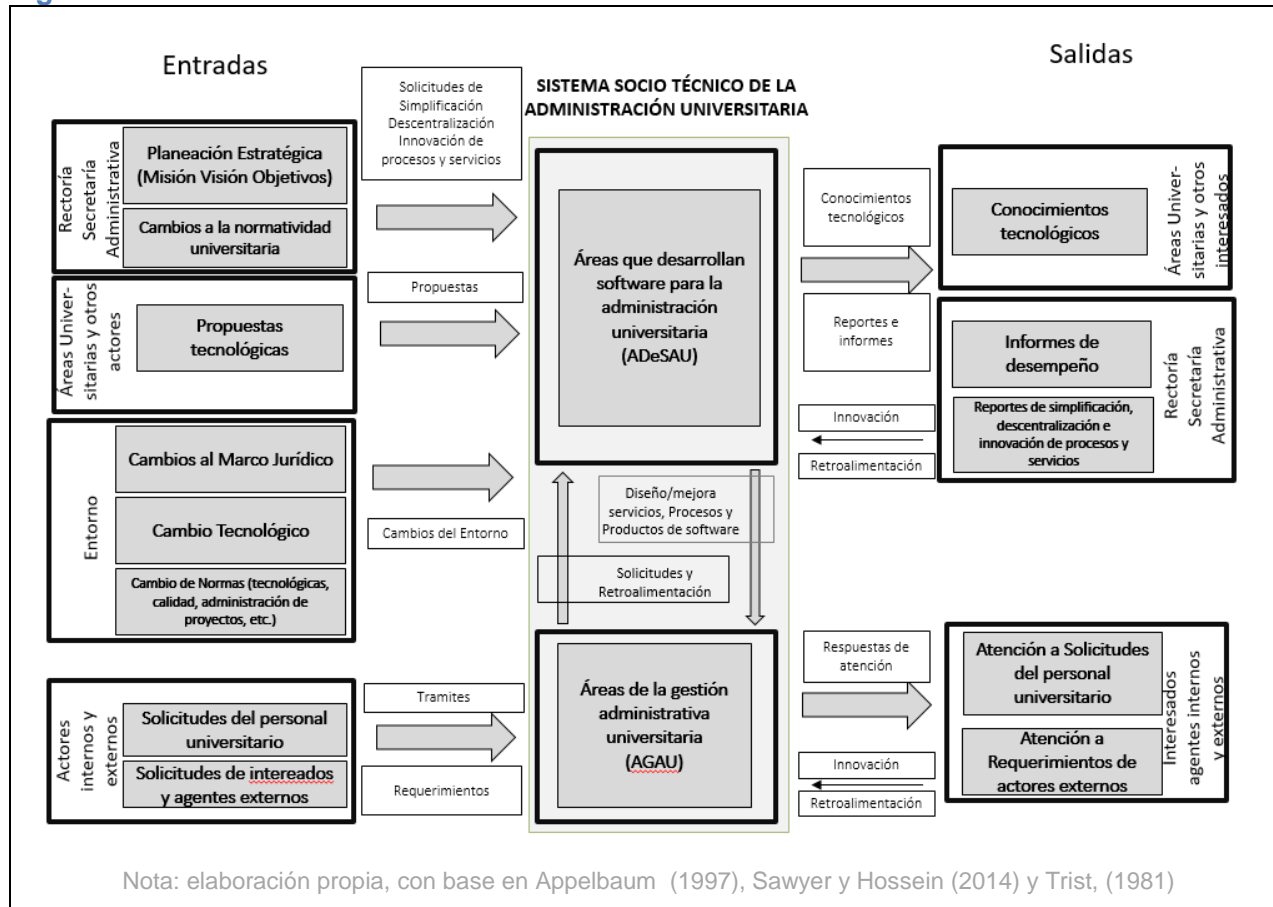
Figura 9 Entradas/Salidas de la administración en una macrouniversidad



Una descomposición más a detalle de las entradas y salidas del subsistema de la administración es mostrado en la Figura 10.

En los diagramas mostrados en la Figura 9 y la Figura 10, la retroalimentación, no sólo es por las actividades de vigilancia tecnológica, sino también es por las consecuencias que el sistema socio-técnico puede ocasionar en sistemas fuera de él. El conocimiento generado por la AU y en particular por las ADeSAU, sale en forma de conocimiento académico en clases universitarias, participación en seminarios, congresos y otros actos que celebran las redes de colaboración y conocimiento, recibiendo retroalimentación de especialistas de las actividades tecnológicas y de innovación. Sin embargo, se considera que este esfuerzo se requiere una concientización, señalamiento ético de la difusión del conocimiento realizado a partir de recursos público y reconocimiento al personal para que participe en dichos eventos. Esto es acorde a las palabras de Robert y Yoguel (2010), quienes distinguen que la retroalimentación induce a las empresas (en nuestro caso aplicado también a las ADeSAU) a generar las diferentes respuestas adaptativas o creativas, a partir de la coevolución de la capacidad de absorción y las vinculaciones, generando la emergencia de la innovación como resultado como fenómeno.

Figura 10. Detalle de Entradas/Salidas de la administración en una macrouniversidad

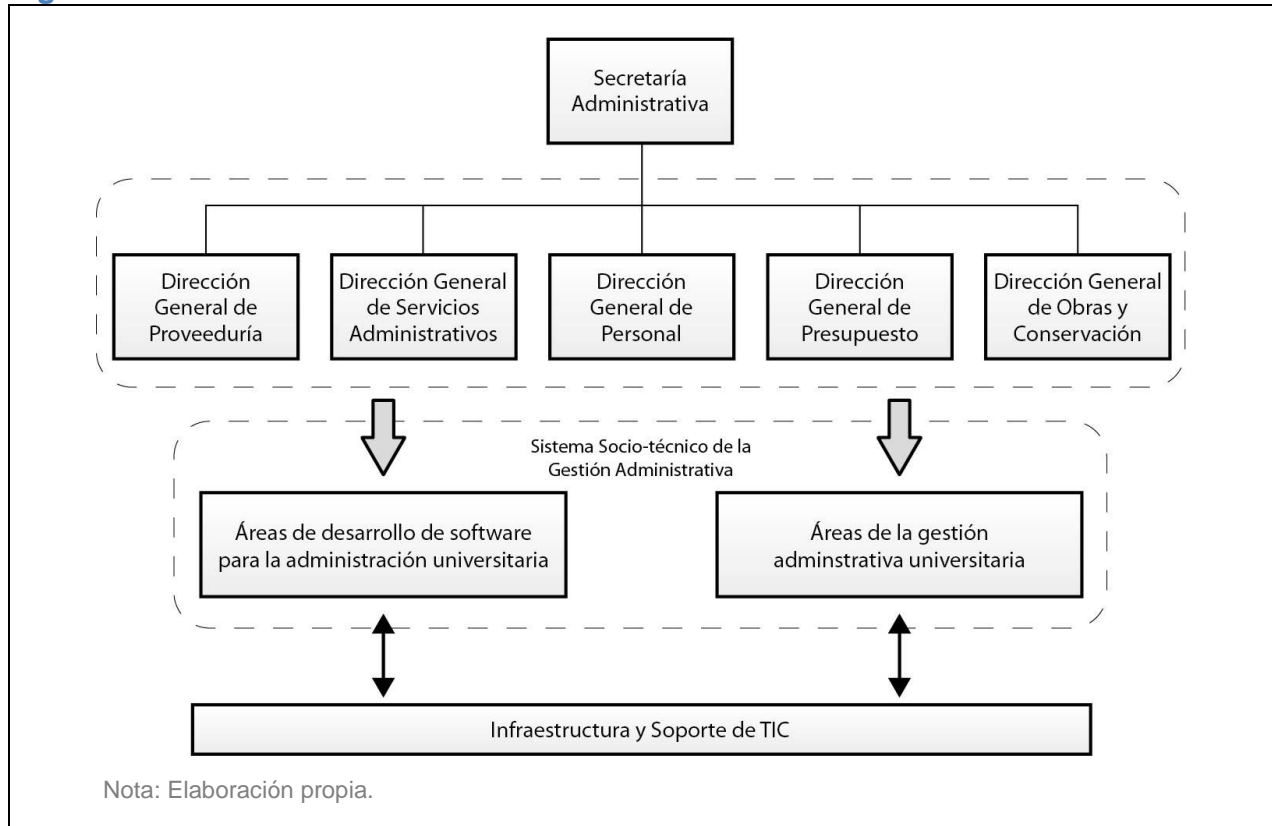


3.8.2 Análisis de descomposición funcional de la administración de la UNAM

Como parte del estudio de caso se propone la descomposición del sistema socio-técnico de la administración con orientación a la UNAM y cuya representación gráfica se muestra en la Figura 11. El sistema de la AU es realizado por la Secretaria Administrativa de la UNAM, que requiere para el cumplimiento de sus funciones una estructura organizacional compuesta por cinco dependencias de servicios. Es al interior de estas dependencias donde se identifica el sistema socio-técnico de la administración universitaria para dar atención a las solicitudes realizadas a la Secretaria Administrativa. Es de reconocer que la AU requiere necesariamente del soporte transversal de las TIC para efectuar sus funciones. Cada subsistema tiene procedimientos e indicadores clave, percepciones, entradas, salidas y retroalimentaciones, que se reflejan necesariamente en dos

requerimientos de gobierno interno, estrechamente relacionados por el entorno tecnológico: de la gestión de trámites y de la gestión de las tecnologías de la información.

Figura 11. Ubicación del sistema socio-técnico de la administración en la UNAM



3.8.3 Análisis de actantes y funciones de la administración universitaria

Para efectuar el análisis de un sistema socio-técnico, se procede al modelado propuesto por Trist (1981), a partir del trabajo de Emery and Thorsrud (1969, citado en Trist, 1981). También se recurre al uso de la Teoría Actor-Red (Callon, 1981; Bruno Latour, 1999; van House, 2004), para la identificación de actantes. Así como al trabajo de Gold et. al. (2001) de capacidades organizacionales referidas al conocimiento. Los pasos que se siguen son los siguientes:

- 1) Realización de un sondeo inicial de los aspectos técnicos y sociales del sistema de destino seleccionado (es decir, el subsistema relacionado a la GA).

- 2) Unidades de operación de los procesos que transforman los materiales o productos a partir de la unidad hombre-artefacto (software, hardware, procesos, herramientas).
- 3) Determinación de las variaciones clave e indicadores significativos respecto a la calidad, producción o costos de producción.
- 4) Análisis de las diferencias clave, siempre que sean controladas por el sistema social (trabajadores, supervisores y gerentes).
- 5) Determinación de la percepción de los miembros del sistema social de sus roles, así como de los factores limitantes
- 6) Limitación respecto a los sistemas vecinos, comenzando por el sistema de soporte o mantenimiento.
- 7) Atención a los sistemas de cruce de límites en el lado de entrada (input) y salida (output), es decir, a los sistemas de proveedores y usuarios.
- 8) Consideración del sistema objetivo y sus vecinos inmediatos en el contexto del sistema de gestión de la organización en lo que respecta a los efectos de las políticas o planes de desarrollo de carácter técnico o social.
- 9) Retroalimentación en cualquier etapa, culminando eventualmente en propuestas de diseño para los sistemas objetivo y/o vecinos.

Los nueve pasos para realizar el análisis del sistema socio-técnico de la AU en la UNAM son revisados en la Tabla 9.

Tabla 9 Análisis del sistema socio-técnico complejo de la administración universitaria

#	Descripción	Sistema socio-técnico		Actantes Humanos y tecnológicos	Propiedades Emergentes (dan lugar a capacidades organizacionales)
		Subsistema de atención a la gestión universitaria	Subsistema de desarrollo de software		
1	Sondeo inicial	<p>Atención a solicitudes de actores internos y externos relacionada con tramites, servicios e información de pagos.</p> <p>Conocimiento de la normatividad interna.</p> <p>Uso de los sistemas de software que permitan respuesta a las solicitudes de los actores.</p> <p>Conocimiento de los manuales de procedimiento.</p> <p>Uso de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones.</p>	<p>Funcionamiento de los sistemas de software.</p> <p>Vigilancia del entorno en forma de modificaciones al marco jurídico, el cambio tecnológico y nuevas normas.</p> <p>Uso de Sitios y Portales temáticos</p> <p>Conocimiento de la normatividad interna.</p> <p>Conocimiento de los manuales de procedimiento.</p> <p>Uso de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones.</p>	<p>Interesados.</p> <p>Agentes internos y externos.</p> <p>Personal de atención a la gestión universitaria.</p> <p>Personal de las ADeSAU</p> <p>Computadores.</p> <p>Software de oficina</p> <p>Sistemas informáticos.</p> <p>Firmado electrónico.</p> <p>Bases de datos.</p> <p>Sistemas Web.</p> <p>Sitios y Portales Web.</p> <p>Manuales técnicos.</p> <p>Reglamentos y políticas institucionales.</p> <p>Documentos jurídicos.</p> <p>IDE (interface de desarrollo).</p> <p>Lenguajes informáticos</p> <p>Comunidades de desarrollo de Código abierto.</p> <p>Herramientas Web 2.0 y Web 3.0</p>	<p>Vigilancia y comprensión del entorno.</p> <p>Calidad del servicio.</p> <p>Explotación de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones.</p> <p>Uso de Código abierto.</p> <p>Sistemas de gestión del conocimiento.</p>

Tabla 10. Análisis del sistema socio-técnico complejo de la administración universitaria (continuación)

Descripción	Sistema socio-técnico		Actantes Humanos y tecnológicos	Propiedades Emergentes (dan lugar a capacidades organizacionales)
	Subsistema de atención a la gestión universitaria	Subsistema de desarrollo de software		
2 Procesos	Se efectúan trámites y servicios siguiendo procedimientos y normatividad: altas, bajas, consultas (trabajadores, proveedores, contratistas, etc.). Ejecución de tramites: nóminas, seguros, compras, fiscales, convenios, contratos, etc.	Diseño de procedimientos. Diseño de sistemas informáticos acorde a los procedimientos. Implementación, seguimiento y capacitación técnica. Al personal de atención a la gestión universitaria. Servicios Web-	Personal de atención a la gestión universitaria. Personal de las ADeSAU. Herramientas de desarrollo. Software de diseño de procesos. Procedimientos. IDE (interface de desarrollo)	Análisis de procesos. Aprendizaje tecnológico. Liderazgo de servicio. Comunidad de práctica. Gestión del conocimiento. Vigilancia tecnológica. Administración de proyectos (metodologías ágiles y predictivas). Modificación de código abierto Análítica de datos
3 Variaciones clave e interrelaciones	El número de solicitudes atendidas por período. Asistencia del personal. Auditorías de calidad.	Número de sistemas en operación. Servicios web accedidos Cambios a documentación técnica. Número de procesos	Sistemas de captura de indicadores. Personal de atención a la gestión universitaria. Personal de las ADeSAU	Análisis de variaciones Herramientas de calidad (diagramas de flujo, de procesos, métricas de software etc.). Bases de conocimientos
4 Control de variaciones	Atención en tiempo y forma, elaboración de respuestas a actores solicitantes.	Logro de alcances, control de cronograma, respuestas a nuevos procedimientos	Tableros electrónicos. Reportes periódicos. Reunión de desempeño	Calidad del código Calidad del proceso administrativo- Velocidad de creación de software (diseño funcional y no funcional) Creación de indicadores

Tabla 10. Análisis del sistema socio-técnico complejo de la administración universitaria (continuación)

Descripción	Sistema socio-técnico		Actantes Humanos y tecnológicos	Propiedades Emergentes (dan lugar a capacidades organizacionales)
5 Percepción de los miembros del sistema social de sus roles y factores limitantes	<p>Jefes y supervisores: atención a situaciones fuera de procedimiento.</p> <p>Operativos, cumplimiento a objetivos diarios, horarios</p>	<p>Jefes y supervisores: alineación a planes y programas, análisis de procesos, respuestas al medio ambiente.</p> <p>Desarrolladores: diseño e implementación, vigilancia tecnológica, seguimiento y control de procesos en operación.</p>	<p>Personal de atención a la gestión universitaria.</p> <p>Personal de las ADeSAU</p> <p>Códigos de ética</p> <p>Resultados de desempeño</p>	<p>Liderazgo de servicio-</p> <p>Técnicas de trabajo en grupo.</p> <p>Reuniones de desempeño</p> <p>Determinación del valor</p>
6 Sistemas vecinos	<p>Infraestructura tecnológica y de comunicaciones, atención de usuarios</p>	<p>Infraestructura tecnológica y de comunicaciones, atención de usuarios, entidades y dependencias universitarias y externos interesados en colaboración y conocimientos técnicos.</p>	<p>Sistemas Web</p> <p>Agentes Internos: de administración escolar y académica.</p> <p>Agentes externos: organismos de gobierno</p> <p>Personal de atención a la gestión universitaria.</p> <p>Personal de las ADeSAU</p>	<p>Desarrollo de software.</p> <p>Procedimientos de interoperabilidad.</p> <p>Gestión del conocimiento organizacional.</p>
7 Entradas y salidas (inputs/outputs)	<p>Entradas:</p> <p>Solicitudes del personal universitario</p> <p>Solicitudes de actores externos</p> <p>Salidas:</p> <p>Atención a Solicitudes del personal universitario</p> <p>Atención a Solicitudes de actores externos</p>	<p>Entradas:</p> <p>Planeación estratégica (misión visión objetivos), propuestas tecnológicas, cambios al marco jurídico, cambio tecnológico, cambio de normas (tecnológicas, calidad, administración, etc.)</p> <p>Salidas:</p> <p>Informes de desempeño, reportes de estado, conocimientos tecnológicos</p>	<p>Personal de atención a la gestión universitaria.</p> <p>Personal de las ADeSAU</p> <p>Computadores.</p> <p>Sistemas informáticos.</p> <p>Bases de datos.</p> <p>Sistemas Web.</p> <p>Manuales de métodos de proyectos.</p> <p>Manuales técnicos.</p> <p>Reglamentos y políticas institucionales.</p> <p>Documentos jurídicos.</p>	<p>Capacidad de absorción.</p> <p>Aprendizaje tecnológico.</p> <p>Redes de colaboración y conocimiento.</p>

Tabla 10. Análisis del sistema socio-técnico de la administración universitaria (continuación)

Descripción	Sistema socio-técnico		Actantes Humanos y tecnológicos	Propiedades Emergentes (dan lugar a capacidades organizacionales)
	Subsistema de atención a la gestión universitaria	Subsistema de desarrollo de software		
8 Efectos de políticas	De acuerdo con lo que dictan las áreas de desarrollo de software para la administración universitaria	De acuerdo con lo que dicta el suprasistema (Rectoría y la Secretaría Administrativa)	Reglamentos y políticas institucionales. Agentes internos Rectoría y la Secretaria Administrativa Personal de atención a la gestión universitaria. Personal de las ADeSAU	Innovación de productos. Innovación de servicios. Innovación organizacional.
9 Retroalimentación	Se reciben respuestas de actores internos y externos	Se recibe retroalimentación de la Administración Central, entidades y dependencias universitarias, externos, interesados en colaboración y conocimientos técnicos	Interesados Agentes internos Rectoría y la Secretaria Administrativa Agentes externos: Universidades, Oficinas de gobierno, ONG, empresas, industrias Personal de atención a la gestión universitaria. Personal de las ADeSAU	Pensamiento estratégico. Gestión de la Calidad. Transferencia social del conocimiento. Evaluación y monitoreo

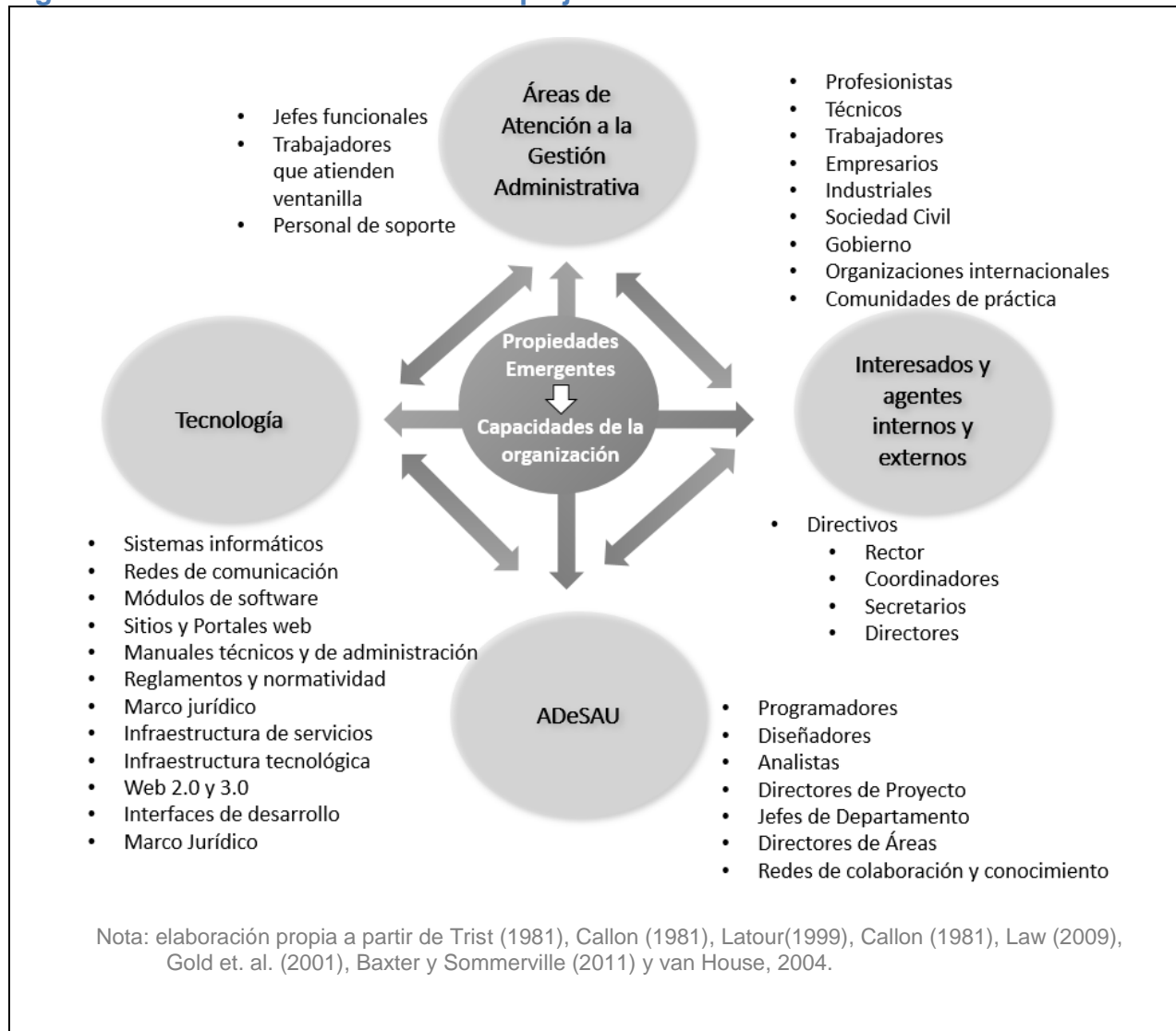
Nota: elaboración propia a partir de Trist (1981), Callon (1981), Latour(1999), Callon (1981), Law (2009), Gold et. al. (2001), Baxter y Sommerville (2011) y van House, 2004.

3.9 Conclusión del análisis socio-técnico de la administración universitaria

En este capítulo se buscó realizar la caracterización de la administración de una macrouniversidad a partir de varios procesos, inicialmente en la determinación de su papel en la estructura organizacional. Específicamente de las ADESAU, se ahondó en su origen histórico y el contexto de alta demanda del conocimiento de estas áreas a partir de una muestra de los modelos y estándares para el desarrollo de software. La visualización del software de código abierto como factor acumulador de capacidades tecnológicas también fue abordado. Un apartado especial en este capítulo fue orientado a comprender a detalle la evolución de las tecnologías asociadas al desarrollo de software y la complejidad de las actividades relacionadas al desarrollo de sistemas para una organización.

Como consecuencia del análisis socio-técnico con apoyo de la TAR, se puede encontrar que las áreas de la atención administrativa tienen como entradas las solicitudes del personal universitario (vía trámites y requerimientos) y los requerimientos de actores externos (principalmente con solicitudes de rendición de cuentas y de transparencia). Sus salidas son referentes a la atención de estas entradas. Las ADeSAU tienen como entrada lineamientos estratégicos tanto de la Rectoría como de la Secretaría Administrativa de la UNAM, cambios a la normatividad universitaria, que se resumen como solicitudes de simplificación, descentralización e innovación de procesos y servicios. Otras entradas son propuestas tecnológicas derivadas de la colaboración con otras áreas universitarias. Los cambios del entorno manifestadas como cambios al marco jurídico, cambios tecnológicos y cambios de normas (tecnológicas, calidad, administración de proyectos, etc.), también son entradas para este subsistema. Las salidas de las ADeSAU son los informes de desempeño y los reportes de simplificación, descentralización e innovación de procesos y servicios, con destino a la Secretaría Administrativa y la Rectoría, así como conocimientos tecnológicos, que son analizadas por otras áreas universitarias e interesados externos, vía redes de colaboración y conocimientos en la misma universidad (véase la Figura 12).

Figura 12 Modelo socio-técnico complejo de la administración universitaria



Finalmente, el modelo socio-técnico de la administración universitaria se planteó como una herramienta de ayuda para dar forma a la comprensión de las entradas y salidas, relaciones sociales y técnicas de creación, transformación y uso del conocimiento entre las áreas de la atención administrativa, las ADeSAU, la tecnología y los agentes e interesados. Este análisis se considera importante, pues permitió hacer visibles las capacidades organizacionales que son distintivas a la elaboración del software para la administración en una macrouniversidad.

Capítulo 4. Fundamentos teóricos para la elaboración del modelo

En este capítulo se describe el soporte teórico para la formalización de capacidades en las áreas que desarrollan software para la administración universitaria (ADeSAU) en una macrouniversidad. Dado el avance de los estudios teóricos y empíricos de la Teoría de la Firma, necesariamente se tiene que recurrir a las investigaciones elaborados para estas organizaciones, además de complementar con estudios de las Ciencias de la Administración que se han elaborado para las instituciones públicas. Como indican Bryson, Ackermann y Eden (2007) una clave del éxito de las organizaciones públicas es la identificación y la construcción de capacidades estratégicas para producir valor público para los interesados clave.

Con la consideración de esta última reflexión, se inicia con la formalización conceptual de la administración del conocimiento, con su sección de discusión epistemológicas, elemento esencial para hablar formalmente de esta área de conocimiento en las Ciencias de la Administración. Esto es importante señalarlo, pues la propuesta de un modelo de administración del conocimiento se realizará a partir de un enfoque de capacidades organizacionales, de las que se distinguen como distintivas la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas.

Conviene subrayar que la investigación trata de las capacidades organizacionales como componentes del modelo de administración del conocimiento, por lo que es conveniente hablar de su evolución en la organización; de ahí que la matriz de capacidades de la organización puede ser una herramienta que muestra como progresa un área intensiva en conocimiento, como la que corresponde a las unidades de análisis del presente trabajo. A partir de los análisis realizados anteriormente en el capítulo tres y con el análisis documental del presente capítulo, se propone la identificación de las capacidades organizacionales distintivas que deben desarrollar las ADeSAU en la forma de capacidades tecnológicas. La capacidad distintiva de la gestión del conocimiento, se conceptúa a partir de las prácticas que se efectúan en la organización se aborda con la perspectiva integral del Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi (1999). Se concluye el capítulo con una interpretación de la innovación, con un enfoque en el sector público.

4.1 La administración del conocimiento

Este apartado inicia con la definición del concepto de administración del conocimiento y de su diferenciación de la gestión del conocimiento y termina la discusión epistemológica del conocimiento organizacional.

4.1.1 Administración y gestión del conocimiento

En lo que toca a la literatura de las Ciencias de la Administración, la Economía y la Informática, en ellas se utiliza el término en inglés *knowledge management*, se comprende que la traducción literal al español es *gestión del conocimiento*. Sin embargo, a continuación, se da la razón teórico conceptual para la utilización del término administración del conocimiento. Para señalar la discreción de uso en cuanto al empleo de los términos administrar y gestionar se procede a indicar sus referencias etimológicas y a sus acepciones conceptuales.

La palabra administración, procede del latín *ad:a* y *ministrare*: servir; este término tiene varias acepciones en el Diccionario de la Real Academia Española (RAE)¹ casi todas son referidas a una acción o una organización. La *administración* como acción es referida a la integración y coordinación de los recursos humanos, materiales, técnicos y financieros a partir de los procesos de la prevención, la planeación, la organización, la dirección y el control (Chiavenato, 1988). Esta acepción se refiere a los esfuerzos para que una organización se estructure y funcione adecuadamente. Por otra parte, la definición más acorde al estudio de las organizaciones, con un sentido más disciplinar, es tomada de Castro (2007), quien propone a la *administración* como la ciencia que tiene como objeto “el estudio de las interrelaciones humanas entre individuos y grupos, con las estructuras tecnoeconómicas, funcionales y de autoridad en las que están dispuestas, de manera previamente determinada para alcanzar objetivos concretos” (2007, p. 198). De acuerdo con este referente la administración, en su sentido formal de ciencia está orientada a la descripción y explicación de las relaciones socio-técnicas en la organización, como son

¹ Véase: <https://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=administraci%C3%B3n>

las de integración y coordinación de los recursos humanos, materiales, financieros y de conocimientos tecnológicos para lograr los fines que dan razón a la misma organización.

Por lo que se refiere a la palabra gestionar, la misma deriva del latín *gestio-onis*², que significa literalmente '*llevar a cabo*', a su vez, de acuerdo con el Diccionario de la RAE³ sus acepciones son 1) llevar a adelante una iniciativa o proyecto, 2) ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo, 3) manejar o conducir una situación problemática. En este sentido, la palabra gestión se asocia con la ejecución de un plan en una función ejecutiva o de la dirección para llevar a cabo una actividad o acción. Este trabajo plantea que la gestión de conocimiento se orienta a las acciones en forma de prácticas relacionadas al conocimiento organizacional, para obtener el cumplimiento relacionado con los planes y objetivos previstos.

Esto lleva a señalar que la *administración del conocimiento* es un área que tiene por objeto de estudio el cómo las organizaciones adquieren, generan, transforman, difunden y usan el conocimiento, en forma de capacidades organizacionales para realizar sus actividades de forma eficiente y que se cumpla el fin organizacional.

Para los propósitos de esta investigación, la administración del conocimiento involucra tanto a las capacidades de gestión del conocimiento, como a las capacidades tecnológicas en la organización, que se determinan como relaciones previas a la innovación en la organización, en este caso, en aquellas áreas que desarrollan software para la administración en una macrouniversidad.

² Véase: Corripio, F. (1977). Diccionario etimológico general de la lengua castellana. Barcelona; México: Bruguera, 1977.

³ Véase <http://dle.rae.es/?id=JAQijnd>

4.1.2 Epistemología del conocimiento organizacional

Desde el origen de la filosofía occidental se han buscado concepciones de lo que es el conocimiento, así en el periodo clásico de los griegos, el filósofo Platón tuvo gran interés por plantear el estudio y comprensión del conocimiento y lo distinguió de la opinión, o lo que se conoce en griego como *doxa* que, "...es algo más oscura que el conocimiento y más claro que la ignorancia y por ende corresponde a algo que es y no es" (1988, p. 28). A partir de varios pasajes de su obra la *República* (1988), Platón asienta muchas de las raíces formales de la epistemología. Este concepto proviene del griego *episteme* (conocimiento, saber, ciencia) y *logos* (discurso), y se entiende que trata con los debates de la naturaleza y el origen del conocimiento.

A diferencia de la epistemología, que trata en la actualidad con el conocimiento científico⁴, en este trabajo de investigación el foco de interés es el conocimiento organizacional, creado por las personas y que está arraigado a sus percepciones y creencias (Nonaka y Takeuchi, 1999). A diferencia de la *doxa*, el conocimiento organizacional está basado en la observación y el seguimiento de reglas heurísticas que demuestran su efectividad en las actividades colectivas que permiten cumplir el fin de las organizaciones; estas últimas consideradas como sistemas abiertos incrustados en un ambiente complejo.

Como referencia al origen del concepto de conocimiento organizacional, se cita a Michael Polanyi, quien fuera químico de profesión y estuviera contrariado por la concepción objetivista del conocimiento que se tenía a principios del siglo XX (Grant, 2007); esto se refleja en la primera página de su libro *Personal knowledge* (2005), que fue editado en 1958 y donde subrayó: el propósito de este libro es mostrar que la objetividad completa como suele atribuir a las ciencias exactas es un engaño y es en realidad un ideal falso (Polanyi, 2005). Para este pensador, el sustituto de la objetividad es el conocimiento personal o tácito, punto de vista que proporciona valiosas concepciones del funcionamiento del proceso cognoscitivo.

⁴, El conocimiento científico es validado (no rechazado es estricto sentido), objetivo y con un carácter lógico normativo (Popper, 2008).

Desde el punto de vista de Polanyi, el conocimiento tácito, es aquel intrínseco a la persona, conformado por la reorganización mental de concepciones para inferir el estado de las cosas; en su obra *The tacit dimension* –editada ocho años después de su libro *Personal knowledge*– establece lo siguiente: conocemos más de lo que podemos decir o expresar (Polanyi, 1966). Polanyi interpreta que todo el conocimiento del que dispone una persona no puede ser materializado completamente en forma explícita. Esta referencia es importante para determinar los cambios que ocurren en el modelo de transformación del conocimiento tácito y explícito del modelo SECI de Nonaka y Takeuchi (1999) y que será abordado más adelante⁵.

Las obras de Polanyi dan una importancia significativa al conocimiento tácito, sin detallar en profundidad al explícito, y aunque en la obra de Nonaka y Takeuchi (1999) le atribuyen a este autor la diferencia entre estas dos concepciones (1999, p.65), Polanyi no da gran importancia en su obra al conocimiento explícito (Grant, 2007). Se destaca que Polanyi no conceptuó al conocimiento tácito dentro del contexto organizacional, sino que en su momento fue dentro del marco de la investigación científica (Grant, 2007) y por tanto vinculado a la epistemología.

Una concepción que surgió en los años sesenta del siglo XX respecto del aprendizaje organizacional, precisado a la adquisición de enseñanzas por los trabajadores de la organización para realizar eficazmente ajustes de acuerdo con la realidad y el resultado deseado (Argyris, 2001; Cangelosi y Dill, 1965). Este pensamiento se reformuló a principios de la década de los noventa, asociándose al carácter de disciplinas que se hacen presentes en la organización para lograr el aprendizaje en equipo (Senge, 2011). Desde el punto de esta investigación, se sigue el estudio de Crossan, Lane, y White (1999), para quienes el aprendizaje está vinculado a los procesos organizacionales de intuición, interpretación, integración e institucionalización.

El enfoque del conocimiento organizacional fue establecido formalmente en la década de los noventa del siglo XX por Nonaka y Takeuchi (1999), quienes a partir del fundamento que el aprendizaje organizacional se ha estudiado en forma insuficiente en relación con el

⁵ Véase el apartado 4.4.

conocimiento organizacional, proponen que el conocimiento puede estudiarse desde dos dimensiones: la óptica y la epistemológica.

La dimensión óptica, abordada por Nonaka y Takeuchi (1999) desde la perspectiva filosófica de Polanyi, es relacionada con el conocimiento que es creado y transformado por los integrantes de la organización a partir de las relaciones sociales y de observación, y lo que se plasma en forma explícita. Estos autores establecen como postulado: “una compañía no puede crear conocimiento sin los individuos” (Nonaka y Takeuchi, 1999, p. 65).

En la dimensión epistemológica, Nonaka y Takeuchi (1999) hacen una distinción entre las filosofías orientales y occidentales: en la tradición oriental el conocimiento se genera a partir del vínculo del individuo con las observaciones de la naturaleza y destaca la unidad cuerpo-mente. La tradición occidental está relacionada con la filosofía del racionalismo (la mente es la entidad creadora del conocimiento a partir de la comprensión), y el empirismo (el conocimiento que se crea a partir de la experiencia de los sentidos).

Otros trabajos complementarios del estudio del conocimiento organizacional, buscan responder las premisas básicas de lo que es el conocimiento dentro en las organizaciones a partir de las siguientes preguntas: ¿por quién es poseído?, ¿dónde reside?, ¿cómo es llevado a la práctica (o cómo es adquirido, generado, clasificado, resguardado, transferido y utilizado)? Cook y Brown (1999) lo resumen en dos aproximaciones: la epistemología de la posesión y la epistemología de la práctica. La primera trata al conocimiento como algo que los integrantes de la organización poseen y la segunda trata al conocimiento como algo que las personas realizan en sus actividades. Esta segunda, visión se puede vincular a un pensamiento tecnocrático enfocado en la sistematización del conocimiento (Newell, 1982; Newell, Robertson, Scarbrough, y Swann, 2009).

Como conclusión se distinguen dos corrientes de pensamiento del conocimiento organizacional: una vinculada a las actividades técnicas relacionadas al mismo conocimiento en relación con el aprendizaje, y prácticas de colaboración, y otro que ve al conocimiento como un fenómeno social de la organización, con implicaciones de transformación tacita-explicita. Este es un punto de referencia para la visualización de la

administración del conocimiento organizacional, como una descomposición entre las capacidades tecnológicas y la capacidad de gestión del conocimiento.

4.2 Matriz de capacidades para la organización intensiva en conocimiento

Bell y Pavitt (1993) dieron las bases para el análisis del proceso de la acumulación de capacidades tecnológicas y el papel que toman los países desarrollados como receptores de tecnología y el aprendizaje relacionado con la misma. Una visión general del aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas dentro de las empresas de servicios y redes es propuesto por Vargas (2006), quien resalta que el aprendizaje tecnológico ha sido abordado precariamente en empresas de los países en desarrollo.

Dutrenit y Vera-Cruz (2005), a partir de los enfoques de varios autores⁶, proponen una versión de la matriz de capacidades de la empresa, con foco en la industria maquiladora establecida en norte de México. Esta matriz considera la función técnica de inversión, de producción y de soporte; toma asimismo el rango de capacidades para determinar el estado de la industria, determinado por las capacidades de operación, las capacidades innovadoras básicas, intermedias y avanzadas. Las funciones técnicas de inversión se separan por un lado en la toma de decisiones y de control y por otro, en preparación y ejecución del proyecto. Las funciones técnicas de producción son separadas en las relacionadas al proceso y el producto. Las funciones técnicas de soporte son con relación a la vinculación externa, interna y de modificación de equipo (véase Tabla 10)

⁶ La matriz está basada principalmente en los siguientes autores: Bell y Pavitt (1995), y de las adaptaciones de Dutrenit, Vera-Cruz y Arias (2003), Ariffin y Figueiredo (2002) y Figueiredo (2001), (citados en Dutrenit y Vera-Cruz, 2005).

Tabla 10. Encabezado de la matriz de capacidades tecnológicas de Dutrénit y Vera-Cruz (2005)

Rango de capacidades	Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción		Funciones técnicas de soporte		
(Operativas, Innovadoras básicas, intermedias y avanzadas)	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de equipos

Aunque el sentido de creación de la matriz de capacidades de Dutrenit y Vera-Cruz fue empleado para la definición de capacidades en la industria maquiladora, se ha utilizado en otras industrias, como la siderúrgica (Jasso y Ortega, 2007), la del sector agroalimentario y de bebidas (Martín Carbajal, Cruz Ovando, y Rivera Guerra, 2016), y para la empresa curtidora (Arias, 2004). En el caso particular de la industria del software, se encuentra un trabajo empírico del uso de la matriz de capacidades tecnológicas en una empresa costarricense del software (Vargas, 2012), con una descripción básica de cruce de capacidades de la organización.

La matriz de capacidades plantea cómo evolucionan las capacidades para atender las funciones técnicas de inversión, producción y técnicas de soporte. Aunque estas funciones son adecuadas a la industria manufacturera, en este trabajo el énfasis de las ADeSAU recae en las capacidades de soporte del software, por lo que las funciones de soporte deben modificarse para contener esta función técnica en lugar de modificación de equipos. La matriz de capacidades propuesta para las ADeSAU se presenta como un resultado del presente trabajo en la sección 7.1.

4.3 Capacidades organizacionales, capacidades distintivas y capacidades tecnológicas

El estudio de los recursos y las capacidades organizacionales en la firma se ha desarrollado desde los años sesenta del siglo pasado (Penrose, 1962), con una maduración enfocada al conocimiento visto como una capacidad organizacional en la década de los años ochenta y principios de los noventa (Barney, 1991; Connor y Prahalad, 1996; Grant, 1991; Nelson, 1991; Prahalad y Hamel, 1990; Wernerfelt, 1984). Específicamente en organizaciones públicas, las capacidades organizacionales se han estudiado más a profundidad a principios del siglo XXI. En este sentido se encuentran trabajos como el de Bryson et al. (2007) con la identificación de competencias distintivas en organizaciones públicas. Otro trabajo es el de Klein, Mahoney, McGahan, y Pitelis (2011), con la caracterización de organizaciones públicas desde la vista de recursos, rutinas y capacidades.

A partir de estas referencias, se encuentra que el análisis de capacidades inicia a partir de los estudios en las firmas, con atención en los determinantes de la ventaja competitiva y la apertura de nuevos mercados. Sin embargo, se identifica que la orientación de las capacidades en las organizaciones públicas se enfoca a la eficiencia, y la entrega de resultados de valor para los interesados, que son las sociedades nacionales. El objetivo de este capítulo, además de centrarse en esta discusión, plantea las capacidades que son distintivas en áreas intensivas en conocimiento en organizaciones públicas.

4.3.1 Capacidades organizacionales

Aunque los términos de capacidad y de competencia⁷ se usan indistintamente en la literatura de la administración estratégica y en otras áreas, como la economía y la innovación; se prefiere utilizar para la presente investigación el término capacidad, que es referido a las habilidades y destrezas (competencias) de los recursos humanos de la

⁷ El término de competencia se considera para la presente investigación, como la aptitud y la actitud, reflejadas en las habilidades y las destrezas técnicas del integrante de la organización.

organización, que realizan en grupo rutinas relacionadas al conocimiento para integrar y organizar sus acciones, con el fin de obtener un resultado benéfico y permanente.

Retomando el concepto de rutina, éste es alusivo al concepto acuñado por Nelson y Winter (1982), de forma que las rutinas hacen referencia a las prácticas y técnicas especializadas de los recursos humanos, que pueden volverse regulares y predecibles en forma sistematizada, son persistentes e incluso transferibles (heredables) y seleccionables, son acumulables, se incorporan a memoria organizacional. Cuanto las rutinas interactúan en patrones complejos de interacción entre los recursos humanos de la organización se convierten en capacidades de la organización (Grant, 1991). Las rutinas, sin embargo, no contemplan propiamente aspectos referidos a la innovación, “concebida como la sustitución de nodos consecutivos [rutinas organizacionales] que se corresponden con un conjunto de eventos o de acciones que traen aparejada la ruptura del equilibrio” (Erbes, Yoguel y Robert, 2014, p. 381), de esta forma se considera que “la innovación [...implica] la ruptura de las rutinas existentes” (Ruiz, 2016). Así es requerido la definición de capacidades vinculadas a la innovación en las organizaciones, como se trata a continuación.

La noción de capacidades de la firma, vinculadas a la innovación y relacionadas al aprendizaje y el conocimiento organizacional es desarrollada en la Teoría de Recursos y Capacidades, que es elaborada a principios de la década de los noventa del siglo XX (Barney, 1991; Prahalad y Hamel, 1990; D. Teece y Pisano, 1994) y que tiene como base los estudios de los recursos y procesos internos de la firma de Penrose (1962) y la Teoría de los Recursos de Wernerfelt (1984)⁸. La Teoría de Recursos y Capacidades es un enfoque basado en el autoconocimiento de la empresa, “profundizando en la comprensión de sus recursos estratégicos, para formular una estrategia que le permita explotarlos al máximo y desarrollar aquellos que se necesita para el futuro” (Acosta, Longo-Somoza, y Fisher, 2013, p. 38).

⁸ Esta teoría identifica a las estratégicas y las políticas referidas a los recursos (humanos, materiales, financieros, intangibles y tecnológicos) como las claves en la obtención de rentas y la obtención de ventajas competitivas.

Prahalad y Hamel (1990) distinguen inicialmente a las capacidades que son nucleares⁹ para el funcionamiento de la firma; éstas fueron vinculadas al aprendizaje colectivo en la organización, y se señalaron como la raíz de la ventaja competitiva y del acceso a nuevos mercados. Como una distinción, estas capacidades no disminuyen ni se deterioran con su uso y mientras más sean utilizadas, mejor son perfeccionadas. Así, en la misma línea, Barney (1991) propone que los recursos valiosos¹⁰ de la firma (entre ellos las capacidades), son altamente valiosas, raras, inimitables y no sustituibles.

Un término más asociado a las capacidades de la organización, pero que sigue orientado a las firmas y a la obtención de ventajas competitivas, es el de las capacidades dinámicas, éstas se refieren a la habilidad de integrar y configurar las competencias relacionadas al conocimiento para adecuarse al entorno. Propuesto por Teece y Pisano (1994) las capacidades dinámicas son la forma como la organización gestiona a sus recursos, sus rutinas y sus habilidades en forma cambiante para que estos realicen las actividades requeridas. Amit y Schoemaker (1993) exponen el valor que tienen las capacidades dinámicas como activos estratégicos intangibles y determinan que su acumulación es afectada por las políticas de gestión y de la eficacia de sus redes internas.

A partir de los referentes citados, se considera que las capacidades organizacionales son una colección de rutinas de alto nivel, o particulares al conocimiento organizacional, que dan cuenta de la habilidad de la organización para combinar sus recursos y ampliar sus características de producción, en particular sobre la creación de un producto o la prestación de un nuevo servicio (Amit y Schoemaker, 1993; Dosi et al., 2003; D. Teece y Pisano, 1994; Winter, 2000). Asimismo, se determina que las capacidades organizacionales se vuelven distintivas cuando éstas distinguen a una organización y que se basan en sus activos estratégicos, las relaciones con sus interesados, el mantenimiento de sus compromisos y las actitudes de innovación (Kay, 2003).

⁹ En su investigación, se señala en idioma inglés a las capacidades como *core*: núcleo, centro o corazón.

¹⁰ En la visión de Barney (1991) un recurso se vuelve valioso cuando explotan las oportunidades o neutralizan las amenazas en el entorno de la firma.

4.3.2 Capacidades distintivas en la organización pública

El concepto de capacidades que son vinculadas a la organización pública requiere de un concepto más acorde al valor que representan para la sociedad, como contrapartida de las rentas y la ventaja competitiva que proporciona la Teoría Basada en los Recursos y Capacidades de la firma.

Las capacidades distintivas para la organización pública, se vinculan a las respuestas que da el recurso humano especializado (Cermeli, 2004) a las solicitudes de sus múltiples interesados (Bryson et al., 2007). La elaboración de estas respuestas igualmente está sujetas al cambio tecnológico y al desarrollo de capacidades relacionadas al conocimiento y necesitan ser evaluadas como parte de los activos estratégicos de la sociedad. Así, las capacidades distintivas la organización pública son aquellas vinculadas al despliegue y combinación de los recursos para el funcionamiento óptimo, con el establecimiento de objetivos y la entrega de resultados en la forma de valor público (Arellano et al., 2012; Bryson et al., 2007); este valor se materializa en la atención a todos los sectores sociales (Cabrero et al., 2000), la búsqueda de la prestación de servicios en forma innovadora (Jasso y Marquina, 2013), el uso eficiente de los recursos (Arellano et al., 2012), la sostenibilidad con respecto al medio ambiente y la aplicación de las lógicas globales y externas en forma de estrategias (Cabrero et al., 2000).

Avanzando en el razonamiento, las organizaciones públicas, al igual que las firmas, trabajan como sistemas abiertos que interactúan con múltiples agentes en un entorno complejo y que se vuelve turbulento por factores no sólo tecnológicos, sociales y económicos, sino también por los relacionados a la violencia y el cambio ambiental (Boyne y Meier, 2009). En conclusión, las organizaciones públicas pueden ser gestionadas como administradoras de recursos, capacidades y rutinas apoyada en el pensamiento surgido de la Teoría de Recursos y Capacidades de la firma como lo corroboran Klein et al. (2011). Esta extensión es mostrada en la Tabla 11.

Tabla 11. Extensión de la Teoría de Recursos y Capacidades de la firma para la organización pública

	Sector de la Firma	Organización pública
Identificación de recursos	Bajo el control de los grupos que trabajan en un entorno de mercado.	Controlado por el estado y uso de la ley para adquirir, desplegar y obligar al cumplimiento.
Determinación estratégica del recurso	Útil para evaluar la fuente de ventaja competitiva en términos de un mejor desempeño sobre los rivales.	Útil para identificar cómo y por qué se asignan los derechos de decisión entre las agencias públicas; susceptible al análisis de las contingencias, los límites y el crecimiento de las agencias públicas.
<ul style="list-style-type: none"> • Valioso 	Los recursos deben ser desplegados en un proceso de valor comercial en el que puedan generar resultados.	Los recursos son desplegados en un proceso de valor público que se adjudica a través de la asignación del presupuesto, la reelección o la renovación del nombramiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Raro 	Los recursos son escasos y, en particular, difíciles de adquirir entre los rivales que compiten para atraer los beneficios del recurso.	Los recursos son escasos y, en particular, difíciles de adquirir por agencias.
<ul style="list-style-type: none"> • Inimitables 	Los recursos deben ser difíciles de imitar, ya sea a través de la construcción o la adquisición.	Los recursos deben ser difíciles de formar o adquirir para las agencias, ya sea a través de procesos de mercado o por coerción.
<ul style="list-style-type: none"> • No sustituibles 	Los recursos son construidos con base en el trabajo realizado.	Los recursos son construidos con base en el trabajo realizado.
Criterio para evaluar la ventaja competitiva	Útil para determinar si la ventaja competitiva persistirá a través del tiempo.	Útil para determinar la persistencia de la organización, ante el cambio tecnológico, social, económico y ambiental.
<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de transferir 	Los recursos deben estar ligados de manera única a la organización para conferirle una ventaja sostenida.	Los recursos deben identificarse o vincularse exclusivamente al organismo de coordinación para conferir sostenibilidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad 	Los recursos deben perdurar para crear ventajas a largo plazo.	Los recursos deben perdurar para que sean la base de la longevidad de la agencia pública.
Criterio para evaluar la apropiación del valor para la organización	Útil para evaluar el cumplimiento de objetivos.	Útil para determinar el valor que aportan a la sociedad.
<ul style="list-style-type: none"> • Metas organizacionales 	Múltiples activos permiten el logro de los objetivos de la organización.	Los recursos se combinan dentro de los organismos para lograr el propósito, la misión o los objetivos de la organización.
<ul style="list-style-type: none"> • Derechos de propiedad 	Habilidad de la organización para excluir a otras organizaciones de los beneficios por el despliegue de recursos.	Presentables a la sociedad en función del cumplimiento de objetivos.
<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno 	Habilidad de la organización para desplegar recursos más eficaz y eficientemente que los rivales.	Habilidad de la organización para desplegar los recursos en forma eficaz y eficiente de acuerdo con la posición de la agencia y el fin de esta.
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades 	Las formas en que la organización construye clústeres de rutinas y recursos complementarios alrededor de una actividad basada en el conocimiento.	Las formas en que la organización construye clústeres de rutinas y recursos complementarios alrededor de una actividad basada en el conocimiento.

Nota: adaptado de Klein et al. (2011)

4.3.3 Capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad

Se entiende a la tecnología como la utilización de herramientas, conocimientos y destrezas que permite reproducir o generar nuevos productos, procesos o servicios en la forma más eficiente (Angulo, 2017). Cuando las tecnologías son referentes a un área concreta del conocimiento humano, se habla específicamente de un sector tecnológico como pueden ser el de las tecnologías de la información (TI), las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), la tecnología móvil, la tecnología educativa, etc.

Cuando se habla de capacidades de la organización, estas pueden ser agrupadas a un nivel tecnológico donde la organización requiere el dominio distintivo de habilidades técnicas. Se complementa con la definición de Dutrenit y Vera-Cruz que establecen: “la idea básica es que las capacidades son habilidades para hacer cosas y las capacidades tecnológicas reflejan el dominio de las actividades de esa naturaleza” (2005, p. 576).

En concordancia con el desarrollo de capacidades enfocadas al entorno de cambio tecnológico, Butler (2009) distingue los siguientes conceptos clave para la identificación: una cultura organizacional enfocada a proporcionar un servicio de alta calidad, el intercambio del conocimiento al interior de la organización, involucramiento de los directivos y líderes en el mejoramiento de la organización, y la habilidad del aprendizaje organizacional.

Un estudio específico de capacidades organizacionales en empresas de software fue realizado por Ethiraj, Kale, Krishnan y Sing (2005). Éste estudio de seis años realizado en la India, tuvo dos hallazgos: primero se determinaron que las capacidades de la empresa son específicas del contexto; y en segundo lugar, que hay dos amplias clases de capacidades significativas: en primer lugar, las específicas al cliente y después las relacionadas a la administración de proyectos. Otro estudio, en organizaciones de desarrollo de nuevos productos, donde se incluye a la industria del software, es el de Edmondson y Nembhard (2009), donde se encuentra que los beneficios organizacionales se determinan en cinco atributos o capacidades de los equipos de desarrollo: habilidades de la dirección de proyectos, trabajo cercano e interdependiente, formación de equipo, aprendizaje rápido, expansión de las redes sociales y la identificación rápida de obstáculos y soporte para los proyectos. Por su parte en otros estudios (Daniel et al., 2006; Matusik

y Heeley, 2005; Sampedro, 2011) se describe la importancia de la capacidad de absorción en la industria del software para obtener conocimiento e información del entorno.

Así las capacidades que son distintivas para las ADeSAU, considerando su entorno vinculado a la tecnología, y el uso intensivo del conocimiento de esa índole y que fue visibilizado en el análisis socio-técnico realizado en el capítulo 3, son las capacidades tecnológicas asociadas al desarrollo de software. Las capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad, están relacionadas al manejo de las relaciones socio-técnicas, proporcionan habilidades para absorber los conocimientos tecnológicos para la creación del software que son generados en otros lugares (capacidad de absorción), materializar el aprendizaje (aprendizaje tecnológico), aprovechar el liderazgo de servicio, trabajar en forma colaborativa (comunidades de práctica) y aprovechar las redes de conocimiento y colaboración que funcionan al interior las grandes organizaciones. Apegándose a Teoría de Recursos y Capacidades, las capacidades tecnológicas deben dinámicas en cuanto a la configuración de los recursos. La Tabla 12 proporciona las referencias teóricas de las capacidades tecnológicas que se identificaron para las ADeSAU de una macrouniversidad y que a detalle se muestran en los siguientes apartados.

Tabla 12. Autores consultados para la determinación de constructos capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad

Concepto de Capacidad Organizacional	Dimensiones mencionadas	Propósito con relación a la gestión del conocimiento	Autores
Capacidad de Absorción	Adquisición, asimilación, transformación, explotación, vigilancia tecnológica, Innovación abierta	Habilidad de una organización para identificar, asimilar y utilizar nuevos conocimientos, procesos y tecnologías del entorno externo a la organización	<p>Capacidades de la organización: Cohen y Levinthal, 1990, Lane y Lubatkin, 1998; Zahra y George, 2002; Todorova and Durisin, 2007</p> <p>Capacidades distintivas en software: Sampedro, 2011, Daniel, Agarwal, y Stewart, 2006; Matusik y Heeley, 2005; Abreu et al. 2011; Chesbrough, 2003, 2007; Huizingh, 2011</p>

Tabla 12. Autores consultados para la determinación de constructos capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad (continuación)

Concepto de Capacidad Organizacional	Dimensiones mencionadas	Propósito con relación a la gestión del conocimiento	Autores
Aprendizaje Tecnológico	Acumulación de conocimiento, alineación de objetivos, proactividad ante el cambio tecnológico	Habilidad de los equipos de la organización para implementar nueva tecnología, acumular conocimiento, tecnológico y alinear la visión personal de la tecnología a la organización.	<p>Capacidades de la organización: Argyris, 2001; Bell y Pavitt, 1993; Dutrenit, 2004; Jaso y Ortega, 2007; Senge, 2011; Yeung, et al., 2000</p> <p>Capacidades distintivas en software: Edmondson y Nembhard, 2009</p>
Liderazgo de servicio	Servicio a equipos, clientes y comunidad, fomento de autoaprendizaje, discusiones constructivas, autonomía de equipos	Habilidades con las que el líder motiva a los involucrados en un proyecto (equipos, clientes y comunidad) con competencia de guía, autoaprendizaje, discusiones constructivas, autonomía, motivación y verifica el bienestar, considerando el entorno y las metas a lograr	<p>Capacidades de la organización: MacGregor Burns, 1978; Avolio, 1994; Giuri, Rullani, y Torrisi, 2008; Gumusluoglu y Ilsev, 2009; Reicher et al., 2007; Liden, Wayne, Zhao, y Henderson, 2008; van Dierendonck, 2011</p> <p>Capacidades distintivas en software: Ethiraj, Kale, Krishnan y Sing 2005; Edmondson y Nembhard, 2009</p>
Comunidades de Práctica	Grupos informales, reuniones internas, sesiones de campo, interacciones en línea	Desarrollo de las capacidades de los miembros de la organización, a partir su compromiso con la creación y difusión del conocimiento	<p>Capacidades de la organización: Nonaka, 1999; Wenger, 2002</p> <p>Capacidades distintivas en software: Edmondson y Nembhard, 2009; Sampedro, 2011; Paasivaara and Lassenius, 2014; Krogh, 2012;</p>
Redes de Colaboración y Conocimiento	Redes de colaboración y conocimiento	Establecimiento de relaciones de colaboración y compartir conocimiento con otras unidades de la organización	<p>Capacidades de la organización: Athreya, Batsakis, y Singh, 2016; Cárdenas, 2016; Luna y Casas, 2003; Mowery, Oxley, y Silverman, 1996; Rivera, Robert, y Yoguel, 2009</p> <p>Capacidades distintivas en software: Edmondson y Nembhard, 2009</p>

Nota: Elaboración propia a partir de los autores referidos

4.3.3.1 La capacidad de absorción

De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990), la capacidad de absorción es la habilidad de utilizar conocimientos previos para reconocer el valor de la nueva información, asimilar ésta y aplicarla para crear nuevos conocimientos y aptitudes. Esta capacidad está relacionada con rutinas referentes a captar la información que se encuentra fuera de la organización y que se requiere contextualizar, analizar e interpretar.

Por su parte, Zahra y George (2002) establecen a la capacidad de absorción como la capacidad dinámica relacionada con la adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento externo; que aumenta la habilidad de la firma para obtener y mantener una ventaja competitiva. Asimismo, determinan cuatro dimensiones de la capacidad de absorción como sigue:

1. Adquisición: es la capacidad de la firma para identificar y adquirir conocimiento externo que pueden mejorar las actividades operativas.
2. Asimilación: se refiere a procesos de la organización, que permiten a la misma analizar, procesar, interpretar y comprender la información obtenida por fuentes externas.
3. Transformación: denota la capacidad de la firma para desarrollar y redefinir las rutinas que facilitan la combinación del conocimiento existente y el que es adquirido y asimilado.
4. Explotación: se encuentra basada en las rutinas que permiten a las firmas perfeccionar, extender o crear nuevos procesos incorporando el conocimiento adquirido y transformándolo en las operaciones.

Conviene subrayar que Todorova y Durisin (2007) reconocen además, la importancia de la evaluación de las fuentes del conocimiento y del conocimiento previo, como pasos previos a la generación del conocimiento tácito y explícito, Lane y Lubatkin (1998) por su parte distinguen la importancia del procesamiento de la información a partir de las bases de conocimiento, las políticas, la estructura de la organización, y el pensamiento lógico.

Considerando que la capacidad de absorción se relaciona con la habilidad de identificar nuevas ideas que están en el entorno, se identifica como una dimensión asociada a la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva (VTyIC), que hace uso de herramientas en internet para obtener información de distintas fuentes, para a continuación realizar el tratamiento de análisis de la información, su valoración y su difusión dentro de la organización. Los procesos específicos para VTyIC son, de acuerdo con Abreu, Matthes, y Steinhoff (2011), la formulación de las necesidades de información, el uso de repositorios de información, análisis, la diseminación y la presentación de resultados. La asimilación se vincula estrechamente a la infraestructura interna tecnológica y al oportunismo tecnológico para lograr la asimilación de sistemas y utilizar las tecnologías de la información (Hossain, Moon, Kim, y Choe, 2011; Ratten, 2016).

Otra dimensión relacionada también con la adquisición del conocimiento externo, es la innovación abierta¹, ya que resulta atractivo atraer conocimientos de grupos de fuera de la organización que trabajan colaborativamente, con ideas que son traídas al interior de la organización (Chesbrough, 2003, 2007; Huizingh, 2011).

Los conceptos relativos a la capacidad de absorción, se han distinguido como un factor asociado al desarrollo de software (Daniel et al., 2006; Matusik y Heeley, 2005; Sampedro, 2011); vista como capacidad tecnológica para las ADeSAU de una macrouniversidad, la capacidad de absorción contiene las siguientes dimensiones: identificación, a partir de la vigilancia tecnológica y asistiendo a eventos especializados; asimilación, recurriendo a la factibilidad de uso de nuevas tecnologías, posibilidad de cambio de procesos y verificar alternativas; transformación, refiriendo al potencial de utilizar nuevas tecnologías, desarrollar y redefinir rutinas; y finalmente explotación, como el perfeccionamiento de procesos, transformación de operaciones y propiciar innovación externa (véase la Tabla 13).

¹ La innovación abierta será abordada en el punto 4.5.1

Tabla 13 Capacidades de absorción tecnológica con relación con las áreas que desarrollan software

Absorción de nuevas tecnologías relacionadas al desarrollo de software en las ADeSAU de una macrouniversidad			
Identificar: a partir de la vigilancia tecnológica y asistiendo a eventos especializados,	Asimilar: factibilidad de uso de nuevas tecnologías, posibilidad de cambio de procesos, verificar alternativas	Transformar: potencialidad de utilizar nuevas tecnologías, desarrollar y redefinir rutinas	Explotar. Perfeccionamiento de procesos, transformación de operaciones y propiciar innovación externa
Cambios en lenguajes y <i>herramientas</i> de desarrollo de software	Respaldo por una empresa reconocida o una comunidad activa de desarrolladores de software abierto.	Reescribir el software a partir de nuevas rutinas, bibliotecas (librerías) de software.	Procesos simplificados Procesos sencillos para el usuario final
Detección de métodos útiles para la administración de proyectos de software	Búsqueda de simplificación de procesos a partir de nuevas herramientas	Elaborar nuevas rutinas de programación con base en prácticas recomendadas de programación.	Recopilar información de los procesos de la organización
Asistencia a eventos relacionados al software	Análisis de herramientas para mejora de la codificación	Actualización de bibliotecas/librerías de software de código abierto embebidas en los sistemas informáticos	Mejora continua Información estratégica para la toma de decisiones
Ambientes de desarrollo código abierto/propietarios.	Examen de mejores tiempos de respuesta, usabilidad y visibilidad	Aplicación de criterios de usabilidad, visibilidad y experiencia del usuario	Aprendizaje a partir del análisis de textos y realización eficiente de procesos no simétricos
Búsqueda de nuevas funcionalidades (usabilidad, visibilidad, etc.) a través de bibliotecas de software	Respuesta ante vulnerabilidades del software	Elaboración de sistemas informáticos que permiten simplificar y modernizar procesos a partir de componentes externos.	Transcendencia del software que se realiza hacia el exterior de la organización al compartir nuevos componentes de software
Identificar nuevas herramientas (productos/bibliotecas/librerías) para el desarrollo de software	Consultar foros de respuestas a problemas de código abierto		
Comunidades de innovación abierta en código abierto.			
Consulta de comunidades de seguridad en software y prevención de vulnerabilidades			

Nota: Elaboración propia a partir de la matriz de capacidades tecnológicas y de Cohen y Levinthal, 1990; Lane y Lubatkin, 1998; Zahra y George, 2002; Chesbrough, 2003, 2007, Huizingh, 2011

Se concluye este apartado, presentando estudios que han tratado la significancia de la capacidad de absorción en organizaciones públicas. Riemenschneider, Allen y Armstrong (2010) presentan un estudio distinguiendo la importancia de que los departamentos información en el sector público reconozcan el valor de la nueva información; realicen su asimilación y la utilicen para que estas organizaciones enfrenten los cambios externos; por su parte Harvey, Skelcher, Spencer, Jas, y Walshe (2010) relacionan a la capacidad de absorción con el desempeño en organizaciones públicas. Finalmente, el concepto de capacidad de absorción que se utiliza como guía para la definición de un constructo es el siguiente: capacidad de absorción es la adquisición,

asimilación, transformación y explotación del conocimiento externo; que aumenta la habilidad de la firma para obtener y mantener una ventaja competitiva en la industria y la empresa, o en las organizaciones públicas, la generación de valor acorde a su naturaleza.

4.3.3.2 Aprendizaje tecnológico

Para establecer el concepto de aprendizaje tecnológico, se toman los referentes de la literatura científica del aprendizaje organizacional y agrega elementos relacionados al uso de la tecnología: uso de herramientas colaborativas, capacitación y aprendizaje en línea.

La capacidad de la organización para sobrevivir y continuar en el entorno se vincula a la capacidad de aprendizaje de los integrantes de ésta. Estos integrantes deben tener una comprensión de la organización, a partir de una visión sistémica (Senge, 2011). El aprendizaje se obtiene cuando se logran los objetivos organizacionales a partir del ajuste a la realidad y la obtención de resultados (Argyris, 2001).

De acuerdo con Senge (2011), la organización debe ser flexible para lograr la adaptación a las condiciones cambiantes del entorno a través del compromiso de todos los trabajadores (visión compartida). La búsqueda de la alineación de los integrantes de la organización comienza con el equipo de trabajo, se inicia con el dominio personal y el autoconocimiento de cada individuo, para trascender hacia el pensamiento común.

El aprendizaje organizacional parte de las habilidades de los recursos humanos para resolver problemas y comportarse en forma proactiva (Yeung, Ulrich, Nason, y Von Glinow, 2000). Cuando el aprendizaje asume un sentido tecnológico, las habilidades se amplían, se desarrollan y se mantienen las competencias tecnológicas con la generación de valores para la organización (Hitt, Ireland, y Lee, 2000).

Se subraya que el aprendizaje tecnológico se ha identificado como el proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas (Jasso y Ortega, 2007). A su vez Dutrénit (2004, p. 212) establece que las empresas aprenden con el tiempo, acumulan conocimientos tecnológicos y pueden emprender progresivamente nuevas actividades y adquirir nuevas capacidades. Torres escribe: “El proceso de construcción de capacidades tecnológicas es esencialmente un proceso de aprendizaje y acumulación de conocimiento tecnológico” (2006, p. 13). Se propone que este concepto se puede adaptar a las

organizaciones públicas que trabajan con la tecnología para cumplir sus fines y objetivos, así como la entrega de resultados con valor público.

Finalmente, se establece el concepto de aprendizaje tecnológico, asociándolo a la habilidad de los equipos de la organización para aprender de nuevas tecnologías, para acumular conocimiento tecnológico, y también para alinear la visión personal de la tecnología a la organización (Bell y Pavitt, 1993; Senge, 2011).

4.3.3.3 Liderazgo de servicio

Aunque el liderazgo se ha identificado desde la época de la cultura griega (Platón, 1988), es hasta los tiempos modernos que se ha estudiado su figura con una visión científica dentro de las organizaciones. Los estudios formales inician con Lewin, Lippitt, y White (1939), basándose en la descripción de Weber del líder carismático en la organización, sin embargo este tema ha sido estudiado desde distintos ángulos.

Todo parece confirmar que las distintas definiciones de liderazgo que surgieron después de Lewin et al. están basadas en el comportamiento y el efecto que tiene el líder en un grupo para conseguir la consecución de metas predefinidas en la organización. Una referencia de los paradigmas actuales del liderazgo es la de James MacGregor Burns, quien en su obra *Leadership* (1978) hace la diferenciación entre el líder transaccional y el transformador. Mientras el líder transaccional piensa en una relación de mantener el *estatus quo* de forma efectiva (Bass, 1997), principalmente a través de intercambios, el líder transformacional reconoce y explota a una demanda existente o necesidad de un seguidor potencial; pero, más allá de eso el líder transformador, éste ve los motivos potenciales de seguidores, busca satisfacer las necesidades superiores de la organización, y compromete al seguidor completamente (Bass, 1990; Burns, 1978). El resultado del liderazgo transformador es una relación de estímulo recíproco y la superación que convierte a los seguidores en los líderes y, por tanto, en agentes de cambio.

Teorías más recientes, como la de Reicher, Haslam, y Platow (2007), determinan al liderazgo como el proceso donde uno o más miembros de un grupo influyen a otros miembros del mismo, en una vía que motiva a todos en el cumplimiento de las metas del grupo. Básicamente, rompen el paradigma individualista del líder: el estudio del liderazgo

no puede vincularse al individuo separado del conjunto. Estos autores definen las cuatro reglas del liderazgo: (1) ser uno de nosotros, (2) hacer algo significativo por nosotros, (3) la elaboración de un sentido de pertenencia, (4) hacer lo que nos importa a nosotros como grupo. El liderazgo es una de las habilidades básicas con que debe indicar a los miembros del equipo la importancia de gestionar el conocimiento en beneficio del grupo. De hecho, ser líder implica tener un conjunto complejo de habilidades y conocimientos, no solo de los integrantes del grupo, sino del entorno y las metas a lograr. Hacer que los integrantes se sientan motivados a compartir y a lograr la comprensión de los involucrados en una actividad o tarea -sobre todo los conocimientos tácitos- es el resultado del éxito de este factor.

Aunque hay múltiples enfoques sobre el liderazgo², una consideración importante para la construcción de un concepto de liderazgo como capacidad tecnológica en una organización intensiva en conocimiento, es el desarrollo de una habilidad basada en el liderazgo transformacional, con entrenamiento formal y con acciones de desarrollo profesional, enfocada al trabajo con proyectos y alejada de una concepción del líder “natural” (Avolio, 1994; PMI, 2017a; SCRUMstudy, 2017).

Las habilidades de liderazgo transformacional se cristaliza en el liderazgo de servicio cuando adicionalmente se tiene la competencia de guiar, aprender, desarrollar, discutir, hacer autónomo, motivar y verificar el bienestar de los trabajadores, clientes y comunidades para el cumplimiento de los objetivos con base en la visión y alineación (Liden, Wayne, Zhao, y Henderson, 2008; van Dierendonck, 2011).

El desarrollo de software es una tarea de creación, de desarrollo modular (Giuri, Rullani, y Torrisi, 2008), como tal, la influencia del liderazgo en su sentido transformacional tiene importantes efectos, tanto a nivel individual como de la innovación organizacional

² Antonakis, Cianciolo y Sternberg (2004) reconocen ocho escuelas principales para el estudio del liderazgo en la literatura de las Ciencias de la Administración y realizan las siguientes citas: escuela del carácter o de los rasgos (Stodgill, 1948; Mann, 1959, Lord, de Vader, Alligers, 1986; Kenny and Zaccaro, 1983, McClelland, 1975, 1976), del comportamiento, (Lewin, Lippitt, 1938), Relacional (Dansereau, et al., 1975, Graen y Uhl-Bien, 1995), de los escépticos (Eden y Leviatan, 1975; Rush, Thomas & Lord, 1997), del manejo de la información, (Lord, et al. ,1984) del nuevo liderazgo (o trasformador) (Bass, 1985) y de las teorías emergentes de tipo contextual (Shamir y Howell, 1999, Zaccaro y Klimosky, 2001) y éticas (Bass y Steidmeier, 1999, Howell, 1988).

(Gumusluoglu y Ilsev, 2009). El liderazgo a través de los directores de proyecto se ha determinado como pieza clave en el éxito de software de código abierto (Giuri et al., 2008). El avance de la tecnología de la información ha afectado al liderazgo, y a su vez, es afectado por las consideraciones de tiempo, cultura y distancia. El aprovechamiento de la tecnología imprime una visión particular y Avolio, Sosik, Kahai, y Baker (2014) lo aterrizan como *e-leadership* (liderazgo virtual).

La consideración de asociar al liderazgo como una dimensión de las capacidades tecnológica, proviene de Cohen y Levinthal (1990), quienes identifican al interior de la organización un rol de guardián o portero (ellos le denominan en idioma inglés *gatekeepers*), rol clave de la capacidad de absorción en la organización, encargado de apropiar lo que el encargado de la vigilancia el ambiente externo identificar en forma oportunidades e incorporarlas al equipo de trabajo. Por su parte Zahra y George (2002) incluyen en su modelo de capacidad de absorción actividades internas que necesariamente se realizan en forma de liderazgo: la respuesta ante las crisis internas o externas (llamados en inglés por los autores mencionados: *activation triggers*) y la implementación de los mecanismos de integración social que ayudan a la circulación del conocimiento dentro de la empresa. De la misma manera, Jones (2006) destaca la influencia de los jefes intermedios en la capacidad de absorción, como agentes que influyen sobre el aprendizaje organizacional y se convierten en agentes de cambio. Esta figura se puede asociar con el administrador de proyecto, quien debe tener entre sus habilidades el liderazgo de servicio (PMI, 2017a, 2017b).

A partir de la visión de los autores señalados, se conceptúa al liderazgo de servicio como las habilidades con las que el líder motiva a los involucrados de un proyecto (equipos, clientes y comunidad) con competencia de guía, autoaprendizaje, discusiones constructivas, autonomía, motivación y verificación del bienestar; considerando el entorno y las metas a conseguir por la organización.

4.3.3.4 Comunidades de práctica

Las comunidades de práctica son grupos de personas que trabajan en procesos similares, que se reúnen para compartir conocimientos en beneficio propio y de la organización (Angulo, 2017), se distingue a los integrantes de una comunidad de práctica como los

miembros de una organización que comparten una preocupación, un conjunto de problemas o una pasión por un tema, y que profundizan su conocimiento y experiencia en esta área interactuando de manera continua (Wenger, 2000). Por ejemplo, el desarrollo de un producto requiere de la interacción frecuente de una comunidad de individuos, con “antecedentes y modelos mentales diferentes” (Nonaka y Takeuchi, 1999, p. 82). Las comunidades de práctica son el medio que establece la organización para la gestión del conocimiento, a través de “proveer el contexto apropiado para facilitar las actividades grupales y la creación y acumulación de conocimiento en el nivel individual” (Nonaka y Takeuchi, 1999, p. 83). Elementos para la conceptualización de las comunidades de práctica son: el establecimiento de un grupo informal de discusión por miembros que se eligen por ellos mismos (Paasivaara y Lassenius, 2014), y sin embargo dirigido por un agente interno (Krogh, 2012), las reuniones o juntas internas (Nonaka y Takeuchi, 1999), sesiones informales o de campo (Nonaka y Takeuchi, 1999) e interacciones en línea.

Las comunidades de práctica se han vinculado estrechamente con el desarrollo de software de código abierto. En la década de los setenta, con el inicio de las microcomputadoras, se empezaron a fomentar el licenciamiento de software, sin embargo, la masificación de las microcomputadoras también elevó considerablemente el número de personas que podían participar en forma colaborativa en el desarrollo de componentes (llamados bibliotecas de software), para crear sistemas completos de computación (Sampedro, 2011). Así en la década de los noventa el término código abierto dio lugar al pensamiento del software que se puede crear, usar, modificar y distribuir en forma libre. La revisión por comunidades de revisores y líderes dio lugar a las comunidades de desarrollo de software, con formalidad no sólo en sentido académico sino también en el económico, esto a través de compañías que trabajan con relación a las versiones elaboradas por una comunidad.

Se considera a las comunidades de práctica como capacidad tecnológica, por la importancia que tienen en el desarrollo de proyectos de software, ya que desarrollan las capacidades individuales para establecer el compromiso de construir e intercambiar conocimiento (Paasivaara y Lassenius, 2014), y donde la tecnología tomo un papel relevante a través del uso de artefactos tecnológicos (Su, Wilensky y Redmiles, 2012) como son las redes sociales. Las comunidades de práctica se pueden pensar como

requeridas en una relación de gestión del conocimiento, como componentes necesarios de cognición y de acción para realizar las actividades de la organización (Krogh, 2012).

4.3.3.5 Redes de colaboración y conocimiento

En la literatura se ha resaltado el papel que tiene la colaboración, tanto interna o con aliados para adquirir capacidades relacionadas con el flujo de conocimiento (Mowery, Oxley, y Silverman, 1996). El desarrollo de software en una macrouniversidad involucra a diversas áreas que se encuentran en varias sedes, *campus*, departamentos, escuelas, institutos, centros de investigación, entre otros y que pueden estar dispersas a lo largo y ancho de cada país latinoamericano. La conformación de redes internas de colaboración y conocimiento permite que estas generen valor, al dar a conocer a las otras áreas de la macrouniversidad temas con intereses comunes, explicando además como enfrentan problemas, como adaptan el conocimiento externo y generan nuevas soluciones.

Se puede subrayar que las redes constituyen la nueva morfología social de nuestras sociedades. Aunque existen diversos tipos de redes, las redes de conocimiento tienen la misión principal de crear y diseminar conocimiento, con la participación de actores sociales (Luna & Casas, 2003); éste puede ser aprovechado a partir de la colaboración de la misma red. Los factores clave de éxito de una red de conocimiento son, de acuerdo con Cárdenas (2016): objetivos de la red bien definidos, selección apropiada de los participantes, coparticipación y concesos en la red, existencia de un plan de acción con definición de las tareas, gestión efectiva, actitud proactiva, financiamiento claro, definición del uso de resultados, sentimiento de compartir beneficios y disposición para afrontar las diferencias culturales.

Para profundizar sobre la forma de trabajo de las redes de conocimiento, se consulta a Rivera, Robert y Yoguel (2009), quienes establecen la capacidad de conectividad como una forma de nombrar esta vinculación a partir de la siguiente cita: “Por su parte, la capacidad de conectividad está asociada al potencial con el que cuenta el sistema para establecer relaciones y generar interacciones con otros sistemas para incrementar su base de conocimiento. La capacidad de conectividad excede a la interacción simple e involucra interacciones seleccionadas, así como a la prioridad de relaciones que se

establecen con otros sistemas en función de lo que éstos pueden brindar” (Rivera et al., 2009, p. 81).

La necesidad de flexibilidad en las capacidades de la organización requiere extender los límites de la organización y elecciones para integrar el conocimiento interno y externo, las redes de conocimiento son idóneas para transferir e integrar el conocimiento (Grant, 1996) y cumplen una función que es clave en los procesos de innovación (Luna y Casas, 2003).

La efectividad de las redes internas de colaboración y conocimiento han sido estudiadas en subsidiarias de empresas transnacionales (Claver-Cortés, Zaragoza-Sáez, Úbeda-García, Marco-Lajara y García-Lillo, 2018), de donde se pueden encontrar referentes de éxito. El estudio particular de la redes internas en universidades ha sido estudiado en incubadoras de negocio (Cooper, Hamel y Connaughton, 2012) y en las cooperaciones universidad-industria (Shi y Zhang, 2016).

Es necesario indicar que se encuentra una brecha en el estudio de estas redes internas de uso de conocimiento externo e interno en macrouiversidades. Especialmente cabe destacar el papel que tienen las tecnologías de la información y comunicación como un factor de éxito para la operación de las redes de conocimiento con integrantes en distintas regiones geográficas (Athreye, Batsakis y Singh, 2016), como es el caso de las macrouiversidades.

Se concluye estableciendo que las redes de colaboración y conocimiento permiten que los recursos humanos de diferentes áreas de la organización, con actividades comunes y dispersas geográficamente, interactúen y compartan el conocimiento de la organización, asimismo también atraen agentes externos, interesados en las actividades de la organización, tanto de la firma como de la academia, del gobierno y de sectores sociales, para que estos realicen presentaciones en la búsqueda de soluciones, tanto para la organización, como para la sociedad. En complemento, las herramientas tecnológicas de comunicación son un intermediario de gran ayuda para la realización de la interacción.

4.4 La gestión del conocimiento

Como se discutió en el apartado 4.1.1, la gestión de conocimiento se orienta a las actividades, iniciativas y estrategias relacionadas al conocimiento organizacional, para obtener el cumplimiento relacionado con los propósitos y objetivos de la organización. Estas acciones se han planteado en al menos tres enfoques, el primero se origina de los trabajos de Edith Penrose (1962), Barney (1991) y Teece (2004) que considera el conocimiento como uno de los recursos y también como capacidad de la firma y da lugar a la Teoría basada en el Conocimiento de la Firma (Grant y Baden-Fuller, 1995)³. Un segundo enfoque ve a la gestión del conocimiento como procesos de gestión en la empresa (gestión del conocimiento) con un enfoque taylorista, dividido en procesos, con desarrollo lineal y sistematizado (Alavi y Leidner, 2001; Davenport y Prusak, 2001; Gold et al., 2001; Markus, 2001; Probst, Raub y Romhardt, 2001; Tiwana, 2000). Un tercer enfoque, es basado en las relaciones humanas, con un modelo de gestión del conocimiento en la organización a través de la dinámica constante de conversión entre conocimiento tácito y conocimiento explícito, vista originada a partir del trabajo seminal de Polanyi (1966; 2000) y concretada en el modelo SECI⁴ (Nonaka y Takeuchi, 2000; Nonaka y Toyama, 2003). El enfoque de capacidades de la organización ya fue discutido anteriormente en la sección 4.3, por esa razón, en este apartado se presentan los dos enfoques restantes.

³ Esta teoría tiene su origen en el estudio de Grant y Baden-Fuller (1995) a partir de trabajos de la visión de la empresa basada en los recursos; las capacidades organizacionales; y la innovación y el desarrollo de nuevos productos. Esta teoría considera como supuestos que 1) el conocimiento es el recurso productivo clave de la empresa en términos de contribución al valor añadido y a la importancia estratégica; 2) el conocimiento comprende la información, la tecnología, el saber y las habilidades; distinguiéndose por ser explícito –por lo tanto puede ser articulado– y tácito —personal y difícil de comunicar–; 3) el conocimiento es adquirido por los individuos, y en el caso del conocimiento tácito, éste es almacenado por los mismos 4) debido a las limitaciones cognitivas y temporales de los seres humanos, los individuos deben especializarse en la adquisición de conocimientos: normalmente, el aumento de la profundidad del conocimiento sólo puede lograrse sacrificando la amplitud del mismo; 5) la producción (la creación de valor a través de la transformación de los insumos en productos) típicamente requiere la aplicación de numerosos tipos diferentes de conocimientos especializados.

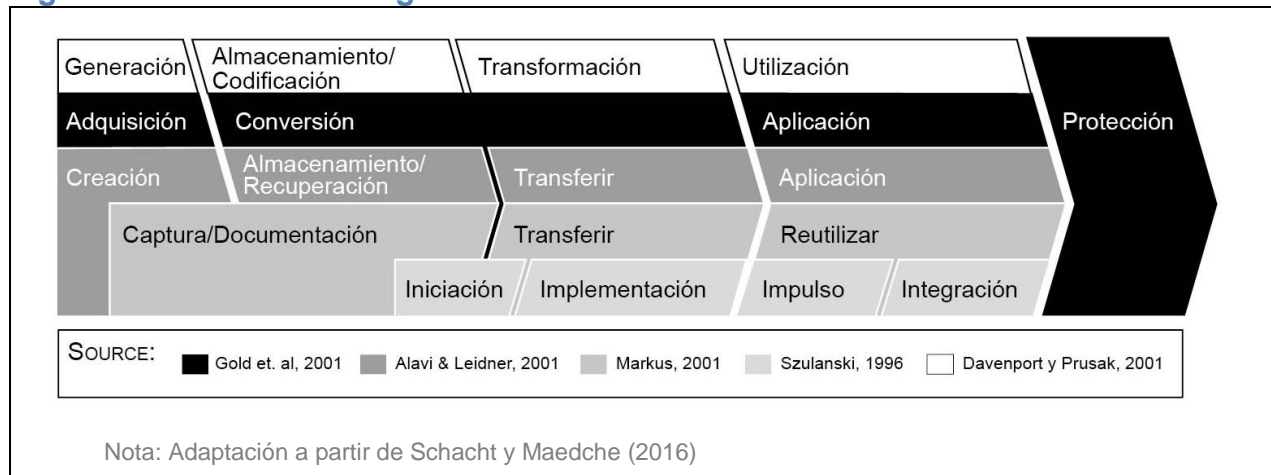
⁴ Llamado Modelo SECI a partir de las siglas en inglés de *Socialization, Externalization, Combination e Internalization*.

4.4.1 Enfoque de procesos de la gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento se ha visto unido a la necesidad de utilizar el conocimiento en forma sistemática en las actividades de la organización, inicialmente para cumplir eficientemente los fines y objetivos organizacionales y, posteriormente, para innovar en los procesos y productos con beneficio en los resultados. Este pensamiento de sistematización permitió la consideración de que la gestión del conocimiento es una construcción desglosada en procesos. Una de las primeras aproximaciones en este enfoque fue dada por Szulansky (1996) quien propuso los estados de gestión del conocimiento de inicio, implementación, impulso e integración. Por su parte, Davenport y Prusak (2001) propusieron que el proceso de la gestión del conocimiento abarca las fases de generación, codificación y coordinación, transferencia y utilización, Gold et al. (2001) propusieron que la gestión del conocimiento cubre las fases de adquisición, conversión, aplicación y protección; igualmente Alavi y Leidner (2001), supusieron las fases de creación, almacenamiento y recuperación, transferencia y aplicación. Se debe agregar que Markus (2001), en la búsqueda de una teoría de reusabilidad del conocimiento, propuso los procesos de captura, resguardo, distribución y reutilización.

Como se puede observar en la Figura 13, este enfoque de procesos de la gestión del conocimiento sigue sin un consenso epistemológico, ya que diversos autores difieren y superponen las actividades de cada proceso (Schacht y Maedche, 2016). Esto se considera un punto débil de este enfoque, aparte de la segmentación del proceso creativo, de que el valor del conocimiento útil no puede ser preestablecido de antemano, sino hasta que es utilizado (Wiig, 1994).

Figura 13 Procesos de la gestión del conocimiento de acuerdo con varios autores



Las organizaciones requieren del conocimiento para funcionar, Nonaka y Takeuchi distinguen al respecto: “tarde o temprano, toda organización llega a crear nuevo conocimiento” (2000, p. 138); se puede mencionar adicionalmente que existen aquellas que, al realizar sus actividades en un contexto de cambio continuo, requieren acceder a nueva información, crear su propio conocimiento y ejecutar un proceso de sistematización del conocimiento. En el mismo sentido, se encuentra el reconocimiento de que la obtención del conocimiento forma parte de un proceso cognoscitivo, y es difícil de transferir porque el elemento humano es parte del conocimiento como un recipiente del mismo (OECD/Eurostat, 2018). En este sentido un enfoque de gestión del conocimiento basado en procesos o rutinas pueden resultar contrario a la innovación, sobre todo por la segmentación, y también de acuerdo con Ruiz (2016), por la falta de actividades mediadoras.

Así tenemos que, una de las primeras acciones que suele contemplar una organización con uso intensivo del conocimiento, es la creación de sistemas informáticos con iniciativas de compartir, pero con poca trascendencia en la organización, al no contemplar procesos como el involucramiento de directivos, la difusión de las actividades de trabajo, la planeación de incentivos y el desarrollo de habilidades de acceso a la tecnología (Akhavan y Pezeshkan, 2014). Autores como Gold et al. (2001), confirman este supuesto al referir que los proyectos organizacionales para sistematizar el conocimiento pueden terminar como simples proyectos informáticos. Estos autores proponen que las capacidades de la gestión del conocimiento se relacionan en forma

holística con capacidades relacionadas con la infraestructura estructural (organizacional), tecnológica y cultural de las organizaciones.

4.4.2 El modelo SECI (Socialización, Exteriorización, Combinación e Internalización)

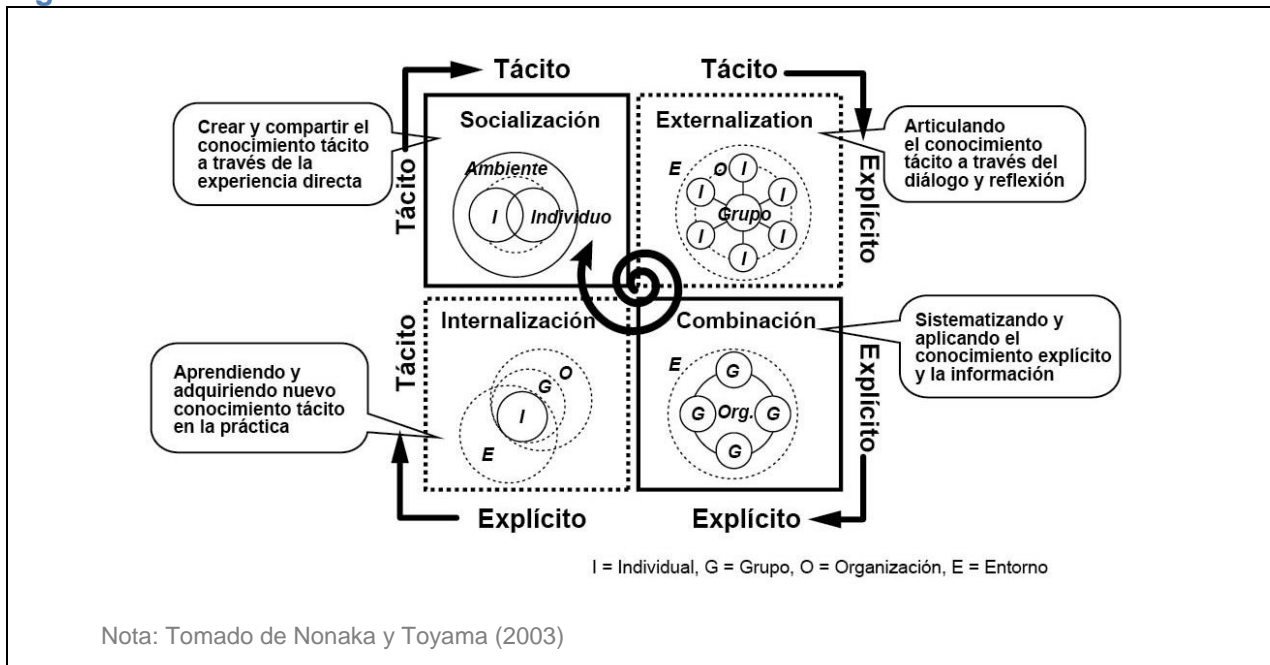
Un modelo orientado al conocimiento en la firma fue tratado por Arrow (1962), ya con una vinculación al cambio tecnológico en una economía en crecimiento, destacando el papel clave de la experiencia del trabajador en la mejora de la productividad. Winter y Nelson (1982) vincularon el desarrollo de habilidades a las actividades del conocimiento tácito a través de la observación de reglas que no son conocidas como tales por los integrantes de la organización.

En este sentido inicial, fue en el modelo SECI de Nonaka y Takeuchi (1999) donde se propusieron formalmente las dimensiones entre el conocimiento tácito y explícito. Así, el conocimiento tácito “es personal y de contexto específico, y así difícil de formalizar y comunicar” (Nonaka y Takeuchi, 1999, p. 65). El conocimiento es el resultado de las experiencias de la persona en la organización y si se interroga a la persona sobre su significado, ella puede hacer uso de ademanes, analogías, creencias, puntos de vista, etc. Por su parte, el conocimiento explícito se encuentra codificado en medios físicos y digitales, se transmite utilizando el lenguaje formal y sistematizado a través de informes, bases de datos, manuales de operación y procedimientos, libros, diagramas, software de analítica de negocios, procedimientos y resultados de minería de datos, etc. (Nonaka y Takeuchi, 1999).

Así, considerando al conocimiento como un bien intangible que reside en forma tácita y explícita en la organización, Nonaka y Takeuchi (1999) proponen un modelo de conversión del conocimiento en espiral, que presenta el proceso dinámico de la transformación del conocimiento en sus dos formas: tácita y explícita; este modelo llamado SECI, es acrónimo en idioma inglés de los términos *Socialization* (socialización), *Externalization* (Exteriorización), *Combination* (Combinación) e *Internalization* (Internalización). La visión de Nonaka y Takeuchi, ha repercutido en el desarrollo de la Teoría Basada en el Conocimiento de la Firma (Grant y Baden-Fuller, 1995; Grant, 1996) y en los modelos de gestión del conocimiento con un enfoque en los procesos.

El modelo SECI de Nonaka y Takeuchi fue revisado por Nonaka y Toyama en 2003 (véase la Figura 14), incorporando elementos dialécticos (la contradicción entre los recursos internos de la organización y el medio ambiente), el rol de la estrategia (a través del modelo FODA) y el contexto espacios que favorecen la creación del conocimiento o 'Ba' (場). El 'Ba' es un concepto japonés, es el lugar o espacio —físico, virtual o espacio mental (Hosseini, 2011)—, donde el conocimiento interactúa dinámicamente entre su forma tácita y explícita, es un nivel de conciencia tanto individual como grupal y relacionado al entorno organizacional. El 'Ba' se encuentra en cada fase del modelo SECI, en la socialización es llamado 'Ba' originario, en la exteriorización se llama 'Ba' dialogante, en la combinación 'Ba' cibernético y en la internalización 'Ba' operativo" (Nonaka y Toyama, 2003). Similar al 'Ba' es el concepto de *script* organizacional, espacio de memoria holística en la organización asociado a los procesos de generación del conocimiento en diferentes niveles (individuo y grupo), que supera el concepto de rutina y se asocia a las actividades no únicas, relacionadas a la innovación a partir del contexto cognoscitivo y los espacios de interacción (Nelson y Winter, 1982; Nooteboom, 1999).

Figura 14. El Modelo SECI de creación del Conocimiento



Las formas de conversión del conocimiento tácito a explícito, plasmadas en el modelo SECI de gestión del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999), permiten determinar

prácticas para compartir, diseminar y replicar información, llevarla a localizaciones donde es requerido utilizar efectivamente el conocimiento (Donate y Sánchez de Pablo, 2015). Las cuatro dimensiones de transformación del modelo SECI, donde se pueden categorizar estas prácticas se describen a continuación:

- La socialización, es el proceso de transformación de compartir experiencias individuales, esto a partir de la observación de la experiencia directa, por medio de la comunicación hablada y paralingüística, en una conversión tácita-tácita (Nonaka y Takeuchi, 1999). La socialización se concentra en el aprendizaje del individuo para replicar las habilidades, a consecuencia del señalamiento subjetivo y no consciente de los principios claves, desde las interacciones entre individuos en contexto organizacional (Nelson y Winter, 1982). En complemento, cabe mencionar que para la realización del intercambio de conocimientos en forma tácita, son importantes los espacios de trabajo de forma que sea cómoda la interacción social (Chatti, Klamma, Jarke, y Naeve, 2007).
- La exteriorización, es la transformación que busca articular el conocimiento a través del diálogo y la reflexión. Esto se logra con la realización de reuniones formales, y la toma de decisiones colectivas (Hosseini, 2011). El conocimiento así se vuelve explícito en forma de conceptos, diagramas, mapas mentales y nuevos documentos, mediante una conversión tácita-explícita (Nonaka y Takeuchi, 1999). El uso de herramientas informáticas de redes sociales (blogs, wikis, tableros electrónicos, etc.) puede ser aprovechado por los equipos de desarrollo de tecnología y son ejemplos de interacción social y captura del conocimiento informal en formato explícito (Chatti et al., 2007). Asimismo, en equipos de desarrollo de software, el uso del estándar UML, la documentación de código, los manuales técnicos y de usuario y los documentos del proyecto, muestran formalmente y en forma explícita a otros grupos de la organización el conocimiento en forma de lecciones aprendidas (PMI, 2017a; Shongwe, 2013).
- La combinación del conocimiento surge a partir de la sistematización y análisis del conocimiento explícito, esto a consecuencia de la reunión, integración y formas de interpretación del conocimiento que se ve reflejada en una transformación de tipo explícita-explícita. El nuevo conocimiento se presenta en forma de reportes que

contienen indicadores del estado de la organización que pueden ser utilizado para la toma de decisiones y nuevo aprendizaje. El uso de las redes de comunicación y las bases de datos a gran escala o de Big Data pueden facilitar este modo de conversión del conocimiento (Nonaka y Toyama, 2003). Técnicas como la minería de datos, aprendizaje máquina, inteligencia artificial, analítica web, entre otros, se ajustan a este fenómeno de transformación del conocimiento. En el caso particular del desarrollo de software, se cuenta con herramientas del control de versiones y de evaluación de la calidad del software.

- La internalización del conocimiento surge después de la sistematización y análisis de los conocimientos de la organización, esta transformación permite la formulación de nuevas acciones a consecuencia de la práctica y la inferencia de impacto en el ambiente en una inferencia explícita-tácita (Hosseini, 2011; Nonaka y Takeuchi, 1999). Esto conduce a una interpretación del conocimiento que desemboca en nuevos usos y por lo tanto alimenta a la innovación (Hosseini, 2011).

Se considera que el modelo SECI es adecuado para determinar las dimensiones de la transformación del conocimiento en las organizaciones a través de la espiral de la transformación del conocimiento. Desde el punto de vista de Nonaka y Toyama (2003), el conocimiento puede ser transferido más allá de los límites de las organizaciones e interactuar con comunidades de práctica exteriores para crear nuevo conocimiento. Se resalta que el uso del modelo para este trabajo está enfocado en las unidades que desarrollan software de cualquier función y no sólo para la administración universitaria. Entre las ventajas del modelo de gestión del conocimiento, es que contempla a la cultura organizacional, por lo que ya incluye valores, normas, supuestos y otros comportamientos tanto formales como informales. Promover y modificar la cultura organizacional es deseable para obtener los resultados anhelados en la organización (Cho y Korte, 2014; Gold et al., 2001).

4.4.3 La gestión del conocimiento en las organizaciones públicas

La gestión del conocimiento se ha tomado en la literatura científica principalmente como un factor de la ventaja competitiva sostenida, diferenciador de productividad, factor de éxito en el desarrollo de proyectos y germen de la innovación en la firma (Davenport,

DeLong, y Beers, 1998; Nonaka, 1991). En la firma el conocimiento, en su sentido tácito, se señala como un recurso estratégico, fuente de la ventaja competitiva, que considera recursos que son escasos y que no transferibles o replicables por el sentido de que este conocimiento tiene dificultad para ser verbalizado y hacerlo intuitivo o articulado (Grant, 1991). Esta visión es la que permea a la Teoría Basada en el Conocimiento de la Firma.

Sin embargo, el sentido del conocimiento en la organización pública es diferente y su estudio está aumentando en importancia (Massaro et al., 2015). El conocimiento organizacional en el sector público es un activo estratégico, no busca la ventaja competitiva, sino por el contrario, se busca que sea imitable y por tanto aprovechable por otros interesados. Se entiende que el conocimiento público proviene de los recursos de la sociedad y que los resultados le pertenecen a la misma. Se establece de esta forma que el conocimiento de la organización pública es el conocimiento que resulta de la producción de servicios de valor para interesados clave⁵ a un costo razonable. Este conocimiento de la organización pública permite lograr las metas y objetivos (Laihonen y Mäntylä, 2018), implementar planes de mejora y calidad (Arellano et al., 2012; Ferreira, 2004; Richards y Duxbury, 2015; Riege y Lindsay, 2006), responder efectivamente a los cambios del entorno (Bryson et al., 2007; Cabrero et al., 2000), innovar en la prestación de servicios (Cabrero et al., 2000; CLAD, 2007) y justificar la existencia (Bryson et al., 2007). El conocimiento en la organización pública, al igual que en sector de la firma genera capacidades organizacionales (Bryson et al., 2007).

Gestionar el conocimiento en el sector público también requiere del desarrollo de prácticas organizacionales. Edge (2005) argumenta que llevar a cabo éstas prácticas involucra más retos que el sector de la firma, de acuerdo con Riege y Lindsay (2006) la gestión del conocimiento en el diseño de políticas públicas afecta a toda una comunidad, siendo un factor importante del éxito social. Además, en complemento, la organización pública tiene que competir con el sector privado por la obtención de recursos críticos, que puede incentivar con mejores sueldos y prestaciones (Amayah, 2013). Liebowitz y Chen

⁵ Estos interesados son principalmente: sectores sociales, empresariales, industriales, gubernamentales y no gubernamentales.

(2003) encuentran que en el sector público los individuos no comparten el conocimiento por su asociación con el poder y la obtención de oportunidades de promoción.

En conclusión, la gestión del conocimiento se vincula a la efectividad organizacional tanto en el sector privado como el público, pero en este último los retos son más amplios, principalmente vinculados a la satisfacción de múltiples interesados en todos los niveles y es sujeto a la presentación del valor social que genera para justificar su existencia.

4.4.4 Institucionalización de prácticas organizacionales vinculadas al conocimiento

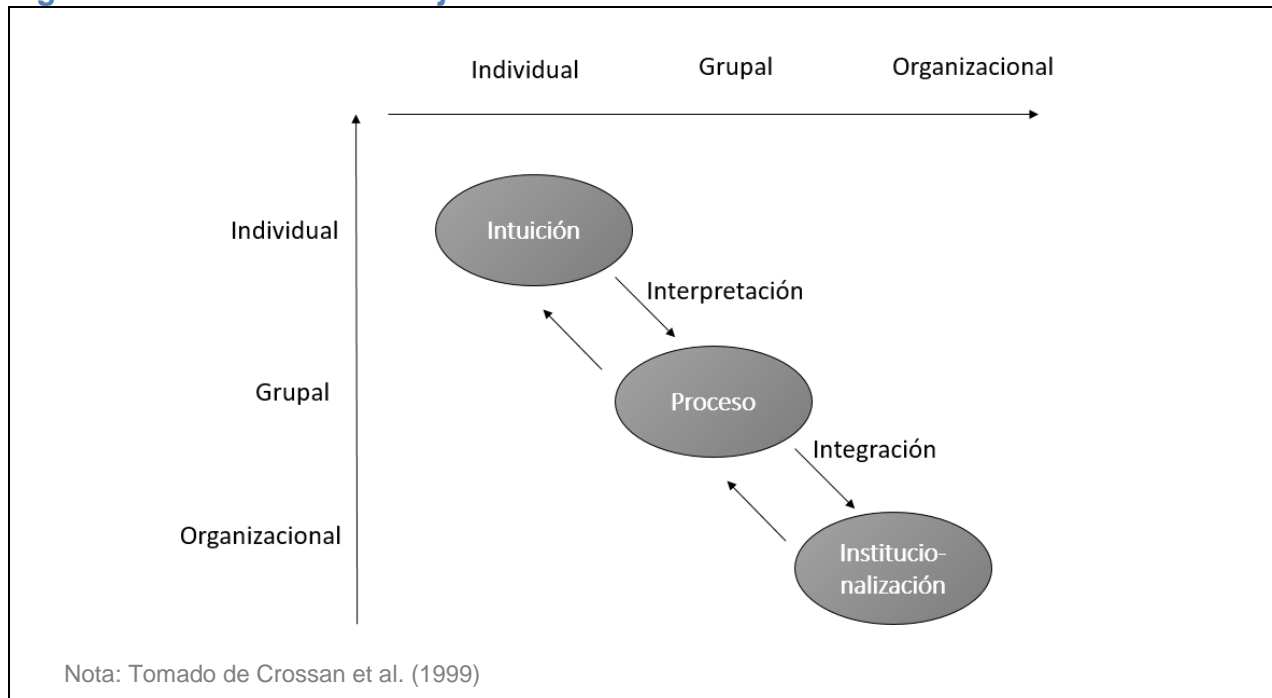
El modelo de Nonaka y Takeuchi (1999) propone como supuesto básico que los conocimientos y las ideas innovadoras se producen en los individuos, sin embargo, los conocimientos generados no se aplican en forma independiente, las ideas deben compartirse y convertirse en acciones grupales para tomar un significado común y transformar a la organización. De acuerdo con Crossan, Lane y White (1999), las organizaciones complejas son más que comunidades o colecciones de individuos *ad hoc.*, son complejas en la forma como se estructuran, surgiendo como reto que los aprendizajes individuales (intuición e interpretación) y los entendimientos compartidos como grupo se deben integrar e institucionalizar como artefactos de la organización. Conviene subrayar que Implementar la política de la cultura del aprendizaje es vital para sostenibilidad de esas iniciativas de transformación (Dilworth, 1996).

Una guía estratégica en el proceso de institucionalizar el cambio, para que éste se mantenga duradero, es presentado por Limba, Hutahayan, Benny, Solimun y Fernandes (2019), a partir del enfoque del aprendizaje organizacional en la organización pública, estos autores argumentan cómo la política organizacional y los conceptos de influencia y de poder son importantes en el proceso de gestión del cambio. Procesos importantes para mantener los procesos del aprendizaje organizacional son la retroalimentación y el liderazgo; también señalan como la gestión del cambio requiere la capacidad de aplicar colectivamente los conocimientos sobre la nueva iniciativa o innovación, de manera que la innovación se institucionalice en las prácticas, sistemas y estructuras de la organización.

El estudio de innovación sustentable y cambio en organizaciones públicas de Limba et al. (2019) toma como punto de partida el marco 4I (acrónimo de *Intuiting* – Intuición, *Interpreting* – Interpretación, *Integrating* – Integración, *Institutionalizing* –

Institucionalización) de Crossan et al. (1999). La definición conceptual que se les da a estos términos es: intuición: experiencia preconsciente de patrones e imágenes; interpretación, es la explicación, a través de palabras y/o acciones, de una visión o idea para uno mismo y para los demás; integración, es el proceso de desarrollar un entendimiento compartido entre los individuos y de tomar medidas coordinadas a través del ajuste mutuo; institucionalización es el proceso de asegurar que se produzcan acciones rutinarias. Estos cuatro procesos se caracterizan por ser multiniveles, reuniendo los niveles individual, grupal y organizacional a través de la dinámica de los procesos del macro 4I, con retroalimentación de abajo-arriba y arriba-abajo (véase Figura 15).

Figura 15. El marco de trabajo 4I



Respecto del modelo de Crossan et al. (1999), Lawrence, Mauws, Dyck y Kleysen (2005) mencionan que su modelo tipifica la tendencia de los estudios sobre el aprendizaje organizacional de centrarse en el aprendizaje como fenómeno psicológico principalmente social, prestando menos atención a su dinámica política. Este último punto es considerado por estos autores como uno de los riesgos principales que se tienen flujo del proceso de la 4I, siendo el proceso de la institucionalización vital para que esta sea afianzada, en caso contrario surge el fenómeno llamado por cuasi-institucionalización por Limba et al. (2019);

cuando se presenta, se asegura que el cambio es frágil y por lo tanto, puede diluirse con el tiempo.

Como se observa en la en la Figura 15, la retroalimentación asegura la institucionalización del aprendizaje, por lo que el regreso debe realizarse de arriba hacia abajo (*top-down*), mostrando el compromiso de la dirección o gerencia de la organización con el cambio. En este retorno, son importantes los siguientes factores: los roles de los empleados, especialmente los relacionados con el cambio en la aplicación de las iniciativas estratégicas; las comunicaciones en la difusión eficaz del cambio; y un vínculo estrecho con el aprendizaje organizacional. Así pues, en el lenguaje del marco de las 4I, Limba et al. (2019) sostienen que primero debe haber un flujo de aprendizaje efectivo que surge de la intuición, se procesa para dar lugar a la integración y llegar a la institucionalización. Si la acción de aprendizaje no se retroalimenta a través de las herramientas del liderazgo de poder e influencia, se entra a un fenómeno de cuasi-institucionalización.

Considerando que el modelo de Crossan et al. (1999) tipifica la tendencia de los estudios sobre el aprendizaje organizativo con la inclusión de las políticas y los tipos de poder y liderazgo de Lawrence et al. (2005) y Limba et al. (2019), se razona que falta determinar los vínculos entre los procesos de aprendizaje y la gestión del conocimiento, y que en la Tabla 13 corresponde al óvalo simplemente determinado como proceso.

Como se muestra en la Tabla 14, los niveles de análisis individual, grupal y organizacional de los procesos de aprendizaje tienen tantas precondiciones y post-condiciones a los procesos de transformación del conocimiento. La intuición, como acción preconsciente surge de los procesos organizacionales y es el paso para que el individuo pase a la acción consciente de la interiorización. La interpretación es precondición para los procesos de socialización y exteriorización. La integración es el proceso grupal que se implementa a partir de la combinación del conocimiento. La institucionalización es el proceso que permite afianzar la innovación en la organización a partir de los procesos de aprendizaje y de gestión del conocimiento. Desde esta óptica, si nos abstraemos a las unidades intensivas en conocimiento como son las ADeSAU, los procesos de intuición con la asociación a los espacios de conocimiento son previos a la internalización, el proceso

de interpretación requiere de políticas para pasar a los procesos de socialización y exteriorización. Una vez realizada la combinación, se requiere, por una parte, el liderazgo para su canalización en la integración y en segunda instancia de la institucionalización para la materialización en los resultados de innovación en manera sostenida dentro de la organización.

Tabla 14. Vinculación entre los procesos de aprendizaje y los procesos de gestión del conocimiento

Nivel de análisis	Procesos de aprendizaje de Crossan et al (1999)	Condicionamiento a los procesos de gestión del conocimiento	Procesos de gestión del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999)
Individual	Intuición	Conciencia del aprovechamiento / factibilidad del cambio →	Internalización
	Grupal	Interpretación	Discusión / espacios de conocimiento / herramientas de representación de la información →
Integración		Entendimiento compartido / medidas coordinadas ←	Exteriorización
Organizacional		Institucionalización	Políticas / Poder / Influencia / Liderazgo ←

Nota: Elaboración propia a partir de los autores referidos

4.5 El fenómeno de la innovación

La innovación, desde sus análisis iniciales (Schumpeter, 2007), se ha vinculado a la evolución económica y a la utilidad que proporcionan las invenciones y la transformación de las ideas. Actualmente, la innovación y el cambio tecnológico se asocian como las razones que hacen que la economía en el sentido macroeconómico, se analice desde un punto de vista de cambio dinámico y evolucionista (Nelson, 2018). En consecuencia, se puede pensar en la innovación a nivel macro, como el impulsor de la economía del

conocimiento; y, a nivel microeconómico como la generación de valor potencial para la organización, como puede ser por ejemplo la ventaja competitiva en la firma (Betz, 2011; Gunther, Ming-Hone, Venkataraman y MacMillan, 1996; Ireland y Webb, 2007). En palabras de Nelson (2018), la innovación es una actividad que implica una visión de algo que no ha existido antes y creencias sobre su valor potencial. Otra definición que se considera importante para la organización ya sea pública o privada, es tomada de Hislop (2009), quien propone el siguiente concepto: innovación es la modificación deliberada o la transformación, por parte de una organización de sus productos/servicios, procesos o estructuras

El proceso innovador en la economía tiene implicaciones de cambio y procesos radicales o de revoluciones tecnológicas (Pérez, 2004), que son resultantes de las actividades de las esferas de investigación, el desarrollo de las firmas y el impacto de adopción en la esfera del mercado. Desde el punto de vista de las actividades de investigación y desarrollo, la innovación es el resultado de la relación entre los inventores, ingenieros y el personal creativo, que según la OECD/Eurostat (2018) también incluye a aquellos que realizan el desarrollo de software y las actividades relacionadas a la administración de base de datos. La innovación también incluye a los agentes innovadores que llevan al mercado un resultado que entra en conflicto con los viejos productos y servicios (OECD/Eurostat, 2018). El efecto de las innovaciones es incierto, sólo cuantificable después de su implementación; así en el momento en que el resultado ya es visible y se encontraron las condiciones favorables para la implementación de la innovación, es cuando se ingresa a una etapa de madurez del resultado de la innovación (OECD/Eurostat, 2018) y en consecuencia, a partir de ese momento inicia una etapa de normalización y deja de considerarse como tal, innovación. Finalmente, se puede asociar innovación a la creación de valor para la organización, del cambio de un sector económico, o incluso un valor social (OECD/Eurostat, 2018).

Restringiendo la visión macroeconómica, en el trabajo actual se toma el enfoque de la microeconomía de la organización, por tanto, enfocada al producto, los procesos de negocio y a los cambios organizacionales. En este último sentido, para Abernathy y Clark (1985) las ideas innovadoras son la forma como se mejoran las prácticas y estructuras de la organización. En esta línea microeconómica, la innovación es considerada como una

secuencia de actividades de la organización que son consecuencia de la gestión del conocimiento (Abernathy y Clark, 1985; Nonaka y Takeuchi, 1999).

Para que la organización implemente el proceso de la innovación, requiere desarrollar capacidades para influir en los recursos existentes, las habilidades y el conocimiento organizacional. Estas son reflejadas en la Tabla 15, tomada de Abernathy y Clark (1985). En la mitad superior de la tabla se colocan los factores que determinan las capacidades de la empresa en tecnología, producción y operaciones. Esta lista incluye los que se consideran como los factores tradicionales de producción (materiales, las personas, la construcción y el equipo), así como los conocimientos pertinentes para el diseño, producción, ingeniería, sistemas y procesos. La segunda parte de la tabla se dedica a los mercados y a los vínculos con los clientes. De importancia central en este ámbito es la relación con la base de clientes. Cada elemento en el cuadro va acompañado de una escala que muestra el rango de efectos que una innovación puede tener. En cada caso, el rango está definido por los extremos polares, el uno conservador, el otro radical. Este cuadro nos hace referencia a la importancia de la diferencia de los cambios conservadores y radicales. En conclusión, toda innovación implica un cambio, puede requerir nuevos procedimientos y manejos de información y utilizar las habilidades en forma efectiva, pero el cambio de conservador a radical requiere de un proceso sistematizado para enfrentar el cambio a través de las capacidades tecnológicas.

Tabla 15. Innovación y competencia de la organización

Dominio de la actividad innovadora	Innovación conservadora	Innovación radical
i. Tecnología/Producción		
Diseño/ incorporación de la tecnología	Mejora/perfecciona el diseño establecido	Ofrece un diseño nuevo y por tanto una salida radical
Sistemas de producción/organización	Refuerza la estructura existente	Hace que la estructura existente sea obsoleta exige nuevos sistemas, procedimientos y organización
Habilidades (laborales, de gestión, técnicas)	Amplía la viabilidad de los conocimientos existentes	Destruye el valor de los conocimientos técnicos existentes
Relaciones materiales/proveedores	Refuerza el manejo de los materiales/proveedores actuales	Amplia la sustitución de material; apertura de nuevas relaciones con nuevos proveedores
Equipo de capital	Amplía el capital existente	Extiende la sustitución del capital existente por nuevos tipos de equipo
Base de conocimientos y experiencia	Se basa en la aplicabilidad de los conocimientos existentes.	Establece vínculos con toda la nueva disciplina científica/destruye el valor de la base de conocimientos existente
ii. Mercado~Cliente		
Relación con la base de clientes	Fortalece los lazos con los clientes establecidos	Atrae de nuevos clientes
Aplicaciones para clientes	Mejora el servicio en la aplicación establecida	El grupo/crea un nuevo mercado crea un nuevo conjunto de aplicaciones/un nuevo conjunto de necesidades del cliente
Canales de distribución y servicio	Se basa en la red de distribución/organización de servicios establecida y aumenta su eficacia	Requiere nuevos canales de distribución / nuevos servicios
Conocimiento del cliente	Utiliza y amplía los conocimientos y la experiencia de los clientes en el producto establecido	Demanda intensiva de nuevos conocimientos del cliente; destruye el valor de la experiencia del cliente
Modos de comunicación con el cliente	Refuerza los modos/métodos de comunicación existentes	Modos de comunicación totalmente nuevos

Notas: tomado de Abernathy y Clark (1985)

Los estudios sobre la innovación con enfoque microeconómico han proporcionado explicaciones teóricas detalladas sobre su impacto en la firma. En complemento a este enfoque, en los siguientes apartados de esta sección refieren elementos para explorar el concepto de innovación pública y con orientación en los servicios, que se plantea es la relacionada a la administración universitaria a partir del desarrollo de software en una macrouniversidad.

4.5.1 El Manual de Oslo

Se han realizado varios estudios para desarrollar modelos y marcos analíticos para la medición de la innovación, de donde destaca una guía que ha evolucionado en varias ediciones en los años de 1992, 1997, 2005 y 2018, que establece lineamientos de recuperación, medición e interpretación de datos a partir de la definición de conceptos relacionados a la innovación es el Manual de Oslo. En su primera edición de 1992, estuvo orientado a examinar la innovación tecnológica de producto y de proceso en el sector industrial. En la segunda edición, que apareció en el año de 1997, incluyó la innovación de servicios. En su tercera edición, en el año 2005, incluyó elementos de innovación no tecnológica, como la innovación comercial y organizativa (OECD/Eurostat, 2005). En la última edición del Manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2018) se redujeron los conceptos de los cuatro tipos de innovación (producto, proceso, organizacional y comercial) a dos tipos principales: innovación de producto y de los procesos de negocio⁶. En la Tabla 16 presenta las seis funciones de negocio principales que pueden ser objeto de la innovación.

⁶ El Manual de Oslo, adapta de la obra de Brown (2008), “*Business processes and business functions: A new way of looking at employment*”, www.bls.gov/mlr/2008/12/art3full.pdf y de Eurostat (2018), *Glossary of Statistical Terms*, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Business_functions, las siguientes categorías funcionales de la innovación de procesos de negocio: producción de bienes y servicios, distribución y logística, mercadotecnia y ventas, sistemas de la información y comunicaciones, administración y gestión y desarrollo de productos y procesos de negocios. Estas categorías y sus implicaciones respecto a la innovación en el sector público son discutidas en el punto siguiente.

Tabla 16. Categorías funcionales para identificar el tipo de innovación del proceso de negocios de acuerdo con el Manual de Oslo (2018)

Término	Detalles y subcategorías
Producción de bienes y servicios	Actividades que transforman entradas en bienes o servicios, incluyendo ingeniería y pruebas técnicas, actividades de análisis y certificación que soportan la producción
Distribución y logística	Esta función incluye servicios de entrega y transportación, almacenamiento y procesamiento de órdenes de entrega.
Ventas y mercadotecnia	Incluye procesos de mercadotecnia, exhibiciones, análisis de mercado, métodos de estrategias de precios, ventas y soporte al cliente.
Sistemas de la Información y comunicación	Mantenimiento y provisión de sistemas de la información y comunicación, incluyendo el hardware y el software, el procesamiento, el mantenimiento, el alojamiento web y actividades relacionadas a la computación y obtención de información. Estas funciones pueden ser provistas por una división o divisiones responsables de otras funciones.
Administración y gerencia	Esta función incluye: la gestión estratégica y general de la empresa (toma de decisiones multifuncionales), incluida la organización de las responsabilidades laborales, gobierno corporativo, contabilidad, actividades financieras y de auditoría, administración de los recursos humanos, adquisiciones, gestión de relaciones externas con proveedores, alianzas, etc.
Desarrollo de productos y procesos de negocio	Actividades para ampliar, identificar, desarrollar o adaptar productos o procesos de negocio de una empresa. Esta función puede llevarse a cabo de manera sistemática o sobre una base <i>ad hoc</i> dentro de la empresa u obtenerse de fuentes externas. La responsabilidad de estas actividades puede recaer en una división separada o en divisiones responsables de otras funciones, por ejemplo, en las que realizan la producción de bienes o servicios.

La definición que proporciona el Manual y que se considera de importancia para elaborar un concepto acorde al presente trabajo es la siguiente (OECD/Eurostat, 2018): una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso).

La definición anterior utiliza el término genérico ‘unidad’ para describir al actor responsable de la innovación, que puede referirse tanto a una unidad institucional como a los miembros individuales de la misma unidad. Aunque el Manual de Oslo en su edición de 2018 refiere que esta definición general es aplicable a todos los sectores de la economía (negocios, gobierno, no gubernamental, etc.), el mismo manual refiere que esta definición es base para las directrices básicas enfocadas al sector empresarial.

Constituyendo la idea de lo que es la innovación, el manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2018) indica que la innovación es más que una idea o una invención y que además la innovación requiere implementación. Así, se determina que la innovación es resultado de la implementación de un esfuerzo temporal único o proyecto en la organización, apoyada

en las actividades basadas en conocimiento, aplicado en un proceso no lineal para enfrentar los cambios, entre los que se incluyen los tecnológicos (Kline y Rosenberg, 1986; OECD/Eurostat, 2005, 2018; PMI, 2017a). Estas actividades son realizadas por los recursos de organización, pudiendo configurarse dinámicamente, dando lugar a habilidades que se transforman en capacidades de la organización. Con esto nos apoyamos en el supuesto teórico que determina que las capacidades distintivas o basadas en el conocimiento de la organización, tienen características dinámicas y una relación directa y significativa en la innovación resultante.

4.5.2 La innovación abierta

Se toca el tema de la innovación abierta por su relación con el desarrollo de software abierto, este concepto es un nuevo paradigma que surge de la colaboración y el establecimiento de prácticas entre las firmas para acelerar el flujo interno de investigación y desarrollo a partir de las ideas que surgen del exterior, con una visión de incrementar el valor de la organización y con consecuencia de expandir los mercados a los que es posible acceder por parte de las firmas involucradas (Chesbrough, 2003, 2007; Huizingh, 2011). La innovación abierta se contrasta con su predecesora, la innovación cerrada, donde las firmas crean sus propias ideas, las materializan y las llevan al mercado por su cuenta, donde en forma individual las soportan, financian y crean servicios relacionados a su propio producto (Chesbrough, 2003), con la desventaja de que las otras organizaciones crean productos, estándares alternativos y mercados alternos. La innovación abierta puede ser el punto de inflexión que permita que las empresas de países de industrialización tardía (Dutrénit, 2004) dar el salto de simples adaptadores de tecnología a generadores de la misma.

Se extenderá el concepto de innovación a nivel microeconómico, como el resultado de las respuestas creativas de eventos inesperados que están condicionados a la disponibilidad de externalidades sustanciales (Antonelli, 2018), como es el propio conocimiento que se adquiere del exterior y cuya disponibilidad impacta la innovación cuando este se encuentra disponible. En palabras de Antonelli (2018), si el conocimiento es limitado, y no se hace público, las externalidades del conocimiento no impactan a las firmas y estas tienen una respuesta simplemente adaptativa. La innovación abierta, es

para aprovechar y transformar las externalidades surgidas a partir del conocimiento recibido del exterior.

Cabe mencionar que, para realizar el aprovechamiento de las tendencias actuales de innovación abierta, se requiere que las organizaciones utilicen su capacidad de absorción, incluyendo las pertenecientes al sector público. Chesbrough (2003), relaciona los procesos de adquisición y uso del conocimiento externo con los de la explotación externa del conocimiento que se genera en la organización. Así, es relevante la utilización de las entradas de conocimiento generadas en forma cooperativa por empresas para acelerar su innovación interna y la expansión de los mercados (Chesbrough, 2007) y que es representativa en el desarrollo de código abierto (Huizingh, 2011).

Se resume que la capacidad de absorción es importante para el desarrollo de proyectos de software, sobre todo para aquellos que utilizan fuentes de código abierto con gran participación de las comunidades de usuarios de desarrollo en internet. (Daniel et al., 2006) y que, en la administración de una macrouniversidad las ADeSAU pueden acceder a tecnología abierta de software, con un propósito no sólo de adaptación, sino también para la creación de nuevas herramientas tecnológicas de soporte en la programación de sistemas informáticos.

4.5.3 La innovación pública

La formulación de la teoría de innovación ha tenido una focalización en los resultados que tienen lugar en el ámbito de la industria y la empresa, con la formulación de políticas que son importantes en los estudios económicos; pero, en contra de la visión tradicional que ve a las organizaciones públicas como burocráticas y conservadoras, la innovación está presente también en las organizaciones públicas (Bloch y Bugge, 2013; Damanpour, Walker y Avellaneda, 2009; Demircioglu y Audretsch, 2017; Mulgan, 2007); en este sentido el Manual de Oslo, en su edición del año 2005, reconoce que “Hay mucho trabajo por hacer en el examen de la innovación y en el desarrollo de un marco para la recogida de datos de la innovación en el sector público [...]. Este trabajo podría ser objeto de otro manual.” (2005, p. 23). En su edición de 2018, el manual de Oslo provee definiciones generales de los conceptos relacionados a la innovación, pero sigue señalando la necesidad de crear directrices de medición de la innovación en sectores distintos al

empresarial. En el mismo sentido, Bienkowska, Larsen y Sörlin (2010) proponen que los procesos de innovación involucran a diversos grupos de organizaciones, incluidas universidades, empresas privadas, laboratorios de investigación corporativos e institutos de investigación públicos. Demircioglu y Audretsch (2017) reconocen que la innovación juega un rol importante en las organizaciones públicas, a partir de los grupos internos que practican la experimentación, los ciclos de retroalimentación y la motivación. Para Mulgan (2007) la innovación del sector público consiste en las nuevas ideas que funcionan para crear valor público. Las ideas tienen que ser, al menos en parte, nuevas (más que mejoras), tienen que ser asumidas (en lugar de ser sólo buenas ideas) y tienen que ser útiles. Como resultado, el concepto de innovación es un constructo que puede extenderse para su uso en las organizaciones públicas y por extensión a la universidad pública.

Cabe mencionar que, entre los trabajos particulares al estudio del fenómeno de la innovación en el sector público, se encuentra el estudio longitudinal de Damanpour (2009), que se enfoca en las consecuencias de la adopción de tres tipos de innovación en estas organizaciones: procesos tecnológicos, procesos administrativos y de servicios. En el mismo estudio se reconoce se requiere un equilibrio entre las innovaciones tecnológicas y técnicas para lograr un alto desempeño en los procesos administrativos y los servicios que ofrece la organización pública. Por su parte, en el estudio de Jasso y Marquina (2013) resaltan que en el sector servicios no sólo las TIC influyen en la consolidación de los procesos de innovación, sino también los cambios organizacionales para mejorar o proveer un nuevo servicio a los clientes; a su vez, Sundbo y Gallouj (2000) presentan cuatro tipos de innovaciones basadas en los servicios: de producto, con la característica que no están perfectamente definidos y codificados son construidos *a priori* a la implementación del servicio; de proceso, que son las novedades o mejoras que se incorporan a los mismos; de mercado, referido al acceso a nuevos mercados o acceder a otra industria y de organización, consistentes de cambios a la estructura para mejorar la productividad. En complemento, Bloch y Bugge (2013) también identifican procesos importantes que pueden ser objeto de atención de las organizaciones del sector público, como son el contexto en que la operación pública opera y las interfases con otros actores que están fuera del sector público, estos autores a su vez proponen un instrumento para la medición de la innovación en el sector público.

4.5.4 La innovación pública en macrouniversidades

Con base en la literatura, se encuentra que los estudios del fenómeno de la innovación en universidades son en su mayoría con referencia a las formas en que se realiza la vinculación Estado-Universidad-Industria. Destaca el trabajo de Etzkowitz (2004) sobre la universidad emprendedora y de Etzkowitz et al (2000) del modelo de la triple hélice (este último de la relación entre la academia, la industria y el Estado); este último se ha extendido para incluir actores y aspectos relacionados con la sustentabilidad (Carayannis y Campbell, 2009). Como se comentó en el apartado de las universidades en la sociedad del conocimiento (sección 2.1), otras aportaciones que no se contemplan a profundidad en los modelos de hélice, es el impacto que pudieran tener en las sociedades del conocimiento nacionales, la difusión y el aprovechamiento de las capacidades tecnológica endógenas de las macrouniversidades. En complemento, se encuentran estudios de la vinculación entre universidad e industria, la comercialización de patentes a partir de esta relación y la importancia de la innovación abierta, donde destacan Perkmann y Walsh (2007)⁷, Santoro y Chakrabarti (2002)⁸ y Shane (2002)⁹.

Hablando específicamente de la innovación al interior de las universidades, la misma se ha estudiado en las vertientes de estrategias de cambio organizacional en estudios ya clásicos como el de Clark (2000), a través del concepto de “universidad innovadora”, que incluye la visión social y también económica de los conocimientos que producen y distribuyen estas organizaciones, así como los vínculos de extensión que establecen con la sociedad (Velázquez, 2000). Otros estudios de innovación, como son los referentes al sentido educativo y el uso de las TIC para potencializar el trabajo de aprendizaje del alumno, escapan al alcance del presente trabajo.

⁷ En este trabajo, Perkmann y Walsh (2007) exploran la difusión y las características de las relaciones de colaboración entre las universidades y la industria, y desarrolla una agenda de investigación basada en una perspectiva de "innovación abierta".

⁸ En este estudio se determinan que los centros de investigación universitarios pueden ser beneficiosos de acuerdo con el tamaño de las empresas industriales al proporcionar a las empresas una serie de alternativas de relación que facilitan el avance del conocimiento y las nuevas tecnologías.

⁹ Esta investigación es referida al licenciamiento y patentes realizados por investigadores del MIT, así como de su comercialización y obtención de regalías. En este trabajo se determina que el licenciamiento a terceros recoge mejores resultados que cuando se realiza por el propio inventor universitario.

Tras el análisis documental de los estudios de la innovación de las universidades y, por ende, de las macrouniversidades, estos pueden categorizarse en los modelos de hélice, de la transformación educativa y de la administración universitaria. Este trabajo busca cubrir el sesgo respecto al último punto, que ocurre en relación con la administración al interior de una macrouniversidad y su propósito de formar a los profesionistas e investigadores que den respuesta a los problemas nacionales. La administración universitaria requiere innovar para implementar los cambios y adaptarse al entorno de la sociedad del conocimiento y del cambio tecnológico. Estas innovaciones se refieren a la construcción de nuevos sistemas de software, los cambios y adaptaciones para proporcionar sus servicios y los cambios consecuentes a la estructura organizacional que difieren significativamente de los existentes y que presentan nuevas apreciaciones de valor en forma de eficiencia, acceso descentralizado y simplificación de las operaciones relacionadas con la administración de una organización

4.5.4.1 Innovación en productos de software

Se considera a ésta como innovación de producto (OECD/Eurostat, 2018), la innovación en productos de software tiene tanto características incrementales como disruptivas (Abernathy y Clark, 1985). En el primer caso, se relaciona a la mejora continua e incorporación de nuevos componentes tecnológicos a los sistemas de software y que no modifican en gran medida la interfaz de usuario. En el segundo caso, es cuando un producto de software es reemplazado por obsolescencia tecnológica o por un proceso de transformación digital cambia drásticamente la interfaz del usuario.

Cuando se habla de un producto de software, en la forma de un sistema para la administración en universidades, éste se elabora como una respuesta a la presiones respecto de las reformas universitarias y las constantes solicitudes de innovación (Wu, 2017). Para construir estos sistemas se requiere que las macrouniversidades, a su vez, cuenten con las capacidades tecnológicas que son vistas como las habilidades, conocimientos y procesos institucionales que apoyadas en la administración del conocimiento permiten innovar en la organización y no sólo acoger tecnología.

Como concepto de la innovación en productos de software, se tomará la siguiente: son los resultados en función de los programas de software que desarrollan las ADeSAU

y por tanto con orientación a la administración universitaria. Estos resultados se reflejan en: la creación de software administrativo, apoyada en el código abierto (Casadesus-Masanell y Llanes, 2009; Giuri et al., 2008; UNCTAD, 2012); el mejoramiento del software existente (innovación incremental); los nuevos componentes en forma de bibliotecas de software; el software que reemplaza a otro comercial y el software que cambia a otro obsoleto.

4.5.4.2 Innovación de servicio

La innovación de servicio se vincula al desarrollo de procesos de negocio (OECD/Eurostat, 2018) de la administración que se realiza en las macrouniversidades. La responsabilidad de implementar esta innovación recae en las ADeSAU, y es consecuente del cambio radical de incorporar nuevos productos de software, esto por los cambios tecnológicos (Jasso y Marquina, 2013; Marquina, 2012; Sundbo y Gallouj, 2000) y también a partir de la visión organización de la simplificación y descentralización de servicios y de las acciones de transformación digital (ANUIES, 2018; Grajek y Reinitz, 2019), esta última con la implementación de nueva tecnología, que cambia la manera de realizar el servicio. Esta innovación destruye el valor de los conocimientos del proceso actual, por lo requiere que las áreas de atención desarrollen nuevas habilidades y conocimiento de cómo se realiza el proceso en una nueva forma.

La definición de innovación en servicios es referida al rediseño y transformación digital de los procesos de los servicios que ejecutan las áreas administrativas en relación con las funciones sustantivas de una macrouniversidad; con los objetivos de la descentralización de los procesos administrativos, simplificación de trámites y las respuestas eficientes a los interesados internos y externos.

4.5.4.3 Innovación organizacional

La implementación en las macrouniversidades de los sistemas informáticos complejos influencia cambios de la estructura organizacional, cambios no sólo impulsados por las ADeSAU, sino también por el entorno a partir de la formulación de nuevas políticas, como son las que surgen de los requerimientos de transparencia, protección de datos personales o la adopción de nuevos estándares como pueden ser los de calidad. En este vínculo entre tecnología y organización, se reconoce que no es una relación determinista

(Eindor y Segev, 1978; Orlikowski, 1992), sino que es un fenómeno de características endógenas e influenciado por externalidades del conocimiento (Antonelli, 2018), donde sobresale la potencialidad del uso de código abierto en el desarrollo de software administrativo. Se considera que la innovación que se investiga para las ADeSAU está sujeta no sólo al fenómeno de la gestión del conocimiento, sino también al papel relevante de las capacidades tecnológicas a través de las capacidades de absorción, el aprendizaje tecnológico, el liderazgo, la formación de comunidades de práctica y de redes de colaboración.

A la Innovación organizacional se le conceptúa como los cambios organizacionales en la estructura socio-técnica como consecuencia de nuevos procedimientos que surgen por la implementación del producto de software y el rediseño de los procesos vinculados a los servicios.

4.6 Consideraciones finales

En este capítulo se buscó dar fundamento conceptual a la administración del conocimiento, con un foco en las capacidades organizacionales, específicamente en las correspondientes a la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas, que se determinan como dimensiones previas a la innovación en la organización que usa intensivamente el conocimiento para lograr su propósito.

En concordancia con el objetivo anterior, se encontró, en la revisión de la literatura teórica, que el foco de la atención de los estudios de la gestión del conocimiento, las capacidades organizacionales, distintivas y tecnológicas, y la innovación se han establecido en gran parte alrededor de la Teoría de la Firma, y aunque se encuentra estudios en torno a la organización pública, estos no son suficientes. En ese sentido, se considera que el propósito que se le dio a las capacidades en un área de desarrollo de software en una organización pública y la clasificación que se realiza de las mismas, da los fundamentos para cubrir los requerimientos necesarios en esta investigación. Así las capacidades organizacionales distintivas reflejan su vínculo con el uso conocimiento en forma intensiva y se pueden configurar en forma dinámica. En consecuencia, las capacidades distintivas para las ADeSAU en una macrouniversidad son referentes a la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas de absorción, aprendizaje

tecnológico, liderazgo de servicio, comunidades de práctica y las redes de conocimiento y colaboración.

Con el fenómeno de la innovación se comprende que éste también ocurre en el sector público, principalmente relacionada a la atención eficiente de las necesidades de todos los sectores sociales y la prestación de servicios, esto con un sentido de valor público. En consonancia con este punto, se formula que el desarrollo de software para la administración universitaria, cuando es apoyado en el uso de código abierto, permite dar respuestas de innovación por contener grandes stocks de conocimiento público que fue puesto a disposición de las organizaciones y/o áreas que desarrollan software. Se propone que el fenómeno de la innovación no es significativo en las macrouniversidades cuando se generaliza el uso del software propietario, por sus peculiaridades cerradas

Finalmente, los conceptos de administración del conocimiento, de las capacidades tecnológicas, de gestión del conocimiento e innovación se analizaron desde dos perspectivas: primero se analizó documentalmente la teoría alrededor de la firma y su reflejo en la obtención de rentas y competitividad; en segunda parte, se revisaron los trabajos que hablan de la transformación de conceptos teóricos para que estos abarquen a las organizaciones públicas y el valor público que se espera de ellas, valor que, para las macrouniversidades está relacionado al cumplimiento de sus funciones sustitutivas y a la formación de los profesionistas e investigadores que propongan soluciones a los problemas nacionales y regionales del entorno nacional y latinoamericano.

Capítulo 5. Método de investigación

El método de investigación estructura cómo dar solución al problema planteado, determina la planificación y los procedimientos de investigación; éstos abarcan desde los pasos relacionados con la determinación de los supuestos generales, hasta los métodos de recopilación, análisis e interpretación de datos (Creswell, 2014).

Realizar una investigación como la presente, donde se estudian a la áreas que desarrollan software para la administración (ADeSAU) en una Macrouniversidad, involucra supuestos y restricciones para el cumplimiento de objetivos que hacen particularmente compleja la investigación; entre estos, se pueden mencionar los siguientes: la falta de estudios a profundidad de las unidades de análisis, el entorno complejo en que se desenvuelven tanto las ADeSAU como las macrouniversidades, la necesidad de la caracterización de la administración universitaria a partir del uso de la teoría sistémica y de los sistemas socio-técnicos y la comprensión de como las ADeSAU adquieren y mejoran sus capacidades tecnológicas; todo esto como preámbulo llegar a un modelo de administración del conocimiento.

Cumplir con los objetivos de investigación planteados en el capítulo uno, tanto el general como los particulares, requirió de un proceso de investigación sistemático y que fue dividido en tres etapas lógicas, cada una con un fin particular. Estas etapas son referidas en el presente capítulo.

5.1 Etapas de la investigación

A partir de la delimitación que plantean los objetivos de investigación, se propuso dividir la investigación en tres etapas que requirieron el uso de varios métodos para el desarrollo

de la investigación. El uso de estos métodos dio lugar a un estudio de tipo mixto¹⁰ (Creswell, 2014), con dos etapas con un fin cualitativo y otra etapa de tipo cuantitativo¹¹.

Las primeras dos etapas se dividieron en la etapa de caracterización de la administración universitaria, y la etapa de determinación de las capacidades tecnológicas de las ADeSAU. Los propósitos de estas etapas fueron de fines cualitativos, pues permitieron determinar el perfil y la composición de los grupos, así como de las actividades tecnológicas que realizan en la administración universitaria (AU). Hay que señalar, que en los estudios cualitativos, se busca entender la realidad a partir de fragmentos que la constituyen, por ende, se entiende que no es relevante la cantidad de los sujetos (Dávila, 1995). Aunque a estas etapas en la investigación se les está dando un sentido cualitativo, hay que señalar como posible discrepancia de consideración de los métodos de esta índole, que dado el tamaño reducido de la población, el acceso fue a mayoría del personal directivo de las ADESAU de la UNAM y a un número importante del personal desarrollador

¹⁰ Creswell (2014) indica que los métodos mixtos pueden involucrar una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos en un estudio de investigación. Este autor también indica que, aunque los métodos mixtos fueron madurados en la década de los ochenta, estos se pueden rastrear hasta los estudios de Campbell y Fisk quienes en el año de 1959 ya utilizaron múltiples métodos cualitativos y cuantitativos para estudiar los rasgos psicológicos.

¹¹ Aunque Creswell infiere la existencia de diferentes diseños de investigación de tipo mixto, identifica tres principales:

- Métodos mixtos paralelos convergentes, donde el investigador mezcla datos cualitativos y cuantitativos para proveer un análisis comprehensivo del problema de investigación. En este tipo de diseño se explican también las contradicciones o hallazgos incongruentes.
- Métodos mixtos secuenciales explicativos, que se divide en dos etapas, en la primera el investigador realiza una investigación cuantitativa, analiza los resultados y en una segunda etapa de investigación cualitativa se basa en ellos para explicarlos con más detalle. Se considera explicativa porque los resultados iniciales de los datos cuantitativos se explican más a fondo con los datos cualitativos. Se determina secuencial porque a la fase cuantitativa inicial le sigue la fase cualitativa.
- Los métodos mixtos secuenciales exploratorios, en ella el investigador comienza primero con una fase de investigación cualitativa y explora los puntos de vista de los participantes. Luego se analizan los datos y la información se utiliza para construir una segunda fase cuantitativa. La fase cualitativa puede utilizarse para construir un instrumento que se ajuste mejor a la muestra bajo estudio, para identificar los instrumentos apropiados para utilizar en la fase cuantitativa de seguimiento, o para especificar las variables que se necesitan para continuar en el estudio cuantitativo de seguimiento.

La investigación que se realiza corresponde al tercer tipo (secuencial exploratorio), además se coincide con Creswell (2014), quien establece que el desafío particular de este diseño reside en el enfoque en las mediciones cualitativas apropiadas a utilizar y en la selección de la muestra para ambas fases de la investigación.

de software de otras entidades y dependencias universitarias; sin embargo, se considera que estas etapas son de tipo cualitativo por los métodos utilizados, destacando la entrevista semiestructurada, el análisis FODA, la caracterización socio-técnica, etc.

La etapa final, de desarrollo y validación del modelo de administración del conocimiento, se considera que es de características cuantitativas, pues se refiere a la cuantificación de un fenómeno que relaciona dimensiones organizacionales con el empleo de técnicas estadísticas.

Estas tres etapas secuenciales de la investigación son descritas a detalle a continuación.

5.1.1 Etapa de caracterización de la administración universitaria

Esta primera etapa, realizada en el capítulo 3 del presente trabajo, se utilizó el análisis descriptivo¹² con el uso del enfoque de los sistemas socio-técnicos y aportaciones de la Teoría Actor-Red para detallar las características y asociaciones entre actantes en la administración de una macrouniversidad. A partir del contexto del entorno complejo de las macrouniversidades, de las ADeSAU y de las relaciones con interesados y multi-agentes vinculados con la AU, que fue desarrollado en los dos primeros capítulos, se eligió como estudio de caso a las ADeSAU de la UNAM para la realización de un modelo socio-técnico.

En la elaboración de esta etapa se ejecutaron varios métodos analíticos para la recuperación de la información. Entre ellos se diseñó un cuestionario cerrado con preguntas sobre dificultades relacionada al uso del conocimiento en las áreas de desarrollo de software en general en una macrouniversidad. Éste se aplicó al personal que desarrolla software en entidades y dependencias de la UNAM, tanto de entidades académicas, como de dependencias administrativas. Como complemento, se efectuaron entrevistas semi-estructuradas al personal directivo de las ADeSAU de la UNAM¹³;

¹² El análisis descriptivo es un producto de investigación por sí mismo, como cuando identifica fenómenos socialmente importantes que no han sido reconocidos previamente. En muchos casos, la descripción también puede apuntar hacia la comprensión de la causa y a los mecanismos que están detrás de la relación causal. (Loeb et al., 2017)

¹³ El cuestionario semi-estructurado se presenta en el anexo F.

adicionalmente se realizó el análisis documental de diagnósticos previos realizados en la UNAM; también se efectuó el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) y la caracterización socio-técnica. Con un propósito de comparación de actividades, se hicieron entrevistas semiestructuradas al personal de las ADeSAU en la Universidad Nacional de Colombia. Esta etapa está ampliamente documentada en el capítulo tres y culmina el análisis del modelo socio-técnico de la administración universitaria.

5.1.2 Etapa de determinación de las de capacidades tecnológicas de las ADeSAU

Para la determinación práctica de las capacidades tecnológicas, se aprovecharon los análisis realizados en la etapa previa. Las entrevistas semi-estructuradas a las dos macrouiversidades (UNAM y UNAL) y el resultado de la matriz FODA también fueron consideradas para la elaboración de la matriz de capacidades tecnológicas de las ADESAU que se presenta en el apartado 7.1. Un apoyo adicional de gran ayuda en la evolución de capacidades en fue el análisis histórico de las áreas que desarrollan software en la UNAM¹⁴ y del software en general¹⁵ Estos dos análisis permiten inferir la complejidad inherente al desarrollo de software.

Como herramienta de apoyo en la determinación de la acumulación de capacidades tecnológicas, se utilizó como referencia teórica las matrices desarrolladas por Dutrénit y Vera-Cruz (2005) y por Melgoza y Álvarez (2012), que se han utilizado principalmente en la industria manufacturera. Para las adaptaciones y la generación de un indicador para las unidades de análisis de la presente investigación se utilizaron los trabajos de Corona (2015) y de Márquez (2015). Esto se documenta en la sección 4.3 del marco teórico.

5.1.3 Etapa de desarrollo y validación del modelo

Un modelo es una estructura conceptual simplificada que permite la comprensión de un fenómeno de la realidad. Un modelo estadístico, es a su vez una generalización de un

¹⁴ Véase la sección 3.4 del presente trabajo.

¹⁵ Véase la sección 3.5 del presente trabajo.

modelo clásico lineal¹⁶ se utiliza para probar una hipótesis con base en la recolección de datos y su tratamiento cuantitativo (McCullagh y Nelder, 1989).

El modelo de administración propuesto en el capítulo 6, se apoya en el uso de herramientas estadísticas para su contrastación con la realidad a partir de la validación y evaluación del modelo estructural, cuyos resultados que se presentan en el capítulo 7. Sin embargo, antes de validar el modelo queda pendiente la pregunta de que si la simplificación planteada representa el proceso organizacional subyacente en la formulación teórica planteada. Así, para la validación conceptual se buscó su cotejamiento con la realidad mediante técnicas analíticas, entre ellas destacan las siguientes:

- a) Realización de un análisis documental del estado del arte en modelos cuantitativos que incluyen las dimensiones y variables organizacionales vinculadas con la gestión del conocimiento, las capacidades tecnológicas y la innovación (véase sección 6.1).
- b) Confirmación de las directrices teóricas del modelo con grupos de expertos¹⁷ con conocimientos científicos en áreas relacionadas a la administración y la economía.
- c) Verificación de los supuestos de investigación planteados, mediante la observación y la realización de entrevistas semiestructuradas en las ADeSAU de dos macrouiversidades.

Con estos referentes, se elaboró el diseño del modelo de administración del conocimiento, donde se consideran los resultados obtenidos cualitativamente, para dar

¹⁶ Los modelos lineales generalizados incluyen casos especiales, regresión lineal y análisis de modelos de varianza, modelos logarítmicos, modelos probit (dicotómicos), modelos logarítmicos-lineales y modelos de respuesta multinomiales (McCullagh y Nelder, 1989).

¹⁷ Además del trabajo de dirección de tesis y del apoyo tutorial, se realizó la presentación de este trabajo en simposiums, coloquios, y congresos de Ciencias de la Administración e Innovación en la UNAM, la Universidad Autónoma de Nayarit y la Universidad Autónoma de Yucatán. También se presentó en los seminarios de investigación doctoral en las facultades de Contaduría y Administración, Economía y Psicología, todas de la UNAM y en el seminario de investigación de la Facultad de Minas en la UNAL-Colombia.

lugar a la conformación multivariada del modelo, sus relaciones y los instrumentos de medida.

La recopilación de datos requiere del uso de diferentes técnicas a desarrollar previamente, entre ellas se menciona como principal la operacionalización de las variables para dar lugar a los reactivos que conforma el cuestionario (véase la sección 6.3); también es importante la selección de la muestra, la determinación del tamaño requerido de las observaciones y la manera en que se recopilan los datos (véase la sección 6.4).

El análisis estadístico permite tanto la validación del instrumento de medida como del modelo, sus resultados y discusión son presentados en el capítulo 7. Este procedimiento se sujeta a las restricciones del modelo propuesto (multivariado con múltiples relaciones entre variables independientes y dependientes), el tamaño de muestra (menos de 100 individuos), la distribución de los datos (no necesariamente normal) y el establecimiento del nivel de confianza. La técnica que resulta apropiada para estas condiciones, es un método multivariante de segunda generación llamado PLS-SEM¹⁸ (Hair, Hult, Ringle, y Sarstedt, 2016), que significa modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM, por sus siglas en inglés, *structural equation modeling with partial least squares*). Esta técnica es explicada a detalle en la sección 5.2.4 y 5.2.5 del presente capítulo.

5.2 Métodos de investigación

El diseño de la investigación requirió del uso de métodos cualitativos y cuantitativos; algunos de las cuales que ya fueron tratados en capítulos anteriores como: el análisis documental, el descriptivo, el FODA y el de sistemas socio-técnicos. Otros métodos que

¹⁸ Hair, Hult, Sarstedt y Ringle (2018) explican que el número de artículos que utilizan PLS-SEM se ha incrementado significativamente desde 2010, utilizándose en forma generalizada en varias disciplinas de las ciencias sociales, citando las siguientes: “organizational management (Sosik et al., 2009), international management (Richter et al., 2015), human resource management (Ringle et al., 2019), management information systems (Ringle et al., 2012), operations management (Peng and Lai, 2012), marketing management (Hair et al., 2012b), management accounting (Nitzl, 2016), strategic management (Hair et al., 2012a), hospitality management (Ali et al., 2018b) and supply chain management (Kaufmann and Gaeckler, 2015)” (2018, p. 3) .

resultaron importantes en el desarrollo de la investigación fueron el estudio de caso, la encuesta, el modelado PLS-SEM y el análisis estadístico a partir de esta herramienta; estos últimos métodos de investigación son tratadas a continuación.

5.2.1 El estudio de caso

La investigación planteada buscó como objetivo desarrollar y validar un modelo de administración del conocimiento que contemple la mediación de la gestión del conocimiento entre las capacidades tecnológicas y la innovación pública, esto en una macrouniversidad y en particular, un estudio de caso referido a las ADeSAU de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este objetivo general orienta a la utilización del estudio de caso.

Refiriendo al estudio de caso, éste es utilizado en diversas situaciones en la búsqueda y comprensión de las relaciones entre individuos, grupos y organizaciones, en sus aspectos sociales. El estudio de caso se utiliza para describir un fenómeno social contemporáneo (Yin, 2018), acorde a este trabajo, que es el de una gran organización compuesta por subsistemas que interactúan en un entorno complejo, como son las macrouniversidades.

El estudio de caso no está limitado sólo a la parte exploratoria de una investigación, recurriendo a Yin (2014), este investigador formula que la investigación de estudios de caso está lejos de ser sólo una estrategia exploratoria, además establece que, algunos de los mejores y más famosos estudios de caso han sido estudios de caso explicativos.

Aunque el estudio de caso utiliza principalmente métodos cualitativos (por ejemplo la descripción y la interpretación), Gillham (2000), muestra un panorama de la investigación más completo del estudio de caso al establecer que, como complemento al estudio cualitativo, los datos cuantitativos en un estudio de caso pueden complementar el cuadro completo para comprender un fenómeno.

Autores como Tedre (2009), en el estudio socio-técnico de las ciencias de la computación, utilizan el estudio de caso y complementa que los estudios de casos pueden tener aspectos cuantitativos y cualitativos. Adicionalmente, el uso de casos de estudio y

su combinación extienden la posibilidad de realizar las validaciones de constructo (Leonard-Barton, 2008).

Así, consideramos al estudio de caso como la puerta de entrada para generar un modelo cuantitativo para las unidades organizacionales que son intensivas en conocimiento en una macrouniversidad y comprender porque estas áreas son importantes para los entornos latinoamericanos, sujetos a dependencias tecnológicas de los países industrializados. El estudio de caso seguido en la investigación utilizó como guía conceptual los siguientes lineamientos, adaptados de Gillham (2000):

- Descripción de una macro organización con funciones sustantivas de docencia, investigación, cultura y vinculación embebida en un ambiente complejo, con fronteras imprecisas de delimitar.
- Que sólo puede ser estudiada o comprendida en su contexto histórico, nacional y regional, en este caso el latinoamericano.
- Que está conformada por subsistemas, entre ellos los relacionados a la administración universitaria, donde interaccionan personas, procesos y tecnologías, y donde el conocimiento es un insumo importante para que estos subsistemas cumplan sus actividades encomendadas.
- Que existe en el aquí y ahora en un entorno de dependencia tecnológica.
- Que, a pesar de esta dependencia, aprovecha conocimientos del exterior, desarrolla capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento que además de crear el fenómeno de la innovación en sus procesos administrativos. Los conocimientos de las ADeSAU pueden ser reductores de la brecha tecnología de sus entornos sociales, económicos, de administración pública e incluso equilibrados con el medio ambiente y la sustentabilidad.

Considerando como eje de investigación el estudio de caso de las ADeSAU de la Universidad Nacional Autónoma de México, se plantearon tres objetivos particulares¹⁹, referentes a la caracterización de la administración de una macrouniversidad, el análisis

¹⁹ Los objetivos particulares a detalle fueron presentados en la sección 1.6.2

de la acumulación de capacidades tecnológicas y la identificación de las dimensiones que conforman los constructos del modelo a proponer.

5.2.2 El análisis documental

En la consolidación de la información para cumplir los objetivos de investigación, se realizó en cada etapa un análisis documental. Este análisis se considera como el proceso intelectual para formar una base conceptual a partir de varios documentos en bases de datos especializadas, que actualmente comprenden técnicas innovadoras para el hallazgo y análisis de información (Vera y Morillo, 2007). En el proceso de realización del análisis documental se consultaron las siguientes bases de datos con orientación a las Ciencias de la Administración, Economía e Informática: *EBSCOhost: Academic Search Complete, ProQuest Dissertations & Theses, Emerald Insight, Web of Science: Book Citation Index - Social Science & Humanities, STOR, OECD iLibrary, Sage Publishing, Web of Knowledge: Science Citation Index, ScienceDirect, Springer, ACM Digital Library, IEEE Xplore.*

Estas herramientas especializadas en la localización de documentos científicos permitieron lograr varios propósitos para la presente investigación, entre los cuales se puede mencionar principalmente:

1. Determinar el papel que tienen las universidades y macrouniversidades con relación a la sociedad del conocimiento.
2. Buscar el estado del arte del desarrollo de software con profundización en México, las organizaciones públicas y particularmente en universidades.
3. Localizar fuentes primarias en la literatura científica de los constructos de capacidades organizacionales, capacidades tecnológicas, de administración del conocimiento y de innovación.
4. Fortalecer conceptos como los referentes a la capacidades organizacionales e innovación en el sector público.

5.2.3 La entrevista semiestructurada

El propósito de la entrevistas fue el de obtener información mediante un intercambio de ideas, con un entrevistador²⁰ y un entrevistado (Babbie, 1999). Para el diseño de la entrevista, se consideraron los siguientes elementos clave: se buscó que los entrevistados sean líderes o expertos en su área —en este caso de directivos de las ADeSAU, líderes de proyecto y programadores—, que el entrevistador conozca el tema objeto de interés —en este caso el desarrollo de software y procesos relacionados a la administración universitario— y utiliza el lenguaje técnico (procedimientos, desarrollo e implementación de sistemas informáticos, administración de proyectos, infraestructura de comunicaciones, entre otros). Se aplicó el formato semi-estructurado de las entrevistas, con preguntas en forma secuencial y apertura a los cambios de secuencia, sobre todo para profundizar en las respuestas de los interesados (Kvale, 2011). Se trató que el proceso de la entrevista fuera una técnica de descubrimiento *a posteriori* (Ruiz, 2012) de la forma en que se realiza el desarrollo de software y los impactos e innovaciones que se han realizado en el sistema socio-técnico a estudiar.

Las entrevistas se realizaron al personal directivo de cinco dependencias de la administración de la UNAM, donde se realizan actividades relacionadas con la creación de software para la administración. Adicionalmente, como se estableció en el punto 3.7 también se tuvieron entrevistas semiestructuradas con el personal de las ADeSAU de la UNAL en Medellín, Colombia. Una condición ética, para que los entrevistados dieran a conocer abiertamente la problemática que se presenta en el desarrollo de software en una macrouniversidad, fue utilizar las entrevistas solo para su análisis e interpretación y no su transcripción.

5.2.4 La encuesta

La encuesta consiste en “aplicar un cuestionario a una muestra de sujetos que es tomada de una población” (Babbie, 1999, p. 254). Esta investigación tiene como caso particular que abarca no una muestra, sino a una población con el listado completo de las personas que integran las unidades de análisis. Los datos que arrojan las encuestas son de tipo

²⁰ Que es el propio investigador.

cuantitativo y sirven para fines explicativos (Babbie, 1999). El cuestionario es consecuencia de la operacionalización de constructos que se realiza en el apartado 5.3. Para la investigación propuesta, se utiliza un enfoque de cuestionario autoadministrado por la red internet, con preguntas establecidas en formato tipo Likert (ver apartado 5.4). Entre las ventajas de esta selección de recopilación de datos se tienen las siguientes: obtención de los cuestionarios en forma completa (no hay respuestas nulas y se confirman todas las respuestas), mayor flexibilidad para el llenado desde el lugar de trabajo. Adicionalmente se realizan mecanismos automáticos para que el llenado sea por usuario único y se mantenga la confidencialidad de las respuestas.

Entre las consideraciones éticas que se tomaron en cuenta para la realización de las encuestas, se encontraron las siguientes: que el cuestionario informara a cada encuestado su propósito, que en forma didáctica se entiendan los conceptos que se recababan y se reafirma que se contesta de forma anónima para mantener la secrecía de los encuestados. Igualmente se tuvo un apartado para obtener comentarios y las apreciaciones generales de los encuestados. Finalmente, se le agradece al encuestado por su participación. En el apartado 6.4.3. se describe el proceso de recopilación de datos.

5.2.5 El Modelado con ecuaciones estructurales

Considerando la hipótesis de trabajo, su resolución plantea la utilización del análisis multivariado²¹, así como de la estimación de las relaciones significativas entre dimensiones –típicamente medidos en términos de magnitud y dirección (Creswell, 2014)– y su validación a partir de la solidez de resultados, su poder estadístico²² y la bondad de ajuste a un modelo matemático (Hair et al., 2018).

²¹ Las técnicas multivariadas se aplican cuando se han medido varias variables dependientes simultáneamente y se desea analizarlas conjuntamente. Entre las técnicas se mencionan el análisis multivariado de varianza (MANOVA), el análisis discriminante, la regresión logística, etc. Estas técnicas han sido ampliamente utilizadas en las ciencias sociales gracias al desarrollo de las computadoras que permiten la realización de cálculos complejos por medio de la utilización de paquetes estadísticos (Catena et al., 2003).

²² El poder estadístico se relaciona con la probabilidad de encontrar una relación significativa cuando la relación es un hecho significativo en la población (Hair et al., 2016).

Como un resultado significativo del presente trabajo de investigación, se busca que, a partir de una validez conceptual, se pueda formular un modelo de administración del conocimiento, éste como una representación lo más cercana a la realidad del fenómeno organizacional, que permita explicar las causas o predictores²³; las relaciones (en sentido cuantitativo con sus pesos y sus trayectorias) y el efecto o varianza explicada²⁴ que se establece entre las dimensiones²⁵ propuestas (capacidades tecnológicas, gestión del conocimiento e innovación), para las ADeSAU dentro de una macrouniversidad. En el entorno del modelado con ecuaciones estructurales (SEM) estas dimensiones y las variables asociadas son considerados constructos. En el entorno SEM, un constructo no se puede observar directamente, sino que mide por medio de ítems los conceptos abstractos que lo conceptúan. Igualmente, en los diagramas que se elaboran en el SEM, un constructo es representado por medio de círculos u óvalos, llamados a su vez variables latentes (Hair et al., 2016).

El SEM se utiliza para evaluar modelos complejos, que considera las relaciones y los pesos entre variables que no son directamente observables —establecidos como las

²³ Cuando se conoce la causa de un fenómeno se puede realizar una explicación de este, así las variables independientes son causas potenciales de los efectos observados en las variables dependientes (Catena et al., 2003). Este enfoque llamando causal-simple “muestra limitaciones evidentes para dar cuenta de los vínculos causales en el ámbito de las ciencias sociales en general [...] la aproximación que siguen las ciencias sociales se distancia de la causalidad simple, ya que tiende a predominar la concepción de que la naturaleza social es aleatoria y por lo tanto se deben estudiar las regularidades estadísticas” (Cortés y González, 2008, p. 101) . Así se tiene que no en todas las investigaciones se puede encontrar una relación causal entre las variables, limitándose a encontrar si hay algún tipo de relación entre las variables, sin que estas tengan el mismo estatuto. En estos casos las variables dependientes se les llama ‘criterio’ y a las independientes ‘predictoras’.(Catena et al., 2003). En complemento Hair et al. (2018) corroboran que PLS-SEM es un enfoque causal-predictivo del SEM que enfatiza la predicción (variables independientes) en la estimación de los modelos estadísticos, cuyas estructuras están diseñadas para proporcionar una explicación causal.

²⁴ Catena et al., en relación con la varianza explicada, escriben: “Un buen modelo debe ser capaz de explicar una gran cantidad de la variabilidad de las variables observadas. La razón es simple, si un factor se asume que es causa (entre otras) de una variable superficial, parece razonable suponer que el grado en que los individuos poseen ese factor es un determinante de la puntuación en las variables superficiales conectadas causalmente con el mismo” (2003, p.357).

²⁵ Conviene hacer la distinción entre los conceptos de dimensión y variable, tales como son considerados para la presente investigación. Tomando como referencia a Canales, Alvarado y Pineda (1994), una dimensión es producto de las reflexiones teóricas que hace un investigador sobre un concepto, así este se vuelve abstracto y complejo. Una dimensión se puede descomponer en variables que pueden ser a su vez abstractas o complejas, pero permiten generar ítems, para las medidas, o la observación empírica.

trayectorias estructurales— combinando análisis factorial y modelos de regresión lineal²⁶ (Hair et al., 2016). Los indicadores para las variables no observables (o variables latentes), se obtienen a partir de medir directamente las variables indicadoras que pueden ser claramente observables a través de un instrumento de captura de datos, como puede ser un cuestionario basado en escala tipo Likert. El SEM, al igual que la técnica de regresión múltiple, determina las relaciones entre variables, añadiendo el examen de intercambio de dependencia multi-nivel o el cambio de dependencia a independencia en relaciones subsecuentes (Astrachan, Patel y Wanzenried, 2014).

El SEM se caracteriza por ser utilizado en las ciencias sociales, como un método de análisis multivariante de segunda generación (Tabla 17), con dos variantes: una llamada con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) y otra nombrada análisis de la covarianza (CB-SEM).

Tabla 17 Organización de métodos multivariantes adaptado de Hair et al. (2016)

Técnicas	Primariamente Exploratorio	Primariamente confirmatorio
Primera generación	Análisis de grupos Análisis factorial exploratorio Escalamiento multidimensional	Análisis de varianza (ANOVA) Regresión logística Regresión múltiple Análisis factorial confirmatorio
Segunda generación	Modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM)*	Modelado de Ecuaciones Estructurales con análisis de la covarianza (CB-SEM)

Notas: * Chin(1998) muestra que PLS-SEM también puede utilizarse tanto en análisis de exploración y confirmación, Hair et al. (2018) indican que PLS-SEM es un enfoque causal-predictivo de SEM que enfatiza la predicción en la estimación de modelos estadísticos, cuyas estructuras están diseñadas para proporcionar explicaciones causales-predictivas..

Como se ha comentado, el SEM, se han desarrollado bajo dos enfoques con distintos beneficios, limitaciones, supuestos de entradas y resultados (Hair et al., 2016):

²⁶ De acuerdo con Cortés y González, “El análisis de regresión, en cualquiera de sus vertientes, supone que el modelo contiene todas las variables explicativas relevantes (ya sea como variables o como regresores, según sea el caso), y que el término de error expresa el comportamiento de las variables no relevantes...” (2008, p. 121)

- Modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM - *partial least squares* -SEM). Es utilizado para desarrollar teorías en el campo exploratorio, aunque puede extenderse para el campo confirmatorio. PLS-SEM es un enfoque causal-predictivo de SEM que enfatiza la predicción en la estimación estadística (Wold, 1982; Sarstedt et al., 2017a, citados en Hair et al, 2018).
- Modelado de Ecuaciones Estructurales con análisis de la covarianza (CB-SEM), utilizado principalmente para confirmar o rechazar teorías, determinando cuanto bien un modelo teórico puede estimar la matriz de covarianzas para un conjunto de datos de ejemplo.

Las consideraciones para elegir el enfoque SEM depende de la pregunta de investigación y los datos empíricos disponibles, a partir de los siguientes cinco elementos (Hair et al., 2016):

- 1) Variables compuestas: es la combinación lineal de las variables elegidas para el problema de investigación, con pesos calculados y obteniendo el producto respecto a las variables y sumando estas:

$$\text{Valor compuesto} = w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + \dots + w_5 * x_5$$

donde x son las variables (vectores) individuales y w representa los pesos. Todas las variables del instrumento de obtención de datos son ordenadas en una matriz de datos.

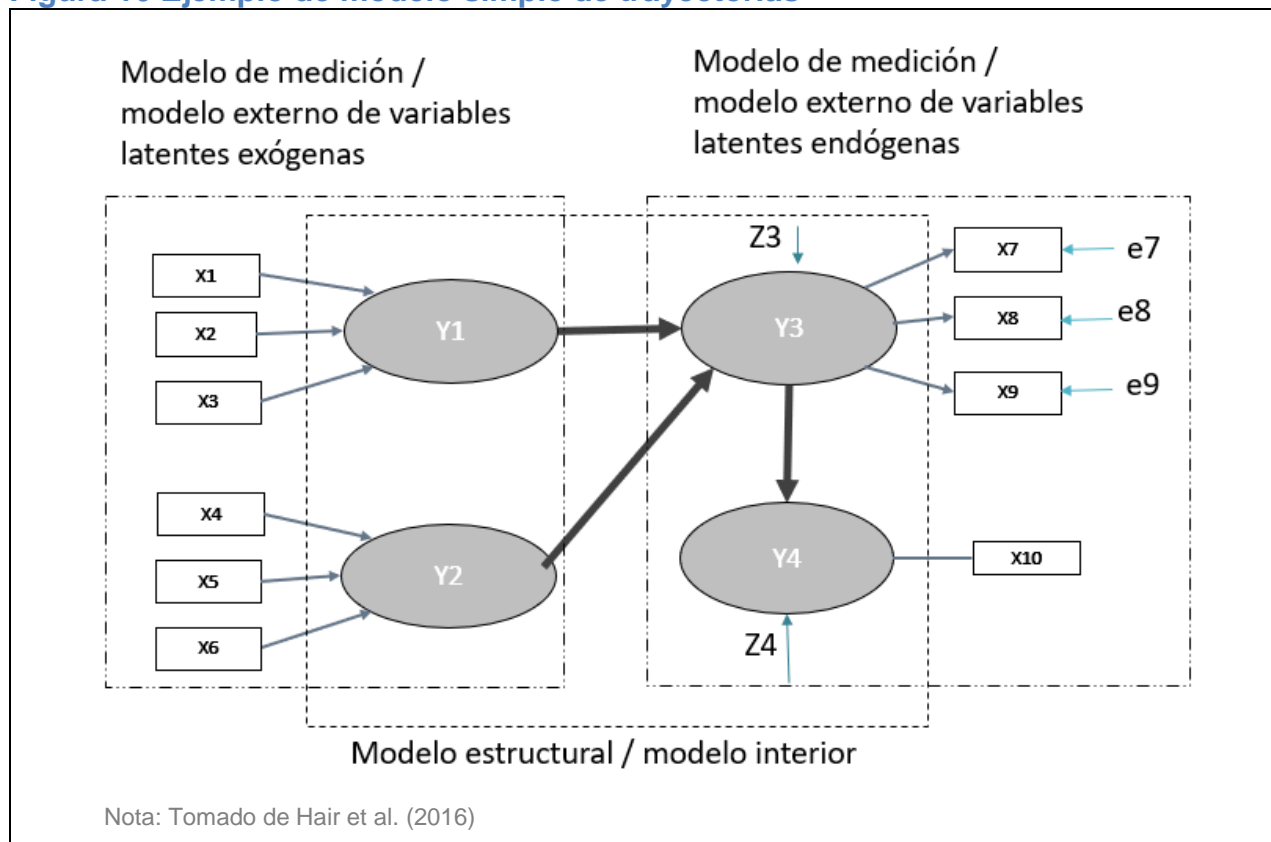
- 2) Medición. Es requerida la determinación de las variables *proxy* o aproximaciones indirectas cuando se van a medir variables latentes o no observables a través de las cuatro escalas de medida: nominal, ordinal, de intervalo o radio. Es importante minimizar los errores de medida tanto como sea posible.
- 3) Codificación. La forma como se asignan valores sistemáticos a las categorías de medición. Cuando se usan escalas tipo Likert es importante cuidar la simetría y equidistancia de las opciones (o también conocidas como ítems).

- 4) Distribución de datos. Aunque hay varios tipos de distribuciones (normal, binomial, Poisson), el uso de SEM sólo requiere distinguir entre distribución normal y no normal. La distribución normal se utiliza como criterio de selección, acoplándose a CB-SEM, mientras que PLS-SEM no hace supuestos sobre la distribución.

El SEM se representan gráficamente en un modelo de trayectoria con variable latente (Hair et al., 2016) que despliegan las relaciones de las hipótesis y las variables que son examinadas (véase la Figura 16). Los constructos son variables latentes (no son medidas directamente) y son representados en los modelos por círculos u óvalos (Y1 a Y4). Los indicadores son las opciones (o ítems) o las llamadas variables manifiesto (*manifest variables*) o variables *proxy*, son directamente medidas a partir de los datos recolectados (*raw data*) y son representadas por rectángulos (de X1 a X10). Todas las relaciones son señaladas como flechas y si tienen punta representan una relación direccional predictiva con un soporte teórico y señalan una relación causal.

Un modelo SEM consiste de dos elementos, un modelo estructural o modelo interno que contiene los constructos latentes y las relaciones entre los constructos; el segundo elemento consiste en los modelos de medición o modelos externos, que despliegan las relaciones entre los constructos y las variables indicadoras (rectángulos). En la Figura 16 los errores (e7 a e9) se expresan en el constructo endógeno, cuyos ítems son *reflectivamente* medidos. Estos errores indican la varianza no explicada cuando el modelo es estimado. En el ejemplo los indicadores X1 a X3 conforman *formativamente* al constructo Y1 y no tienen error. Los términos de error del modelo estructural son señalados por Z3 y Z4. Conviene señalar que si sólo existe un ítem relacionado con el constructo no se establece un valor de dirección, como es el caso de Y4 y x10.

Figura 16 Ejemplo de modelo simple de trayectorias



Como se ha adelantado en la explicación anterior, al realizar los modelos de medición se deben considerar dos tipos de especificación de las medidas. El modelo reflectivo (o también llamado Modo A) es una representación de los efectos o manifestaciones de un constructo subyacente. En la Figura 16 los constructos Y1 y Y2 son de esta característica (Hair et al., 2016). Como particularidad del modo reflectivo, los ítems que constituyen cada constructo pueden ser intercambiables y se encuentran altamente correlacionados entre sí. En contraste, en la misma figura, el constructo Y3 está constituido en tipo formativo (o Modo B), y este modelo se basa en la suposición que los ítems forman el constructo mediante combinaciones lineales. En este tipo, los ítems no son intercambiables, siendo cada uno de ellos componente de un efecto significativo del fenómeno.

Una de las ventajas de utilizar PLS-SEM es que obtiene resultados con tamaños de muestra pequeños, pero a cambio necesita incrementar el número de ítems (Hair et al.,

2018). PLS-SEM utiliza un algoritmo informático que calcula las relaciones a partir de los ítems de medición, utilizando regresiones de mínimos cuadrados parciales.

Para la construcción de un modelo SEM se adaptaron los siguientes pasos de Escobedo et al. (2016);

- a) La especificación, donde se realiza la determinación teórica de las relaciones hipotéticas entre las variables latentes y las observadas, mismas que con el análisis de resultados se obtendrán las relaciones correctas.
- b) La identificación, donde se estiman los parámetros del modelo. Se determina si un modelo está identificado mediante una expresión algebraica que lo demuestre, en función de la distribución de datos, de las varianzas y según sea el tamaño de la muestra respecto a la población, las covarianzas muestrales.
- c) La estimación de los valores de los parámetros desconocidos, así como su respectivo error de medición para lo que se utilizan diversos programas computacionales. Ejemplos de programas para CB-SEM son LISREL, AMOS-SPSS, EQS y para PLS-SEM son SmartPLS y ADANCO²⁷.
- d) La evaluación o bondad de ajuste se refiere a la exactitud en los datos del modelo para determinar si es correcto y sirve para los propósitos del investigador.
- e) La revisión del modelo en una nueva especificación, eliminando o agregando parámetros estimados del modelo original con sus justificaciones correspondientes.
- f) La reinterpretación de los datos, que permite establecer el modelo correcto y el no rechazo o rechazo de las hipótesis.

²⁷ <https://www.composite-modeling.com/>

5.2.6 Propuesta a partir de PLS-SEM para implementar el modelo de administración del conocimiento con base en las capacidades de la organización

Como se ha mencionado en la sección anterior, en la búsqueda de la contrastación estadística del modelo estructural con el mundo real, la literatura especializada propone la utilización del modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM), esto en el diseño de modelos predictivos-causales, el análisis de datos multivariados y con tamaños de muestra pequeños (Hair et al., 2018).

La selección de este enfoque fue realizada porque es ampliamente utilizado en el estudio en factores organizacionales de interés común con la investigación propuesta, como la gestión del conocimiento (Benton y Magnier-Watanabe, 2009; Ramírez, Morales, y Aranda, 2012; Song y Kolb, 2009), capacidades organizaciones (Cho y Korte, 2014; Gold et al., 2001) e innovación (Alegre, 2004; Lin, 2007).

El PLS-SEM permite la modelación de los constructos a estudiar como variables latentes (en un modelo de primer orden), al igual que sus dimensiones (en un modelo de segundo orden). Las dimensiones son inferidas a partir de las variables observadas. Así, esta herramienta da pautas para establecer las relaciones entre múltiples variables latentes, y accede a confrontar el conocimiento teórico con los datos empíricos. La ventaja adicional es su funcionamiento con tamaño de la muestra pequeña (de entre 30 y 100 casos) o de una población no muy grande. Estadísticamente, permite trabajar con la suposición de no normalidad de los datos, establece el diseño de medida de las variables latentes de manera reflectiva como formativa y finalmente, se propone que este enfoque es óptimo para la causalidad y los predictores (variables independientes) de constructos organizacionales sobre los que son dependientes (Barroso Castro, Cepeda Carrión, y Roldan Salgueiro, 2005; Chin, 1998; Hair et al., 2016; Joseph F Hair et al., 2018).

Los pasos que se aplicaron en este trabajo, con base en esta herramienta estadística son los siguientes:

1. Creación de un modelo teórico de la administración del conocimiento que considere un enfoque multivariado y de relaciones entre constructos, y constitución de las dimensiones.
2. Determinación del alcance de la población.

3. Implementación de la recopilación de datos.
4. Realización del análisis descriptivo de la población.
5. Análisis de la distribución estadística de las respuestas.
6. Elaboración del análisis multivariado, con un software estadístico de modelado estructural (SmartPLS), ingresando las dimensiones y las correlaciones hipotéticas que se establecen.
7. Determinación de la confiabilidad y validez de los instrumentos de medición.
8. Evaluación del análisis factorial, de los coeficientes de sus trayectorias (*path coefficients*)²⁸ entre constructos y el coeficiente de determinación (R^2)²⁹ para estimar la varianza explicada.
9. Verificación del modelo estructural de acuerdo con los criterios de calidad estadística.

Estos pasos dan forma al modelo de administración del conocimiento y a su validación estadística, pasos que se realizan en los capítulos seis y siete.

²⁸ Los coeficientes de trayectoria (en inglés *path coefficients*) miden el efecto directo del predictor (variable independiente) sobre la variable dependiente. Al ejecutar el algoritmo PLS-SEM incorporado en el software SmartPLS, éste estandariza los datos de los indicadores, dejando el valor de los coeficientes entre -1 y 1. En el caso de los coeficientes de trayectoria un valor cercano a +1 indica una relación fuerte y positiva y un valor -1 señala una relación fuerte, pero en sentido negativo. Un valor cercano a 0 indica que las relaciones son débiles o que no son estadísticamente significativas (Hair et al., 2016).

²⁹ El coeficiente de determinación (o R^2) es una medida de la proporción de la varianza de un constructo endógeno que es explicada por sus constructos predictores (Hair et al., 2016). En la regresión múltiple indica “la fuerza de asociación entre los predictores y la variable independiente” (Catena et al., 2003, p. 340).

5.3 Consideraciones finales

El método de investigación propuesto tuvo como fin determinar los pasos necesarios para llevar a cabo la investigación, este delimita la unidad de análisis, y proporciona la secuencia requerida para dar a la unidad de análisis (las ADeSAU de una macrouniversidad) una identidad ontológica y referentes epistemológicos respecto a las relaciones que se establecen entre las dimensiones y las variables organizacionales. Como un aporte adicional al de la investigación, se espera que este diseño sirva de guía en la construcción de teorías respecto a otras unidades que utilizan intensivamente el conocimiento.

Después de presentar el método de investigación, se dará paso a la elaboración del modelo de administración del conocimiento. Llegar a la elaboración de este modelo involucró la utilización de técnicas diversas de carácter cualitativo y cuantitativo en un proceso secuencial. Finalmente, la validación del modelo involucró la elaboración y validación de las escalas de medida y la corroboración de la validez y calidad de los datos recopilados.

Capítulo 6. Modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU.

En el presente capítulo se presenta la forma como se constituyó el modelo de administración del conocimiento. Inicialmente se presenta un estado del arte en la literatura de la administración de modelos estructurales y multivariados que han utilizado en su modelo interno alguno de los constructos de capacidades organizacionales e innovación. A continuación, se justifica a partir de la teoría, las relaciones entre las capacidades tecnológica y la gestión del conocimiento, así como los efectos que producen en la innovación pública en una macrouniversidad. Como punto de interés teórico, se da lugar a la conformación del modelo de administración del conocimiento con un modelado en ecuaciones estructurales y se presentan las hipótesis estadísticas. Finalmente se indica la forma en que se implementó la recopilación de datos para validar los instrumentos de medición y el modelo estructural.

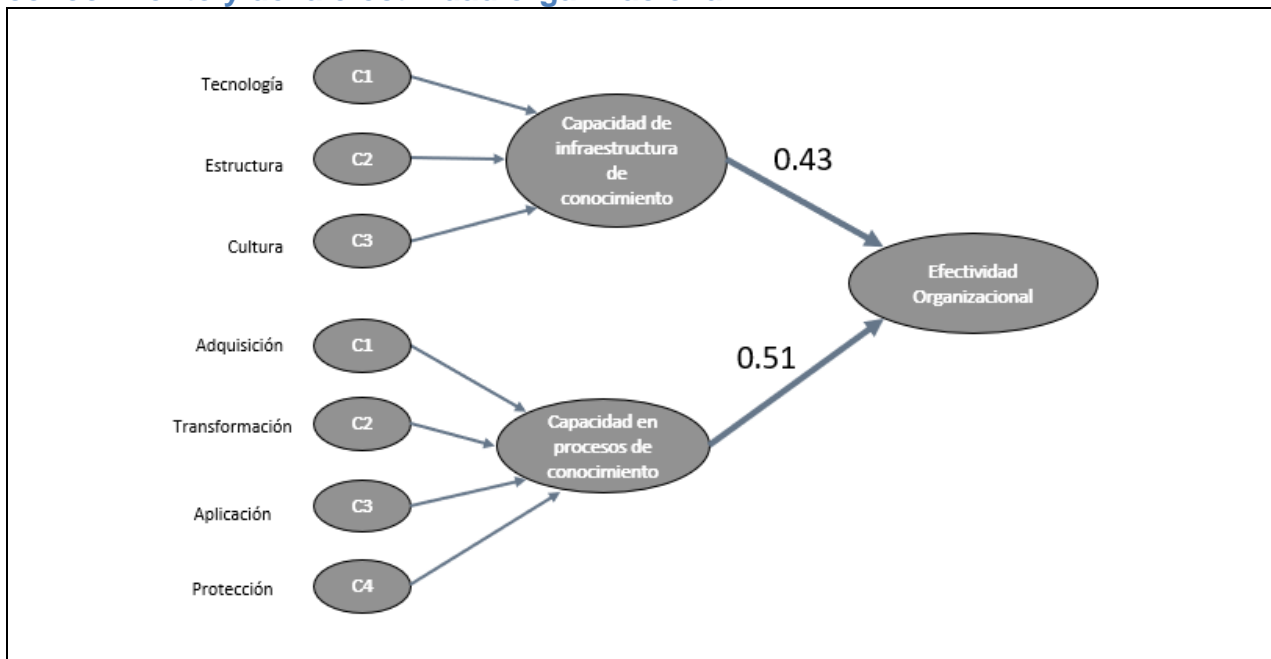
6.1 Estado del arte de modelos estructurales basados en conocimiento, capacidades organizacionales e innovación

En este apartado se analizan los modelos que en la literatura de las Ciencias de la Administración han tenido como objeto de estudio las relaciones entre los constructos de capacidades tecnológicas, administración del conocimiento e innovación. A partir del análisis documental, se han encontrado modelos basados en ecuaciones estructurales (SEM). Estos modelos abarcan las relaciones entre los constructos señalados en la firma.

Entre los modelos consultados, destaca el de Gold et al. (2001), quienes proponen un modelo que contiene tres constructos: capacidad de infraestructura del conocimiento (CIC) –con las dimensiones de tecnología, estructura y cultura–, capacidad en los procesos del conocimiento (CPC) –con las dimensiones de adquisición, transformación, aplicación y protección– y efectividad organizacional (EO). Este estudio se realizó en una muestra de ejecutivos seniors, principalmente en firmas basadas en conocimiento (empresas de finanzas y manufactura). Como resultado se encuentra que la CIC y la CPC son de efecto directo, de sentido positivo y de alta significancia, con base en sus coeficientes de trayectoria (0.43 y 0.51), contribuyendo inequívocamente a la EO. En la Figura 17 se muestran las relaciones propuestas entre los constructos y los valores de sus coeficientes

de trayectoria. Como resultado de la investigación, desde el análisis de la teoría y la prueba empírica, se encontró un apoyo firme de la noción de que las empresas pueden poseer una predisposición para efectividad organizacional a través del desarrollo de capacidades organizacionales distintivas como la CIC y la CPC.

Figura 17 Modelo estructural de Gold et al. (2001) de capacidades vinculadas al conocimiento y de la efectividad organizacional

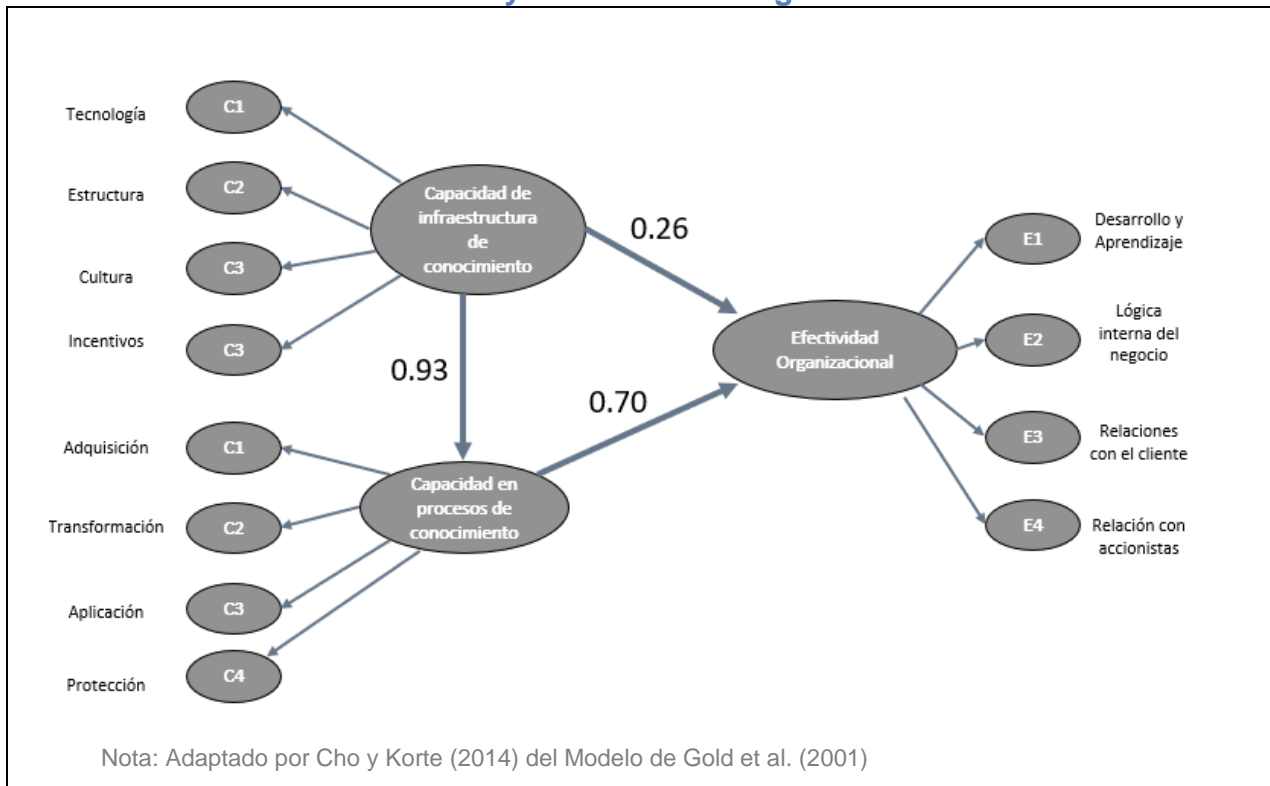


Posteriormente, Cho y Korte (2014) en un estudio de empresas privadas coreanas pertenecientes al grupo de 200 empresas principales del índice bursátil de ese país, hacen una extensión del modelo de Gold et al. (2001) al agregar la variable de incentivos, al constructo de capacidad de infraestructura en conocimiento. En su modelo, validan la mediación de los procesos de conocimiento respecto a la capacidad de infraestructura basada en conocimiento. Se observa que modifican el modelo de Gold et al. (2001), al cambiar el sentido de las variables formativas a reflectivas en los constructos de las capacidades de infraestructura y de procesos basados en conocimiento.

En este modelo al constructo de efectividad organizacional los autores lo descomponen en forma reflectiva en las cuatro variables (vistas) del modelo de cuadro de

mando integral (*balanced scorecard*)¹ (Kaplan y Norton, 1992) consistentes de desarrollo y aprendizaje, lógica interna del negocio, relaciones con los clientes, y relación con los accionistas. Entre sus hallazgos se encuentra la relación mediadora de los procesos de conocimiento en la relación entre la infraestructura de conocimiento y los cuatro aspectos del modelo de cuadro de mando integral, esto a partir de los valores de los coeficientes de trayectoria (véase la Figura 18).

Figura 18. Modelo estructural de Cho y Korte (2014). Relación mediadora de la capacidad de procesos de conocimiento, en la relación entre la capacidad de infraestructura de conocimiento y la efectividad organizacional

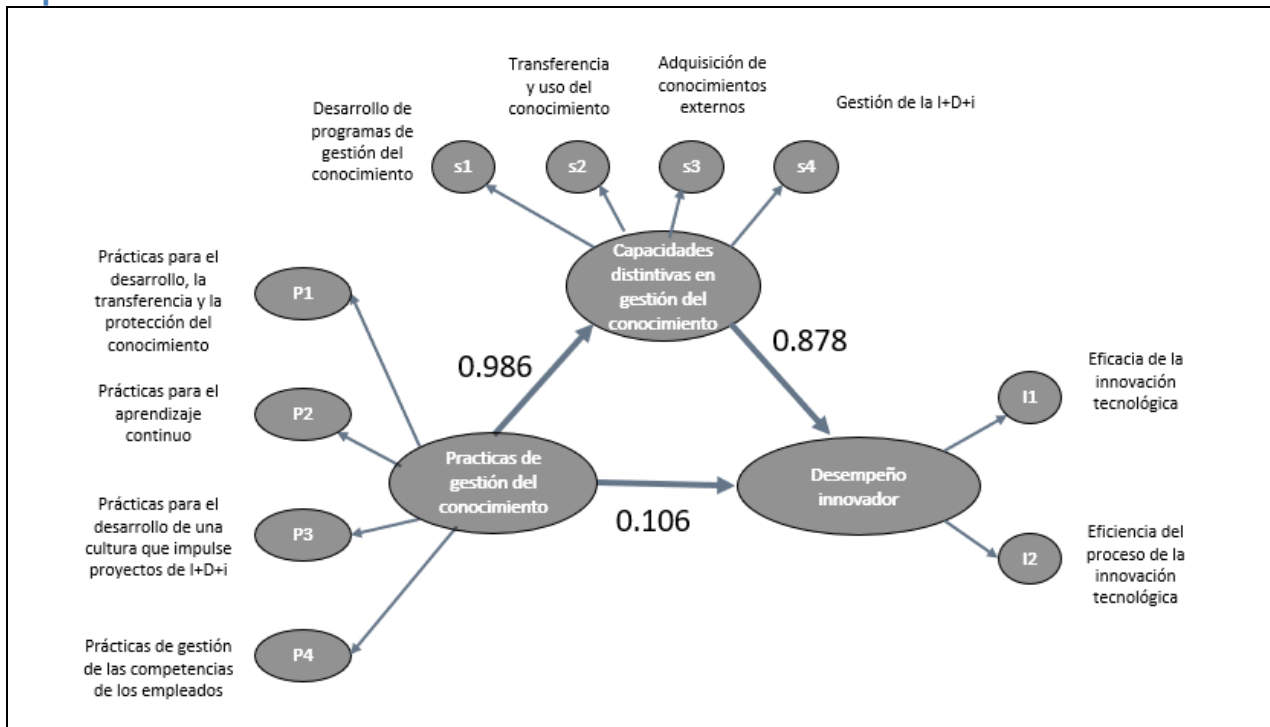


Entre los autores que han analizado el papel mediador de las capacidades de la firma como mediadores entre la administración del conocimiento y el desempeño innovador se encuentran Alegre (2004) y quien en su estudio de empresas de alta tecnología española, propone un modelo basado en ecuaciones estructurales. En este modelo se determina el efecto mediador de las capacidades distintivas en gestión del conocimiento (CDGC)

¹ El cuadro de mando integral o en inglés *balanced scorecard*, es una herramienta de gestión que permite a los gerentes observar a la empresa desde cuatro vistas: del cliente; de los accionistas; de la lógica interna del negocio; y del aprendizaje y la innovación. Fue presentado por Kaplan y Norton (1992).

respecto a las prácticas de gestión del conocimiento (PGC) y el desempeño innovador (DI). Esta mediación se refleja en el valor de los coeficientes de las trayectorias entre los constructos; siendo muy poco significativa entre las PGC y el DI (de 0.106); muy significativa entre las PGC y las CDGC (De 0.986); y también muy significativa entre la CDGC y el DI (0.878) (véase la Figura 19)

Figura 19. Modelo estructural de Alegre (2004). Relación mediadora de las capacidades distintivas en gestión del conocimiento respecto a las prácticas de gestión del conocimiento y el desempeño innovador en la industria de biotecnología española.



Una búsqueda más detallada de investigaciones que tienen como área de estudio las organizaciones de desarrollo de software, regresan los siguientes referentes teóricos: Eldridge y Navarro (2008) examinan los vínculos entre el aprendizaje organizacional y el uso de tecnologías web y su impacto en la respuesta del cliente, con un modelo basado en ecuaciones estructurales: validado por el análisis factorial, en 130 PYME del sector de las comunicaciones en España. Los hallazgos de este estudio sugieren que, aunque las tecnologías web ayudan a las PYME a ofrecer un servicio más competitivo con demasiado énfasis en la tecnología, pero sin incorporar el proceso de aprendizaje podría fácilmente resultar en un sistema fallido. Zapata-Roldan (2017) en su trabajo *Design Capabilities in*

Software Innovation Settings proponen un modelo del ciclo de desarrollo para la industria del software, este modelo considera las capacidades de diseño en entornos de innovación del software; las capacidades son agrupadas en tres dimensiones: organizacionales (humanas y de estrategia), estructurales (de tecnología y de administración del conocimiento) y relacionales (de asociación y transferencia).

6.2 Consideraciones teóricas para elaborar un modelo de administración del conocimiento

En este apartado se realiza una revisión de las críticas que han tenido los modelos de gestión del conocimiento, y como la consideración de capacidades tecnológicas distintivas es un factor importante para la realización de un modelo de administración del conocimiento.

Hislop (2009), respecto al modelo de gestión del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999), establece tres desventajas: en primer lugar, sostiene que la evidencia empírica que apoya la teoría no es convincente, en segundo lugar, que el modelo tiene problemas conceptuales y, en tercer lugar, que su aplicabilidad universal es limitada ya que sólo es relevante para las empresas que utilizan prácticas comerciales japonesas. Al respecto también Bratianu (2010) resuelve que la espiral de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999) pasa secuencialmente a través de procesos individuales y procesos organizacionales de manera determinista, aunque la dinámica del conocimiento no es un proceso físico basado en leyes deterministas. Entre otras críticas hacia los modelos de gestión del conocimiento se encuentran las siguientes: su manejo separado de los mecanismos y procesos de aprendizaje (Hislop, 2009), el manejo de la tecnología de la información sin considerar el papel de la barreras culturales y del cambio organizacional (Gold et al., 2001; Tiwana, 2000).

Se propone que un modelo de administración del conocimiento puede superar las críticas asociadas a la gestión del conocimiento. Este modelo sugiere incorporar constructos organizacionales, como son las relaciones con las comunidades de práctica (Hislop, 2009), el liderazgo (Hislop, 2009; Nguyen y Mohamed, 2011) y la formación de redes internas de conocimiento (Cárdenas, 2016). Factores como el rol de la tecnología (Davenport y Prusak, 2001; Hislop, 2009) (sin considerar el software), relaciones entre el

poder y la legitimidad del conocimiento (Hislop, 2009) se consideran con poco efecto, dado el contexto del funcionamiento rígido de una organización pública. Estos elementos conforman una infraestructura basada en capacidades tecnológicas que puede estar mediada por el modelo SECI de gestión del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999) y cuyas dimensiones han sido estudiadas en diversos países en unidades de análisis diversas, como son equipos de desarrollo de software (Shongwe, 2013), grupos de aprendizaje virtual (Chatti et al., 2007; Hosseini, 2011), redes de innovación y conocimiento (Pinto, 2007), grupos de desarrollo ágil y de administración de proyectos (Bider y Jalali, 2016; Tizkar y Abdul, 2018) e incluso en organizaciones no gubernamentales (Kaya y Dey, 2016).

Se considera que un enfoque más abierto y holístico, con referencia a los enfoques de gestión del conocimiento y capacidades tecnológicas, puede ofrecer una visión más analítica, convergente y no determinista del conocimiento organizacional. Este trabajo propone además proporcionar evidencia empírica de la relación entre la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas distintivas al software en las ADeSAU de una macrouniversidad. Por tanto, la administración del conocimiento es un área de conocimiento de estudio en las organizaciones, sin importar si tienen un fin pecuniario o público. Finalmente, un estudio en unidades intensivas en conocimiento —donde se da una interacción con la atención administrativa, donde confluyen entre personas, procesos y tecnologías—, puede proponer un modelo que vincule a las capacidades tecnológicas distintivas al software y de gestión del conocimiento. Este modelo es adecuado para cubrir las brechas del conocimiento respecto de las áreas que desarrollan software para la administración universitaria y a los resultados que ofrecen en forma de innovación pública en una macrouniversidad.

Señalando el rol de las universidades y por ende, de las macrouniversidades, en la sociedad del conocimiento, éste es indiscutiblemente diferente del de la firma, cuyo fin principal es a la cuestión económica del conocimiento a través de la obtención de rentas. En las instituciones de educación superior, pero sobre todo las que tienen carácter público, el valor del conocimiento se vuelve social, se vincula a la cultura como contrapeso a la deshumanización ligada a la mercantilización y el utilitarismo (Brunner, 2014; Didriksson, 2014; Rojas, 2009). De esta forma las funciones sustantivas de una universidad adquieren

sentido social y humanístico, se relacionan por tanto a la formación de profesionales, la realización de investigación de frontera, la cultura y las labores de vinculación (Hernández et al., 2015).

Hablando particularmente de Latinoamérica, el reto de las macrouniversidades es mayor; éstas se materializan como instituciones creadas para la resolución de las desigualdades sociales, y para el fomento del desarrollo económico, social, cultural y por ende, idóneas para la evolución de la sociedad del conocimiento en esta región (Didriksson, 2014). La universidad pública latinoamericana requiere hacer frente a la tensión encarnada entre el centro y la periferia a nivel mundial (Altbach, 2003), su objetivo debe ser permitir el avance y uso del conocimiento y enfrentar a la dependencia del conocimiento que sujeta desde el norte a los países de desarrollo tardío. Esta tarea no es sencilla, por lo que las macrouniversidades se establecen como grandes instituciones de educación superior con el acceso a los recursos nacionales, humanos, materiales y financieros, que generan nuevo conocimiento, y a su vez gestionan la continua dependencia de conocimientos importados y manejados desde el “centro” y sus consecuentes desafíos; Arocena y Sutz (2016) identifican para las universidades latinoamericanas los retos de la masificación, el acceso a recursos y la “*marketización [sic]*”, retos que indiscutiblemente se acentúan para las macrouniversidades.

Así, en resumen, desde la visión de las macrouniversidades, éstas pueden desarrollar capacidades para elaborar modelos de producción y transferencia de conocimientos y aprendizajes para incrustarse exitosamente en las sociedades del conocimiento y seguir manteniendo sus labores sustantivas y continuar con el fin principal de formar a los profesionistas e investigadores que den soluciones a los problemas nacionales. Se propone que identificar los sistemas y subsistemas internos de las macrouniversidades —específicamente para la presente investigación en el desarrollo de software—, identificar sus capacidades en relación con la administración del conocimiento, y el impacto en la innovación —de tipo administrativa, dadas las unidades de análisis— puede dar lineamientos estratégicos, para que las macrouniversidades mejoren no sólo la realización de sus funciones sustantivas, sino que también influyan e impacten en la mejora y el acortamiento de las desigualdades sociales y de las brechas del conocimiento.

6.2.1 Relación directa entre capacidades tecnológicas y gestión del conocimiento

El efecto directo de las capacidades tecnológicas en la gestión del conocimiento se encuentra en varios estudios organizacionales con relación a las capacidades distintivas.

El efecto de las capacidades de absorción en la gestión del conocimiento en la industria del software ha sido estudiado por Matusik y Heeley (2005) y con una visión a la industria mexicana por Sampedro (2011).

Por otra parte Hitt, Ireland y Lee (2000) refieren que la habilidad de gestionar el conocimiento dentro de la firma depende del compromiso continuo con el aprendizaje, especialmente tecnológico cuando hay un entorno cambiante y competido. Noh, Kim y Jang (2014) establecen la importancia del aprendizaje como precedente a la gestión del conocimiento. Yu, Zhang y Shen (2017) en un trabajo relacionado a las capacidades tecnológicas en pequeña y mediana empresa, postulan a partir del trabajo del aprendizaje organizacional de March (1991) que la implementación de la gestión del conocimiento depende de la comprensión y participación de los departamentos de la organización a través del aprendizaje resultado de la exploración y explotación (que se aplica al aprendizaje tecnológico).

Entre los factores organizacionales relacionados a la gestión del conocimiento se estable el liderazgo transformacional particularmente orientado al conocimiento (Donate y Guadamillas, 2011; Valaei, Nikhashemi y Javan, 2017). Nguyen y Mohamed (2011) establecen que el liderazgo tanto transformacional como transaccional son positivamente relacionado a las prácticas de gestión del conocimiento. El liderazgo orientado al conocimiento es de suma importancia para la innovación organizacional en la ejecución de iniciativas vinculadas a la gestión del conocimiento (Donate y Sánchez de Pablo, 2015).

En relación con las comunidades de práctica, las organizaciones necesitan desplegar la gestión del conocimiento para animar a los integrantes a compartir conocimiento para mantener la creatividad y la permanencia en el mercado (Amin y Roberts, 2008; Huang, Wei y Chang, 2007). Los grupos que son afines al uso de la tecnología en sus actividades diarias, pueden utilizar esta como un apalancamiento en la gestión del conocimiento para que las comunidades de práctica resuelvan en conjunto problemas y planteamientos relacionados a sus actividades laborales (McAndrew, Glow, Taylor y Aczel, 2004).

La gestión del conocimiento puede mejorarse si se identifican los cuellos de botella relacionados y se analizan el papel y la forma en que fluye a través de las redes del conocimiento de la organización a través de las relaciones entre los actores principales, incluyendo sus roles, nivel de *expertise* y su área específica de conocimiento (Helms y Buijsrogge, 2005). Asimismo la gestión del conocimiento en la organización se vincula a compartir el conocimiento que se genera al interior de la organización o que puede ser traído de fuentes externas como lo establecen Addicott, McGivern y Ferlie (2006) en redes del sector de la salud pública.

6.2.2 Relación directa entre capacidades tecnológicas e innovación

El estudio de las capacidades organizacionales, esencialmente las que tienen un sentido dinámico a través de la coordinación de los recursos, se han vinculado a los resultados referentes a la innovación (Teece, Pisano y Shuen, 1997). Estudios en el ámbito latinoamericano en este sentido se aprecian en los estudios de Bell y Pavitt (1993), Figueiredo (2002), Dutrénit y Vera-Cruz (2005) y Melgoza y Álvarez (2012).

En la industria del software, también se ha investigado la relación entre de capacidades organizacionales y la innovación. Ethiraj et al. (2005) sugieren que las capacidades organizacionales en la industria del software, a la vez que son dinámicas y por ende involucran el despliegue de recursos, son fundamentales en la búsqueda de rentas y la innovación. Por su parte Edmondson y Nembhard (2009) presuponen la importancia de las capacidades distintivas para que las organizaciones de desarrollo de nuevos productos (incluyendo al software) tengan un desempeño sobresaliente.

En el ámbito latinoamericano, investigaciones que relacionan las capacidades tecnológicas y su impacto en la innovación en la industria del software en Costa Rica es planteado en un estudio empírico por Vargas (2012). A su vez Sampedro (2011) señala que la dimensión clave para la innovación en esa industria es el desarrollo de habilidades para gestionar complementos tecnológicos vinculados a las aplicaciones de software.

6.2.3 Relación directa entre gestión del conocimiento e innovación

La innovación se caracteriza a menudo como un proceso resultante de la creación de conocimiento (Abernathy y Clark, 1985). Para Nonaka (1991) y Nonaka y Takeuchi (1999,

2000) la empresa creadora de conocimiento tiene como propósito la innovación continua. Davenport y Prusak (2001) presentan resultados de la innovación en varias empresas asociados a la gestión del conocimiento. El trabajo empírico de Darroch (2005) respalda la opinión de que las empresas con capacidad de gestión del conocimiento utilizarán los recursos de forma más eficiente y, por lo tanto, serán más innovadoras y tendrán un mejor rendimiento. Hislop (2009) por su parte, ya sea en el desarrollo de un nuevo producto o transformando las prácticas de trabajo de una organización, la innovación tiene que ver con ir más allá de los ámbitos del conocimiento existente y desarrollar nuevos conocimientos y percepciones que resultan en beneficios para la organización.

6.3 Conformación de un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU de una Macrouniversidad

La línea de argumentación del modelo se soporta en la hipótesis propuesta, en sentido de que la administración del conocimiento en las organizaciones requiere de capacidades, tanto tecnológicas como de gestión del conocimiento para tener un impacto en los resultados buscados, en este caso la innovación.

En 2001 Gold, Malhotra y Segars, basándose principalmente en los trabajos científicos relacionados a la gestión del conocimiento, capacidades de la organización, aprendizaje y cambio organizacional, etc. publicaron en el artículo *Knowledge management: an organizational capabilities perspective*². Este trabajo ha sido ampliamente citado³ en artículos científicos que examinan la interacción entre tecnología, la estructura y cultura organizacional. Cabe mencionar que el artículo de Gold et al. (2001) establece que la conformación de una organización que se encuentra asentada en insumos y productos de conocimiento no es simple, por consiguiente, son requeridas 'precondiciones' o capacidades organizacionales, apoyadas en una infraestructura y procesos de conocimiento organizacional soportados en infraestructuras de tecnología, estructura y cultura, con el fin de obtener un impacto positivo en la efectividad organizacional. Se

² Gestión del conocimiento: una perspectiva de las capacidades de la organización.

³ En consultas realizadas a la base de datos especializada *Web of Science* en agosto de 2019, se encontraron. 1352 citaciones en artículos científicos.

considera que el estudio es básico para justificar la vinculación entre capacidades de la organización, conocimiento e innovación.

Complementariamente, para justificar las relaciones propuestas, se encuentra que las prácticas de la gestión del conocimiento en varios estudios se considera como mediadora respecto a las capacidades de la organización (Alegre, 2004; Cho y Korte, 2014; Gold et al., 2001; Zheng et al., 2010) y en sí, tanto las prácticas de gestión del conocimiento como las capacidades de la empresa tienen relación directa con la innovación (Alegre, 2004; Nonaka y Takeuchi, 2000).

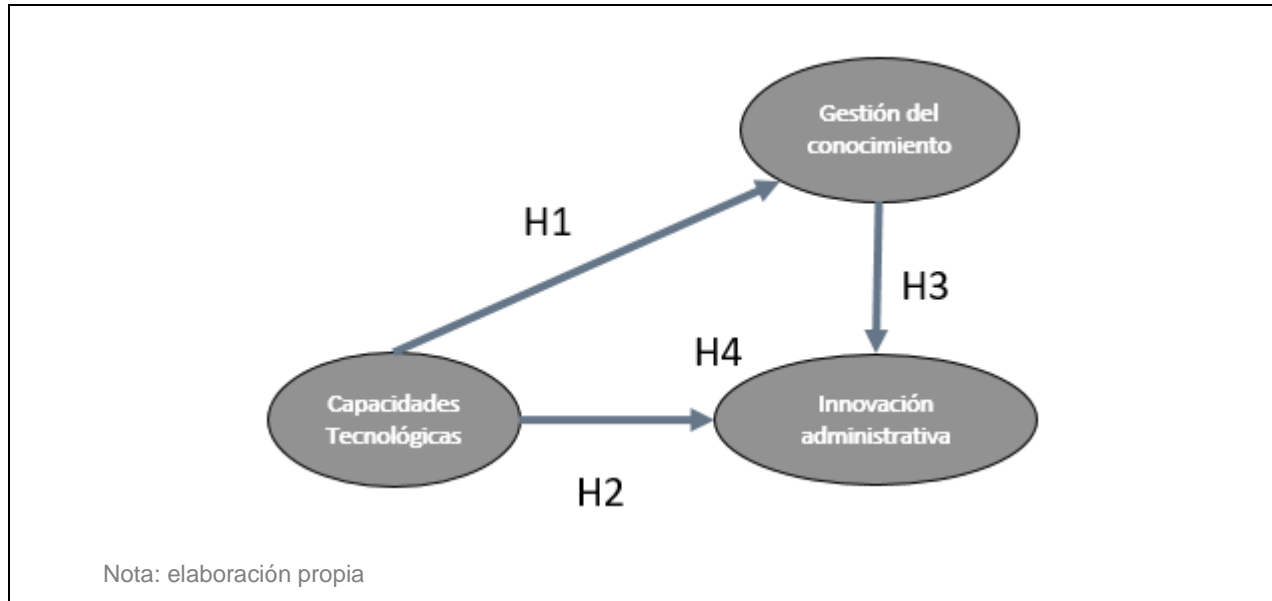
En la consolidación del término de la administración del conocimiento (AC) y de la propuesta de un modelado, se considera para el presente trabajo a la AC como el área de la Ciencias de la Administración que tiene por objeto el estudio de la transferencia del conocimiento en las organizaciones. En el presente estudio también se presenta a la AC como la necesidad de la organización para utilizar las prácticas de la gestión del conocimiento organizacional como mediadora de las capacidades tecnológicas que son distintivas de las ADeSAU de una macrouniversidad, referidas a absorción de conocimiento, aprendizaje tecnológico, el de liderazgo orientado al conocimiento, las comunidades de práctica y la conformación de redes de conocimiento y colaboración, con una repercusión de innovación y mejora del desempeño organizacional como componentes de valor social.

En representación de un modelo de administración del conocimiento para las ADeSAU, se eligió el modelado de ecuaciones estructurales con mínimos parciales ordinarios (PLS-SEM, de sus siglas en inglés) por la aceptación que ha tenido en la elaboración de modelos semejantes, en el sentido que permite el estudio de relaciones entre variables a partir de una serie de ecuaciones lineales, con tamaño de población de decenas de personas, como las que conforman las ADeSAU en una macrouniversidad.

Una de las ventajas de la técnica PLS-SEM es que puede utilizarse para crear modelos predictivos más complejos o de segundo orden, también conocidos como *higher-order constructs* o constructos multidimensionales o modelos jerárquicos de variables (componentes) latentes, de los cuales se deben tomar en cuenta consideraciones para su modelación reflectiva-formativa (Duarte y Amaro, 2018).

El modelo de primer orden se muestra en la Figura 20. Se establece que las capacidades tecnológicas tienen un efecto directo sobre las prácticas organizacionales basadas en el Modelo SECI y la innovación pública con relación a las ADeSAU mientras que a la vez las capacidades tecnológicas son mediadas o tienen un efecto indirecto a través de las prácticas del Modelo SECI. Estas relaciones dan lugar a las hipótesis causales del modelo.

Figura 20 Modelo estructural de primer orden de las ADeSAU en una macrouniversidad



6.3.1 Hipótesis causales del modelo interno

Se tienen tres hipótesis causales relacionadas con los constructos de capacidades tecnológicas distintivas, prácticas de gestión del conocimiento e innovación y una final enfocada a las variables latentes principales:

H1: El desarrollo de capacidades tecnológicas distintivas en las ADeSAU de una macrouniversidad tiene un efecto directo positivo con el desarrollo de prácticas de la gestión del conocimiento.

H2: El desarrollo de capacidades tecnológicas distintivas en las ADeSAU en una macrouniversidad tiene un efecto directo positivo en la innovación pública.

H3: El uso de prácticas de gestión del conocimiento en las ADeSAU de una macrouniversidad tiene un efecto directo positivo en la innovación pública debida al desarrollo de software.

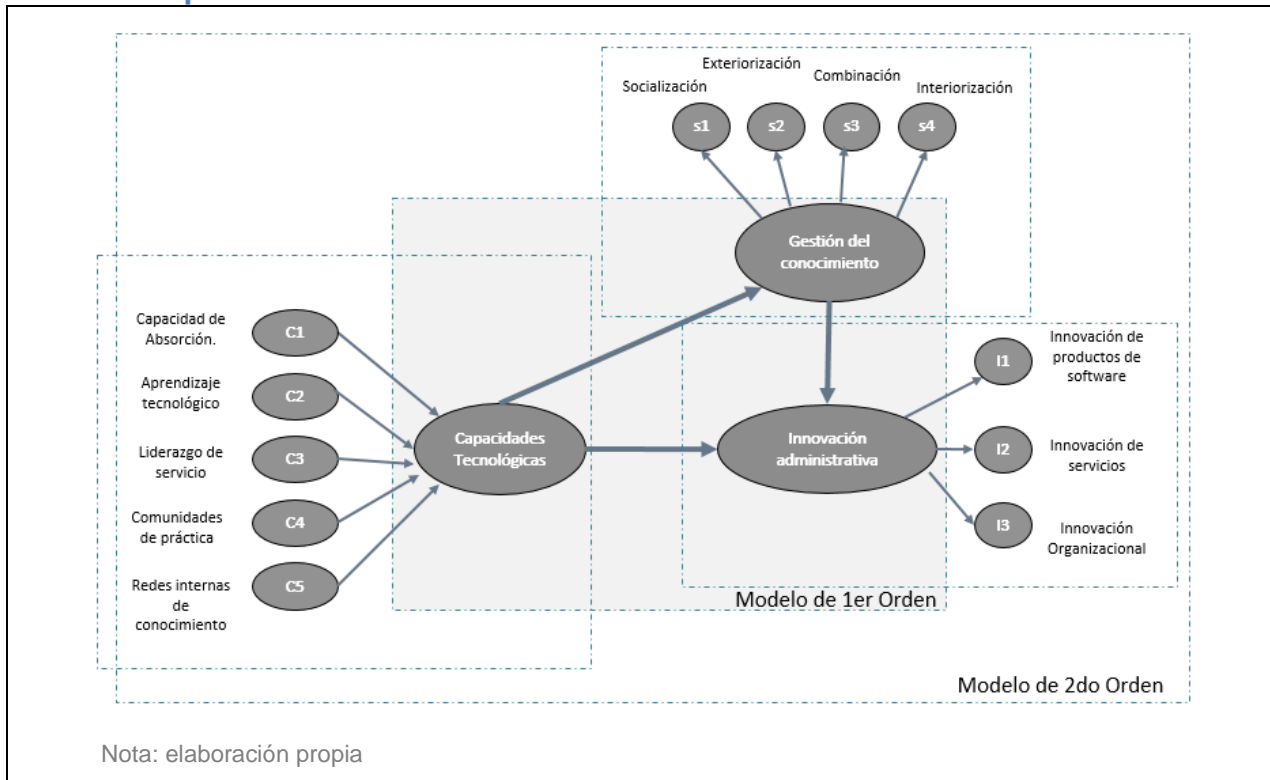
La cuarta hipótesis busca la determinación de las capacidades tecnológicas identificadas como distintivas y las prácticas de gestión del conocimiento en la organización como capacidades dinámicas relacionadas a la innovación pública que se puede vincular a las ADeSAU en una macrouniversidad.

H4: La utilización de las prácticas de la gestión del conocimiento como variable mediadora, contribuye a explicar la relación entre las capacidades tecnológicas y la innovación pública vinculada a las ADeSAU de una macrouniversidad.

6.3.2 Hipótesis causales complementarias del modelo de segundo orden

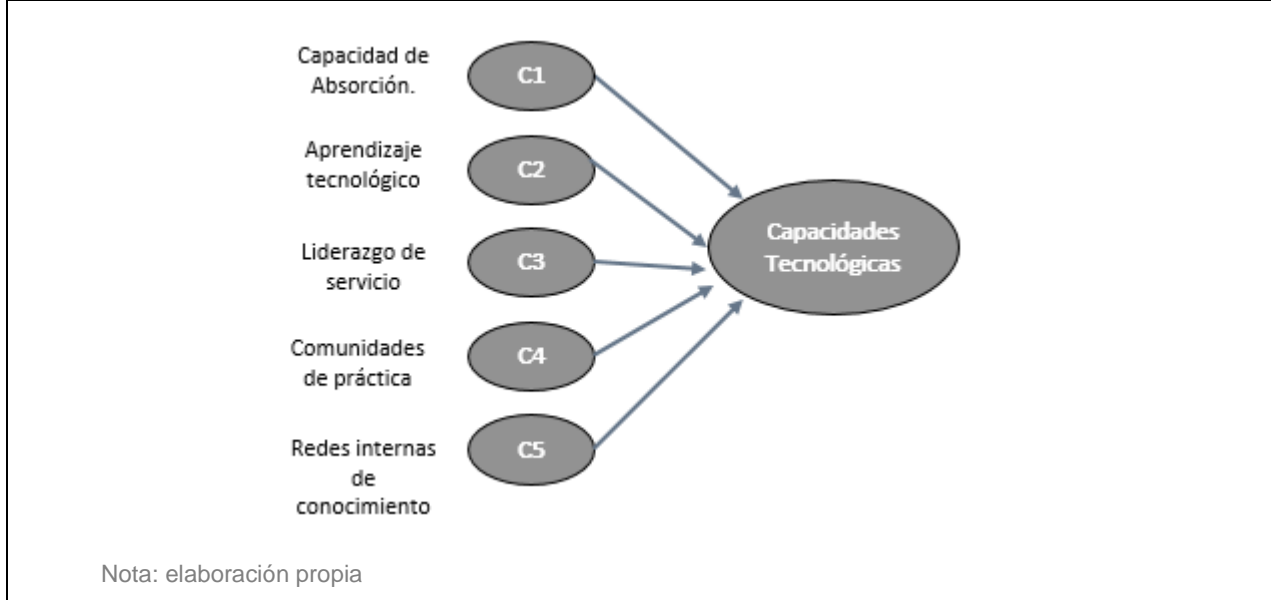
Los constructos de capacidades tecnológicas, las prácticas basadas en el modelo SECI y las innovación pública por el desarrollo de software son, desde la terminología PLS, variables no observables que conforman un modelo que al extenderse se generalizan en uno de segundo orden (Duarte y Amaro, 2018) — véase la Figura 21— que a su vez requiere la comprobación de las escalas de medición a partir de la dimensionalidad del concepto, y la comprobación a partir de la confiabilidad y validez de la escala (Alegre, 2004).

Figura 21 Modelo de segundo orden de la administración del conocimiento para la innovación pública vinculado a las ADeSAU



La primera hipótesis conceptual se refiere a las dimensiones que conforman el constructo de capacidades tecnológicas (véase la Figura 22). La relación gráfica de la segunda y tercera hipótesis se muestran en la Figura 23 y Figura 24.

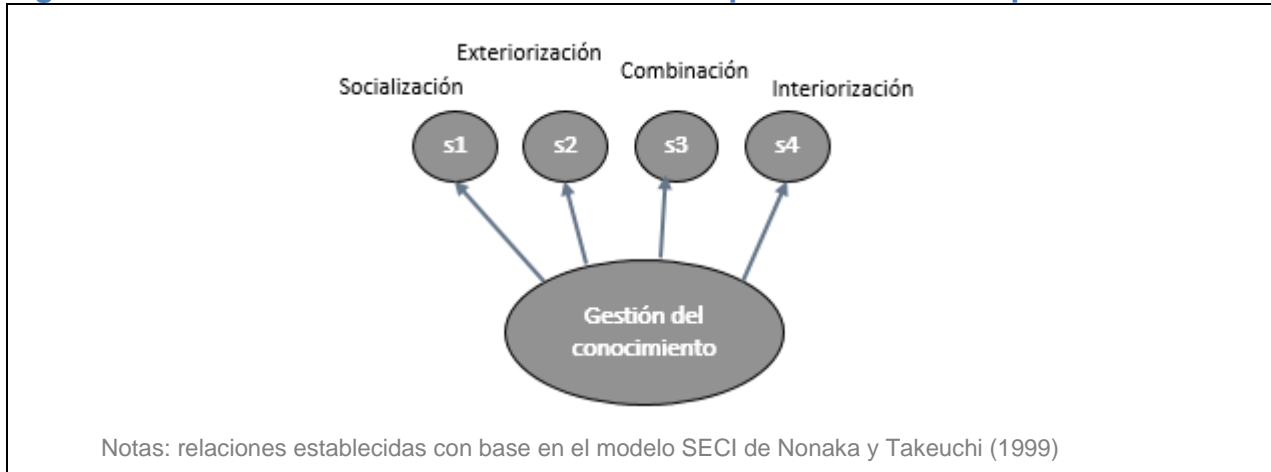
Figura 22 Relación entre las variables latentes que conforman las capacidades tecnológicas



Las hipótesis de coherencia conceptual son mostradas a continuación:

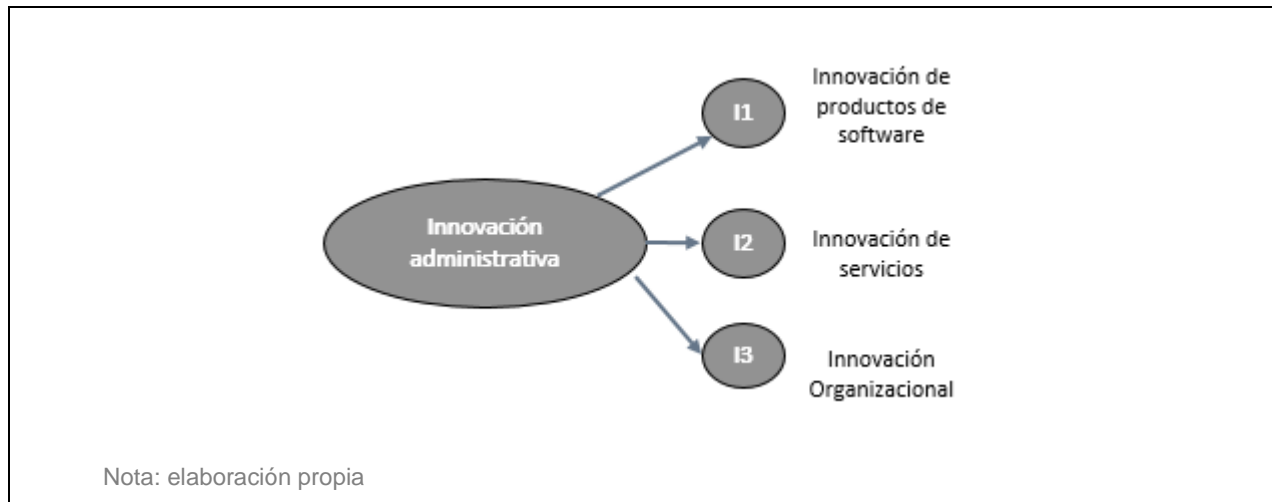
H5: Las capacidades tecnológicas para las ADeSAU en una macrouniversidad están relacionadas positivamente con las dimensiones de capacidad de absorción, aprendizaje tecnológico, liderazgo en dirección de software, la pertenencia a redes de colaboración y la conformación de comunidades de práctica.

Figura 23 Relación entre las variables latentes que conforman las prácticas



H6: Las prácticas de gestión del conocimiento en la organización están relacionadas de forma positiva con las dimensiones: socialización, exteriorización, combinación e internalización.

Figura 24 Relación entre las variables latentes que conforman la innovación pública con relación a las ADeSAU



H7: La innovación pública en una macrouniversidad está relacionada de manera positiva con las dimensiones de innovación en producto, innovación en servicios e innovación organizacional.

6.3.3 Operacionalización de variables

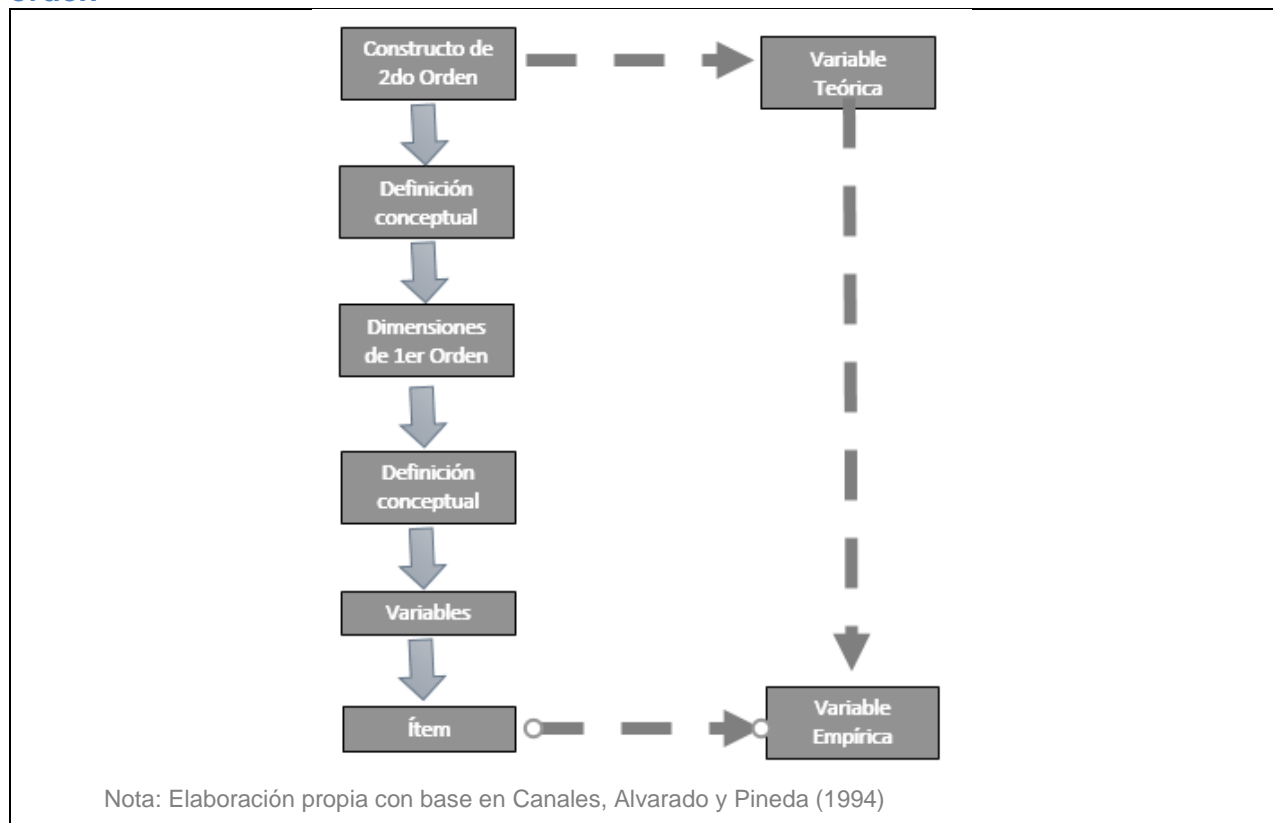
Una vez que el modelo ha sido conceptualizado, la etapa siguiente consiste en elaborar la operacionalización con el fin de llevarlo a un instrumento que permita la confirmación empírica (Vilalta, 2016). Los constructos son conceptos de características teóricas, abstracciones que no pueden ser observadas directamente sino por medio de sus manifestaciones, así que son considerados variables latentes.

Respecto a la operacionalización, Canales, Alvarado y Pineda (1994) distinguen que el grado de complejidad de los constructos a su vez puede exigir su descomposición en dimensiones, con el fin de ir transformando las abstracciones en variables que reflejen los fenómenos observables y medibles por medio de la operacionalización. Esto da lugar a la elaboración de un modelo de segundo orden.

Para adecuar esta propuesta de modelo de segundo orden, se propone que los constructos se definan conceptualmente y se descompongan en dimensiones de primer orden, lo que a su vez requieren de su definición y posterior descomposición en variables. Esto nos permite acceder a las variables que pueden reflejar los ítems observables y que pueden plasmarse en el instrumento de medición. Esta operacionalización nos permite realizar el proceso de abstracción de variable teórica a la variable empírica (véase la Figura 25).

Debemos considerar sin embargo que en este proceso se generan términos de error que incluyen a la varianza no explicada. Estos errores ocurren a partir de la diferencia entre el valor verdadero de la variable y el valor observado. El error ocurre por causas sistemáticas o aleatorias. Como nota adicional, en el uso del enfoque PLS-SEM los términos de error sólo se conectan a los constructos endógenos y se constituyen en forma reflectiva (Hair et al., 2016).

Figura 25. Proceso de operacionalización de variables para modelos de segundo orden



La confirmación empírica para esta investigación se apoya en la articulación del modelo por medio de constructos, dimensiones, variables y mediciones. En el modelo de primer orden de la Administración del Conocimiento se han definido los constructos de capacidades tecnológicas, gestión del conocimiento e innovación, de donde se han establecido las dimensiones de cada constructo. En este apartado del trabajo se realiza la operacionalización de cada uno de ellos.

6.3.3.1 Operacionalización de las Capacidades tecnológicas de las ADeSAU

Las capacidades tecnológicas, con relación a las ADeSAU y vistas como una variable latente en terminología de SEM, se separan en las siguientes variables también latentes, capacidad de absorción, aprendizaje tecnológico, liderazgo en desarrollo de software, comunidades de práctica y redes internas de conocimiento y colaboración (Tabla 18).

Tabla 18. Operacionalización del constructo de capacidades tecnológicas

Constructo	Dimensión	Variables
Capacidad tecnológica	Capacidad de absorción	Identificar, asimilar, transforma y explotar nuevos conocimientos y tecnologías del entorno.
	Aprendizaje tecnológico	Alentar al personal a partir del aprendizaje de nuevas tecnologías, la presentación del trabajo individual, la percepción del mejoramiento de los procesos organizacionales a partir del uso de nueva tecnología y la proactividad en sentido técnico.
	Liderazgo orientado al conocimiento	Alinear al grupo a los objetivos organizacionales, identificar la experiencia del equipo, asignar tareas de acuerdo con las habilidades y conocimientos, realizar la reunión de inicio antes del proyecto, fomentar de uso de la tecnología de acuerdo con la visión de la organización, la mejora continua, la auto coordinación y la recuperación de conocimientos al término de los proyectos.
	Comunidad de práctica	Fomentar por la dirección los grupos de discusión, participar en reuniones no formales donde se habla de actividades laborales, realizar reuniones fuera de la oficina para tratar asuntos laborales, y usar herramientas de tecnologías sociales para las comunicaciones laborales.
	Redes de conocimiento y colaboración	Compartir el conocimiento con otras sedes, realizar de reuniones virtuales, eventos inter-sedes, establecer una red formal interna y las asistencias a la misma.

Nota: elaboración propia

6.3.3.2 Operacionalización de las prácticas de gestión del conocimiento de las ADeSAU

El proceso de gestión del conocimiento se basa en las prácticas que pueden obtenerse a partir del Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi (2000) y la revisión realizada por Nonaka y Tokama (2003) donde se incluyen conceptos como la importancia de la creación de espacios de conocimiento. También se consideran los flujos de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1999), el trabajo matricial (Kuprenas, 2003) y la determinación de las habilidades para observar conexiones y establecer el sentido entre las ideas y los conceptos como capacidad organizacional (Chatti et al., 2007). Las dimensiones son las referidas al modelo SECI y son: socialización, exteriorización, combinación e internalización que a continuación se conceptúan en la Tabla 19.

Tabla 19. Operacionalización de la gestión del conocimiento

Constructo	Dimensión	Variables
Gestión del conocimiento	Socialización	Compartir el conocimiento individual en experiencias compartidas, por medio de la explicación, observación, imitación y la práctica.
	Exteriorización	Compartir experiencias en equipos de trabajo a partir de la utilización de metáforas, analogías, conceptos, modelos para el plasmado en diagramas, mapas mentales, plantillas y procesos
	Combinación	Sintetizar la información de los departamentos de la organización en un producto de conocimiento para su diseminación entre los miembros de la organización
	Internalización	Reinterpretar el conocimiento socializado, exteriorizado, combinado y la formulación de nuevas disertaciones de acción a partir de la práctica y la inferencia de impacto en el ambiente

Nota: elaboración propia

6.3.3.3 Operacionalización de la innovación pública relacionada con el desarrollo de software en una macrouniversidad

Se propone que un modelo de gestión del conocimiento y capacidades debe desembocar en un resultado significativo para la organización, en este caso el fenómeno de la innovación en la administración debida al desarrollo de software en una macrouniversidad. El fenómeno de la innovación en áreas que desarrollan software para

una macrouniversidad está sujeta a los determinantes de la innovación en la organización pública y por lo tanto puede darse en tres tipos: de los propios productos de software, de los servicios que pueden automatizar y de la modificación de la estructura de la organización (Damanpour et al., 2009; Jasso y Marquina, 2013; OECD, 2005; Sundbo y Gallouj, 2000). La operacionalización se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20. Operacionalización de la Innovación pública

Constructo	Dimensión	Variables
Innovación pública	Innovación de producto	Valor agregado para la organización en función del software elaborado, la modificación o adaptación de las herramientas de código abierto, la sustitución de productos comerciales, el desarrollo de productos para implementar nuevos procesos.
	Innovación de servicios	Incorporar nuevos productos de software: descentralización de los procesos administrativos, simplificación de trámites.
	Innovación organizacional	Modificar rutinas a partir de la utilización del producto de software y los servicios relacionados, el establecimiento de nuevos roles o departamentos.

Nota: elaboración propia

6.4 Implementación del instrumento de medición

Churchill (1979) indica que a partir de la especificación del constructo, la generación de ítems de prueba, la recuperación inicial de datos y la limpieza de la medición ya es posible pasar a la recuperación de datos como paso previo a evaluar la validez. En este apartado se refiere la población objetivo y la determinación de los parámetros requeridos para la validación.

6.4.1 Población de las ADeSAU en la UNAM

Las unidades de análisis (que se refieren como ADeSAU) se caracterizan por construir sus propias aplicaciones de software, asimilando tecnología informática y diseñando procesos, que se vinculan a la sistematización de las actividades de la gestión universitaria. Se relacionan con las áreas de la atención administrativa en la UNAM, que utilizan los productos de software, siguen los procedimientos y modifican su cultura

organizacional para realizar sus actividades. Las áreas que conforman las ADeSAU, y el número de personas que desarrollan software son mostradas en la Tabla 21.

Tabla 21. Dependencias del subsistema administrativo universitario y sus áreas que desarrollan software para la administración universitaria

Dependencia Universitaria	Áreas que Desarrollan Software para la Administración Universitaria	No. desarrolladores de software
Dirección General de Personal (Dirección de Sistemas en tres Subdirecciones de desarrollo de Software).	Subdirección de Desarrollo	
	Departamento de Apoyo Interno, Departamento de Apoyo a los Programas de Capacitación, Departamento de Base de Datos y Servicios Web, Departamento de Gestión de Proyectos de Software, Departamento de Proyectos y Departamento de Sistemas del Personal	26
	Subdirección de Nómina	
	Departamento de Sistemas e Información, Departamento de Procesos Nominales y Departamento de Soporte y Seguridad	8
	Subdirección de Técnica	
	Departamento de Diseño y Soluciones, Departamento de Tecnologías de la Información y Departamento de Seguridad Informática	6
Dirección General de Presupuesto	Coordinación de Informática y Coordinación de Desarrollo de Sistemas	6
Dirección General de Servicios Administrativos (Dirección de Sistemas⁴)	Subdirección de Desarrollo	3
	Departamento de Base de datos y	2
	Departamento de Tecnologías de la Información	2
Dirección General de Obras y Conservación	Coordinación de Informática	3
Dirección General de Proveduría	Coordinación de Desarrollo Tecnológico	2
Total de personas		58

Nota: Elaboración propia a partir de información recabada en las áreas que desarrollan software para la administración en la UNAM. Datos al mes de agosto de 2019

⁴ Véase: <http://www.dgsa.unam.mx/site/organigrama.html>

6.4.2 Tamaño requerido de las observaciones

Respecto al tamaño muestral, Hair et al. (2016) proporciona referencias que PLS-SEM alcanza altos niveles de potencia estadística con pequeños tamaños muestrales; adicionalmente, el uso de este método de investigación también puede ser utilizado cuando una población pequeña restringe el tamaño de la muestra (Hair et al., 2018).

A sugerencia de Hair et al. (2016), dado que en la prueba de hipótesis⁵ hay una posibilidad de que se llegue a una conclusión incorrecta, se sugiere que el tamaño de las observaciones se determine a partir de la utilización del programa estadístico G*Power (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2019). En este software se determinó del valor alfa en 0.05 para evitar el error de tipo I⁶ y un poder estadístico (uno menos beta) de 0.80, esto para evitar la ocurrencia del error tipo II⁷. El software utiliza una prueba F de Fisher o de análisis de la varianza para determinar el valor F crítico para la combinación entre el número de muestras y el tamaño de la muestra. El programa al ser alimentado con los valores nos da un tamaño requerido de 56 encuestados con un tamaño del efecto (f^2)⁸ de 0.185 (véase la Figura 26) que puede considerarse como mediano.

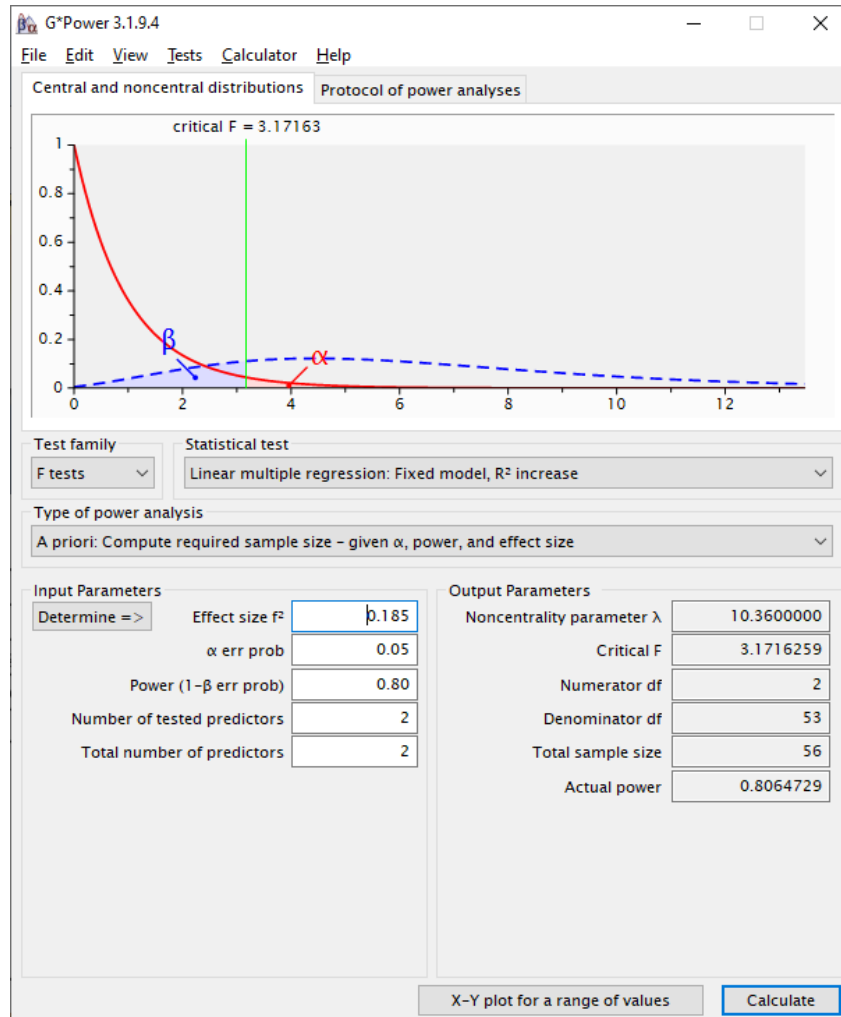
⁵ Cuando se realiza una prueba estadística de hipótesis se deben evitar el error tipo I y el error tipo II y los valores se determinan de acuerdo con el nivel de significancia (α) y el poder estadístico (β).

⁶ El error tipo I resulta de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera (Vilalta, 2016) y con un nivel de significancia de probabilidad igual a α .

⁷ El error tipo II resulta de mantener la hipótesis nula, cuando esta es falsa (Vilalta, 2016) y con un poder estadístico de probabilidad igual a $1 - \beta$.

⁸ El tamaño del efecto (Cohen, 1988) indica el grado en que el fenómeno de estudio está presente en la población o el grado en que la hipótesis nula es falsa. Los tamaños del efecto en el indicador f^2 se pueden considerar de acuerdo con los valores 0.02, 0.15 y 0.35 respectivamente pequeño, mediano y grande (J. F. Hair et al., 2016).

Figura 26. Determinación del número requerido de encuestados para el uso de PLS-SEM



6.4.3 Recopilación de datos

La recopilación de datos se realizó utilizando un formato elaborado en Google Forms (Figura 27). Las prácticas diarias de las ADeSAU involucran el desarrollo de aplicaciones sobre la red internet, por esa razón este formato es adecuado. La ventaja de utilizar esta herramienta es que permite el uso de escalas tipo Likert (Figura 28) y con la colaboración del encuestado, las respuestas no válidas o nulas no son aceptadas, lo que disminuye el margen de no respuesta y evita los valores perdidos.

Figura 27. Uso de *Google Forms* para la elaboración del instrumento de recopilación de datos

The image shows a web browser window displaying a Google Form. The browser's address bar shows the URL: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdyRAPmToApNItEx966...>. The form's title is "Administración del conocimiento en función de las capacidades tecnológicas y de creación del conocimiento para las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad".

Below the title, the form contains the following text:

Estimado participante:

Gracias por colaborar en este estudio. Esta información formará parte de una base de datos que servirá para entender cómo se relacionan las capacidades tecnológicas y la creación del conocimiento en la innovación de las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad.

Por favor responda con honestidad cada pregunta, si no está seguro de una respuesta seleccione la respuesta más aproximada.

Todas las respuestas recabadas son confidenciales y se utilizarán los resultados globales para analizar a las áreas de desarrollo de software.

Si tiene alguna duda por favor póngase en contacto con:
Mtro. Israel Ortega Cuevas
Correo electrónico: iortega@unam.mx
Programa de Doctorado en Ciencias de la Administración.

At the bottom of the form, there is a "SIGUIENTE" button, a progress indicator showing a small yellow dot on a grey bar, and the text "Página 1 de 14". Below the form, a small disclaimer reads: "Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google."

At the very bottom of the browser window, there is a footer: "Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. [Notificar uso inadecuado](#) - [Condiciones del servicio](#)".

Figura 28. Uso de estala tipo *Likert* en *Google Forms*

Administración del conocimiento en función de las capacidades tecnológicas y de creación del conocimiento para las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad

*Obligatorio

C.1 Capacidades tecnológicas distintivas al desarrollo de software

Lea atentamente cada enunciado y señale la opción que mejor se ajuste a las características del departamento en el que Ud. Labora.

Capacidad de absorción: habilidad de una organización para identificar, asimilar y utilizar nuevos procesos y tecnologías del entorno.

Identificación de nuevos procesos y tecnologías *

	Nunca	Casi Nunca	Ocasionalmente	Casi Siempre	Siempre
Estoy atento a los cambios que tienen los lenguajes de programación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitoreo periódicamente si los componentes de software que utilizamos han cambiado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me mantengo atento de nuevas herramientas de software que pueden ser valiosas en nuestras actividades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Antes de aplicar el cuestionario se notificó y solicitó aprobación al directivo responsable de la Secretaría Administrativa de la UNAM. Una vez obtenida la aprobación, se comunicó por oficio a todos los directivos de las ADeSAU el propósito del cuestionario y la colaboración de sus líderes y programadores de software. La investigación logró abarcar a 56 de 59 personas de la población con lo que se logró abarcar a un 95% de las personas que conforman a las ADeSAU.

Capítulo 7. Resultados y discusión

Los resultados se presentan a partir de la segunda etapa cualitativa y la tercera etapa cuantitativa de la investigación. El resultado de la primera etapa cualitativa, relacionada al análisis socio-técnico de la administración de una macrouniversidad fue presentado en el capítulo 3. Como resultados principales de esta sección se presentan: la matriz de capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad; una propuesta de índice que puede dar entrada a estudios futuros de tipo transversal y comparativo; el modelo propuesto y los ajustes que fueron necesarios; el análisis estadístico y finalmente el análisis inferencial, con los indicadores de confiabilidad y validez del modelo.

7.1 Matriz de Capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad

Como se explicó en las secciones previas, la identificación de las capacidades tecnológicas en las áreas que desarrollan software para la administración se realizó de acuerdo con la propuestas de Bell y Pavitt (1993), Dutrénit y Vera-Cruz (2005) y Melgoza y Álvarez (2012).

7.1.1 Elaboración de la matriz de capacidades de las ADeSAU

La matriz de capacidades nos da referentes de las actividades que realizan las unidades de análisis para identificar constructos relacionados con la elaboración de un modelo, que es formalizado para las ADeSAU de una macrouniversidad, por ende, perteneciente al sector público.

La matriz de capacidades tecnológicas de las ADeSAU de una macrouniversidad, se elaboró con fundamento en el análisis documental de organizaciones de desarrollo de software en países de desarrollo tardío y con énfasis en México (Mochi, 2002, 2006; M. Rivera, Ranfla, y Bátiz, 2010; Sampedro, 2011; UNCTAD, 2012), en la observación, entrevistas semiestructuradas en las ADeSAU de la UNAM y la UNAL y un análisis FODA de las ADeSAU en la UNAM (Tabla 22).

Tabla 22 Matriz de capacidades tecnológicas referida a las ADeSAU de una macrouniversidad

Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción			Funciones técnicas de soporte		
Rango de capacidades	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Soporte de software
Capacidades operativas básicas	Proyecto anual de inversión de software	Análisis del software requerido (propietario/código abierto)	Réplica del equipo de desarrollo	Uso de sistemas administradores de base de datos	Relación con proveedores de equipos	Recibir especificaciones del uso del equipo y del software del proveedor	Mantenimiento básico de equipos y servidores
	Proyecto anual de inversión en equipos	Planeación de los equipos de implementación Planeación de la infraestructura de comunicaciones	Réplica del servidor de producción y base de datos	Rutinas preestablecidas de mantenimiento del software	Relación con proveedores de software	Descarga de programas básicos de código abierto	Instalación simple de licencias para ambientes de producción y base de datos
			Ingeniería básica del proceso de desarrollo de software	Revisión simple de las rutinas (control humano)	Programación simple de rutinas y ejecución manual.		
			Uso de editores básicos de código fuente				
Uso de sistema de archivos para resguardar código fuente							

Tabla 22 Matriz de capacidades tecnológicas referida a las ADeSAU de una macrouniversidad (continuación)

Rango de capacidades	Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción		Funciones técnicas de soporte		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Soporte de software
Capacidades innovadoras básicas	Factibilidad de implementación tecnológica, programación de actividades	<p>Análisis de factibilidad</p> <p>Búsqueda de proveedores especializados</p> <p>Selección de ambientes de desarrollo de software</p> <p>Selección de herramientas de base de datos</p> <p>Uso de un lenguaje de programación</p>	<p>Adaptaciones menores a los equipos de desarrollo</p> <p>Adaptaciones menores a servidores y equipos de base de datos</p> <p>Uso de un ambiente de desarrollo integrado (IDE)</p> <p>Uso de unidades de red para resguardar código fuente</p> <p>Repositorio de documentos con versionamiento</p>	<p>Formación de grupos de trabajo</p> <p>Diseño simple de interfaces de usuario</p> <p>Diseño de tablas y relaciones de base de datos</p> <p>Revisión por un supervisor de las rutinas de software e interfaces de usuario</p> <p>Autenticación básica</p> <p>Modelado, análisis y Diseño de procesos</p>	<p>Relación con usuarios mediante especificaciones del producto</p> <p>Negociación con los proveedores para obtener nuevas funcionalidades del software</p> <p>Búsqueda de capacitación con proveedores locales</p> <p>Descarga de programas especializados propietarios/código abierto</p> <p>Uso de ERP propietarios/proprios</p>	<p>Establecimiento de grupos de trabajo para vinculación con departamentos de desarrollo dentro del área universitaria</p> <p>Atención a sistemas ERP</p>	<p>Modificaciones simples a equipos y servidores</p> <p>Instalación de equipos, servidores y licencias sin asistencia del proveedor</p> <p>Instalación de interfaces de usuario</p>

Tabla 22 Matriz de capacidades tecnológicas referida a las ADeSAU de una macrouniversidad (continuación)

Rango de capacidades	Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción		Funciones técnicas de soporte		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Soporte de software
Capacidades innovadoras intermedias	Búsqueda, evaluación y selección de tecnología	Servidor especializado de aplicaciones	Selección de la infraestructura de despliegue	Determinación de roles y actividades	Relación con programares de otras áreas	Personal de atención al producto de software en otra área.	Modificación de bibliotecas de código abierto para desarrollos internos
	Búsqueda, evaluación y selección de proveedores	Servidor especializado de base de datos	Uso de un repositorio de código fuente	Elección de un lenguaje de programación	Relación con usuarios en la mejora de interfaz de usuario	Reportes de desempeño a supervisores	Realización de sistemas informáticos
	Negociación con proveedores	Desarrollo con ciclo de vida en cascada	Uso de un repositorio de código binario	Uso de servicios XML/JSON			
	Desarrollo básico del proyecto	Control de código por terminal	Uso de tecnología de pruebas	Mejora continua del producto			Interoperabilidad básica (servicios web)
		Autenticación por usuario	Manejador de dependencias (librerías de software)	Implementación automática de procesos BPM			
	Software de gestión de proyectos	Uso de un Framework de apoyo al lenguaje de programación	Uso de controlador de versiones	Implementación de una mesa de servicios			
		Documentador de código		Métodos predictivos de administración de proyectos			
		Vigilancia tecnológica					

Tabla 22 Matriz de capacidades tecnológicas referida a las ADeSAU de una macrouniversidad (continuación)

Rango de capacidades	Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción		Funciones técnicas de soporte		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de software
Capacidades innovadoras avanzadas	Desarrollo de nuevos sistemas de software	Diseño de procesos de desarrollo del software	Uso de analizador de código estático	Análisis de texto	Relación con programadores de otras organizaciones	Reportes automatizados de desempeño a supervisores	Participación en proyectos código abierto
	Elaboración de componentes (bibliotecas de software)	Seguimiento de metodología de proyectos (PMBOK, SCRUM)	DevOps	Análisis de patrones	Generación de redes interinstitucionales con áreas de desarrollo de software	Replicación de procesos de IA hacia otras áreas de la universidad	Sistemas informáticos de colaboración con organizaciones externas
	Seguimiento de una metodología de administración estándar	Trabajo en forma matricial	Mejora continua del desarrollo	Servicios JSON protegidos (JWT)	Uso de contenedores	Uso de herramientas Web 2.0 y Web 3.0	Interoperabilidad externa a la organización
	Software de Oficina de Proyectos	Sistema de control de versiones	IA – Uso de aprendizaje automatizado en texto y patrones	Transformación de procesos BPM	Métodos ágiles de administración de software		Utilizando arquitectura orientada a servicios (SOA)
		Análisis de código					

Notas: Elaboración propia a partir de Bell y Pavitt (1993), Dutrénit y Vera-Cruz (2005) y Melgoza y Álvarez (2012)

7.1.2 Propuesta de índice para la matriz de capacidades tecnológicas

El desarrollo de un índice de capacidades tecnológicas para las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad, permitirá medir a nivel organización los resultados del proceso de acumulación y las trayectorias o evolución de las capacidades tecnológicas en la organización (Dutrénit y Vera-Cruz, 2005); así, a nivel interno puede ser la base para el estudio longitudinal de la aplicación de prácticas relacionadas a mejora de capacidades relacionadas con el desarrollo de software y a nivel interorganizacional, el índice dará referencias para realización del análisis comparativo entre ADeSAU de distintas macrouniversidades.

En en la determinación de los valores de ponderación del índice de capacidades para las ADeSAU, se utiliza como referencia principal el *Índice de capacidades tecnológicas para la industria maquiladora de exportación*, elaborado por Dutrénit y Vera-Cruz (2005) (véase la Tabla 23). Se considera que este índice debe adecuarse para su utilización en la organización pública, y en particular, para las unidades de análisis.

Tabla 23. Índice de capacidades tecnológicas para la industria maquiladora de exportación

Rango de capacidades	Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción		Funciones técnicas de soporte			Total por rango acumulado
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de software	
Operativas básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1
Innovadoras básicas	0.30	0.30	0.40	0.40	0.20	0.20	0.20	2
Innovadoras intermedias	0.45	0.45	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	3
Innovadoras avanzadas	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40	0.40	0.40	4

Nota: Tomado de Dutrénit y Vera-Cruz (2005)

De la misma forma también se considera como apoyo para la ponderación, el *Índice Índico* desarrollado por Corona (2015) y que ha sido utilizado para la medición operativa de la innovación en la empresa. Como nota importante se señala que las bases conceptuales del Índice Índico se elaboraron a partir *del Manual de Oslo, el Manual de Franscati, el Manual de Camberra, el Manual de patentes, el Manual TBT* (balanza de pagos por tecnología) y el *Manual de Bogotá* (citados en Corona, 2015).

Para medir la innovación, el Índice Índico se desglosa en los factores de resultados y capacidades. El componente de resultados se descompone a su vez en los conceptos de innovaciones, propiedad intelectual, mercado, certificación de mercado e intensidad del conocimiento de los servicios. El componente de capacidades en el Índice Índico está conformado por *Capacidades intensivas en conocimiento, Capacitación, Certificación, Nivel de formación, Organización IyD (innovación y desarrollo), Destinado a IyD y Vínculos*.

Un estudio de importancia, de adecuación del índice Índico de Márquez (2015) en el componente de resultados, se eliminan los conceptos de propiedad intelectual, mercado y certificación de mercado por valor público, usuarios y certificación de servicios. En el componente de capacidades, se mantienen los primeros cinco conceptos, cambiando *Destinado a IyD* por *Vinculación para IyD* y *Vínculos* por *Etapas de innovación en la organización*. Los cambios y las nuevas ponderaciones son mostrados en la Tabla 24. A partir de este estudio se resalta la importancia de los servicios como un parámetro importante de innovación en la organización pública.

Tabla 24 Componentes del Índice Índico y adaptación de Márquez (2015)
Resultados

Originalmente contemplados		Adaptación para el trabajo de Márquez	
Concepto	Aportación al índice	Concepto	Aportación al índice
Innovaciones	3.5	Innovaciones	3.5
Propiedad intelectual	1	Valor público	2
Mercado	3	Usuarios	2
Certificación de mercado	1	Certificación de servicios	1
Intensidad del conocimiento de los servicios	1.5	Intensidad del conocimiento de los servicios	1.5

Originalmente contemplados		Adaptación para el trabajo de Márquez	
Concepto	Aportación al índice	Concepto	Aportación al índice
Capacidades intensivas en conocimiento (materiales)	2	Capacidades intensivas en conocimiento (medios)	2
Capacitación	1	Valor público	1
Certificación	1	Usuarios	1
Nivel de formación	1	Certificación de servicios	1
Organización lyD	2	Intensidad del conocimiento de los servicios	2
Destinado a lyD	2	Vinculación para lyD	2
Vínculos	1	Etapa de innovación en la organización	1

Para el análisis de las áreas de software se modifica, con base en los cambios realizados por Márquez (2015) del Índice Índico, la ponderación desarrollada por Dutrénit y Vera-Cruz (2005) que asigna valores a cada grado de acumulaciones técnicas de acuerdo con la importancia relativa en cada actividad de innovación para ajustarlo a la organización pública. La ponderación original asigna valores de 0.15 a la *función técnica de inversión*, un valor superior a las *funciones técnicas de producción* (0.20), debido a que reflejan las actividades de innovación en productos y procesos; le siguen las *funciones técnicas de inversión* y por ultimo las *funciones de soporte*, con una ponderación de (0.10). En la elaboración del indicador por Dutrénit y Vera-Cruz, en cada columna y en cada fila se avanza en los grados de acumulación hasta tener un acumulado por rango de 4.

Para esta investigación, que es orientada a las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad, organización de característica pública, se considera la técnica de inversión con el menor impacto (no se resalta en el Índice Índico), se considera más como un factor de poca movilidad, por ejemplo: en una macrouniversidad el presupuesto es preestablecido anualmente, por lo que su importancia es menor a las *funciones técnicas de producción y de soporte*.

Esta última función, se considera más relacionada con la innovación de servicios, distintiva en el sector público, por lo que su indicador debería ser mayor. Se argumenta para esta ponderación, las características de adecuación del código abierto y las vinculaciones al exterior y las interiores hacia las otras áreas que desarrollan software en una macrouniversidad. Las actividades de soporte son mayores, pues resaltan la importancia de la vinculación para IyD, en concordancia al Índice Índico. La propuesta de ponderaciones para las áreas que desarrollan software administrativo se plantea en la Tabla 25. La matriz de capacidades a su vez requiere de la especificación del área intensiva del conocimiento de la organización pública donde se realiza su aplicación. En el apartado 7.1 se elabora la matriz de capacidades para las ADeSAU de una macrouniversidad.

Tabla 25. Propuesta de Índice de capacidades tecnológicas para las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad

Rango de capacidades	Funciones técnicas de inversión		Funciones técnicas de producción		Funciones técnicas de soporte			Total por rango acumulado
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Capacidades tecnológicas de procesos de organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de software	
Operativas básicas	0.125	0.125	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1
Innovadoras básicas	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2
Innovadoras intermedias	0.375	0.375	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	3
Innovadoras avanzadas	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	4

Nota: Adaptación propia a partir de Dutrénit y Vera-Cruz (2005)

7.2 Preparación del Análisis estadístico

Se presentan los resultados obtenidos por la aplicación del cuestionario que fue contestado por la población de líderes de proyecto y desarrolladores, pertenecientes a las áreas que desarrollan software para la administración universitaria (ADeSAU) en las cinco dependencias administrativas pertenecientes al Subsistema Administrativo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El alcance del cuestionario fue del 95% de la población (56 de 59 respuestas) con un tamaño del efecto de 0.185 y una entrada de dos predictores al constructo de innovación pública, lo que permite detectar valores de coeficiente de determinación (R^2) mínimo de 0.10 en los constructos endógenos del modelo con un nivel de significancia de 0.05 y un poder estadístico de 0.80, lo que se considera aceptable como requisito de muestra de las 56 observaciones para evitar cometer el error del tipo II. El período de aplicación de la encuesta se realizó entre los meses de mayo y junio de 2019.

El cuestionario consistió en 105 preguntas y se dividió en cuatro partes (ver Anexo B), la primera parte corresponde a datos de descripción de los líderes y equipo de desarrolladores de software, con preguntas relacionadas a su formación profesional y antigüedad en el puesto. Esta parte se refleja en apartado de análisis descriptivo de este trabajo. La segunda parte corresponde a los ítems relacionados con las capacidades tecnológicas que son distintivas a las ADeSAU de una macrouniversidad: capacidades de absorción, de aprendizaje tecnológico, liderazgo orientado al conocimiento, comunidades de práctica y redes de conocimiento y colaboración. La tercera parte del cuestionario se refiere a las prácticas de gestión de conocimiento —basadas en el modelo SECI de Nonaka y Takeuchi (1999)— donde se solicitan datos asociados a las dimensiones de socialización, exteriorización, combinación e internalización. La parte final del cuestionario se refiere a la innovación pública, dividida en las innovaciones, de producto, de servicio y organizacional.

Las partes dos, tres y cuatro del cuestionario se utilizaron como entrada para el análisis estadístico a partir del software Smart PLS, donde se muestran los parámetros de evaluación de los modelos de medida y de la evaluación del modelo estructural propuesto.

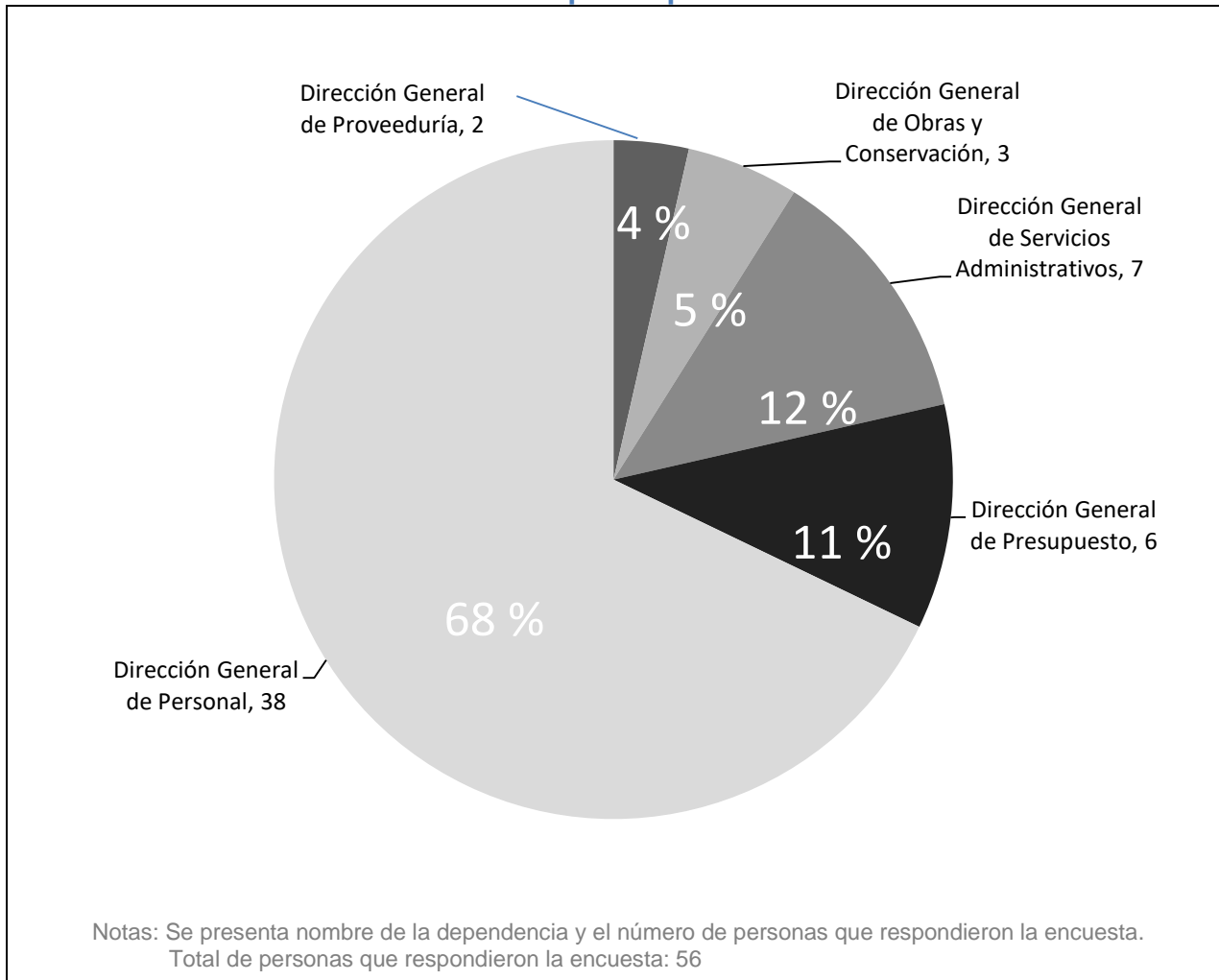
El uso de la escala tipo Likert es la más utilizada en las encuestas (Spector, 2013) y fue de referencia para implementación de estas partes, con cinco opciones a seleccionar, entre 1 y 5 con valores que pueden ser *nunca*, *casi nunca*, *ocasionalmente*, *casi siempre* y *siempre*.

Como se explica en el apartado de ajuste al modelo (7.4.1), no todos los ítems fueron utilizados. Sin embargo, fueron considerados en un informe de estado que se presentó al titular de la Secretaría Administrativa de la UNAM, como una retribución a las facilidades brindadas para la elaboración al trabajo de investigación doctoral.

7.3 Análisis descriptivo

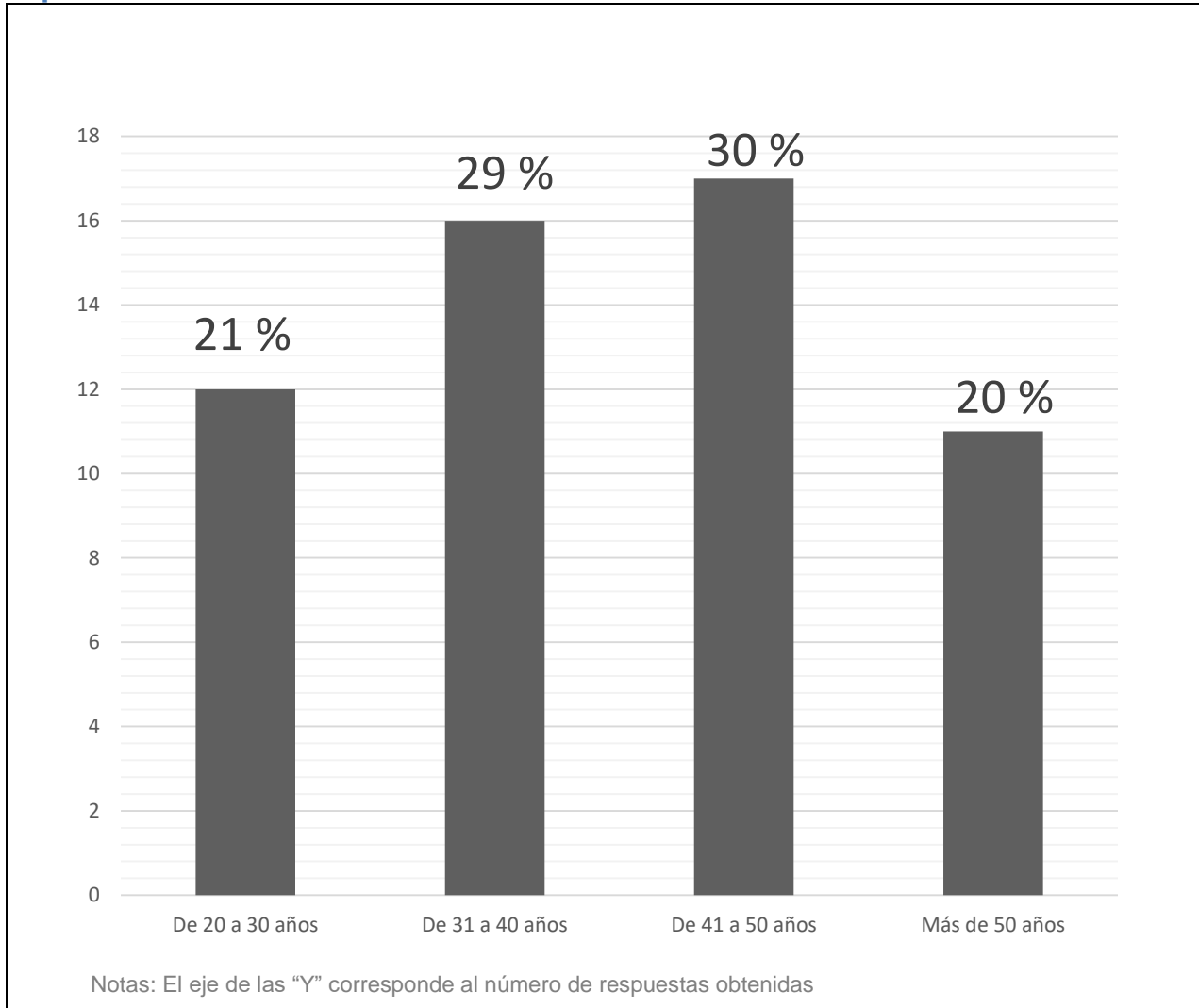
El personal encuestado está integrado por líderes de proyecto y de desarrollo de software. Del total de 56 personas de todas las ADeSAU de la UNAM, la población se conformó de la manera siguiente: treinta y ocho personas de la Dirección de Sistemas de la Dirección General de Personal (68% del total), siete personas de la Dirección General de Servicios Administrativos (12%), seis de la Dirección General de Presupuesto (11%), tres de la Dirección General de Obras y Conservación (5%) y finalmente dos personas de la Dirección General de Proveeduría (3%). Se infiere la importancia de la Dirección de Sistemas perteneciente a la Dirección General de Personal en el desarrollo de software administrativo (véase la Figura 29).

Figura 29. Dependencias administrativas de la UNAM y cantidad de personal relacionado al desarrollo de software que respondieron la encuesta



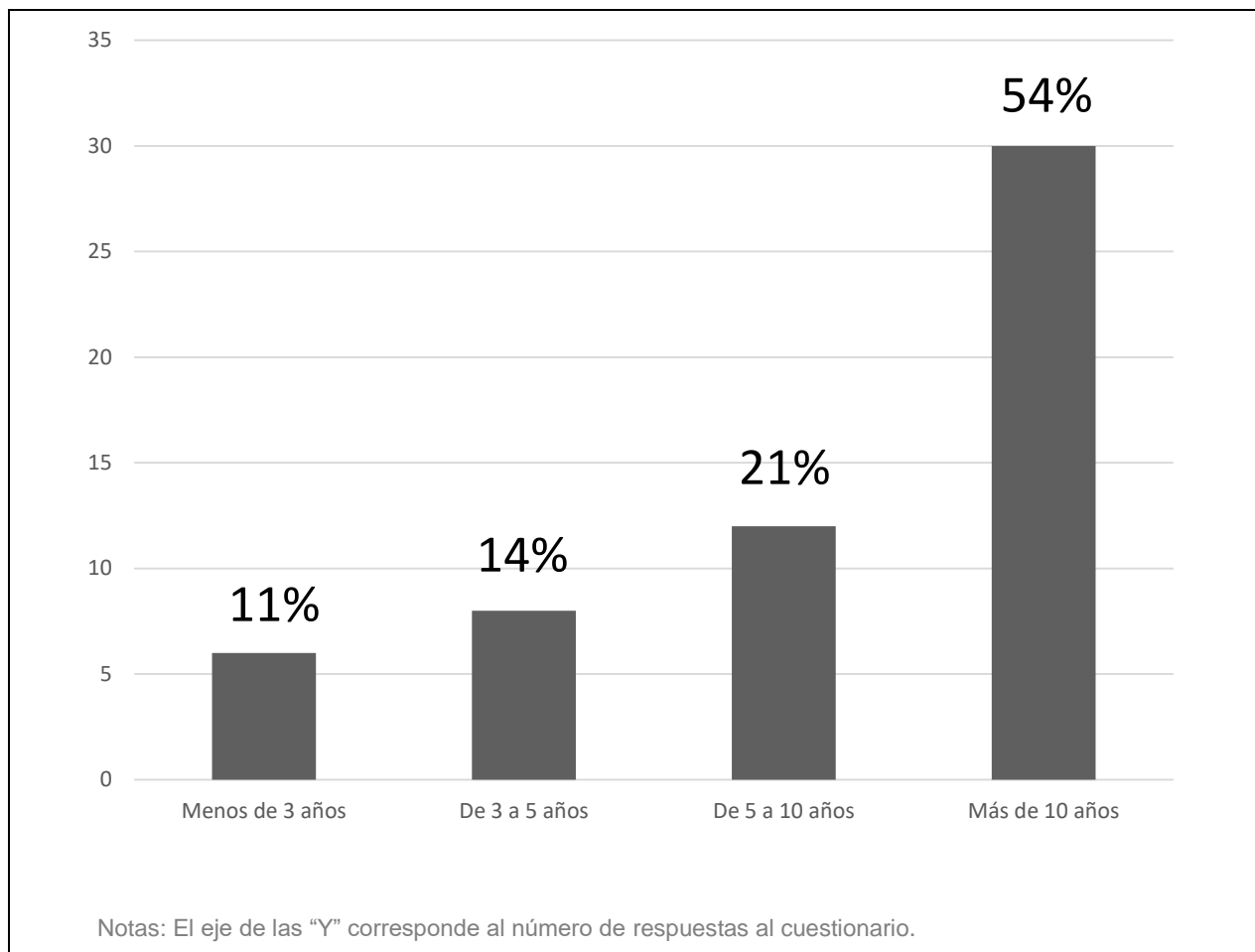
Con respecto a la edad de los programadores se destaca que la mayoría de ellos tienen, de acuerdo con la moda estadística, de 31 a 50 años. Los más jóvenes (20 a 30 años) son 12 personas con un porcentaje del 21% de la población. El personal mayor de cincuenta años son 11 personas que representan el 20% de la población. (véase la Figura 30).

Figura 30. Años cumplidos del personal que desarrolla software en las dependencias administrativas de la UNAM



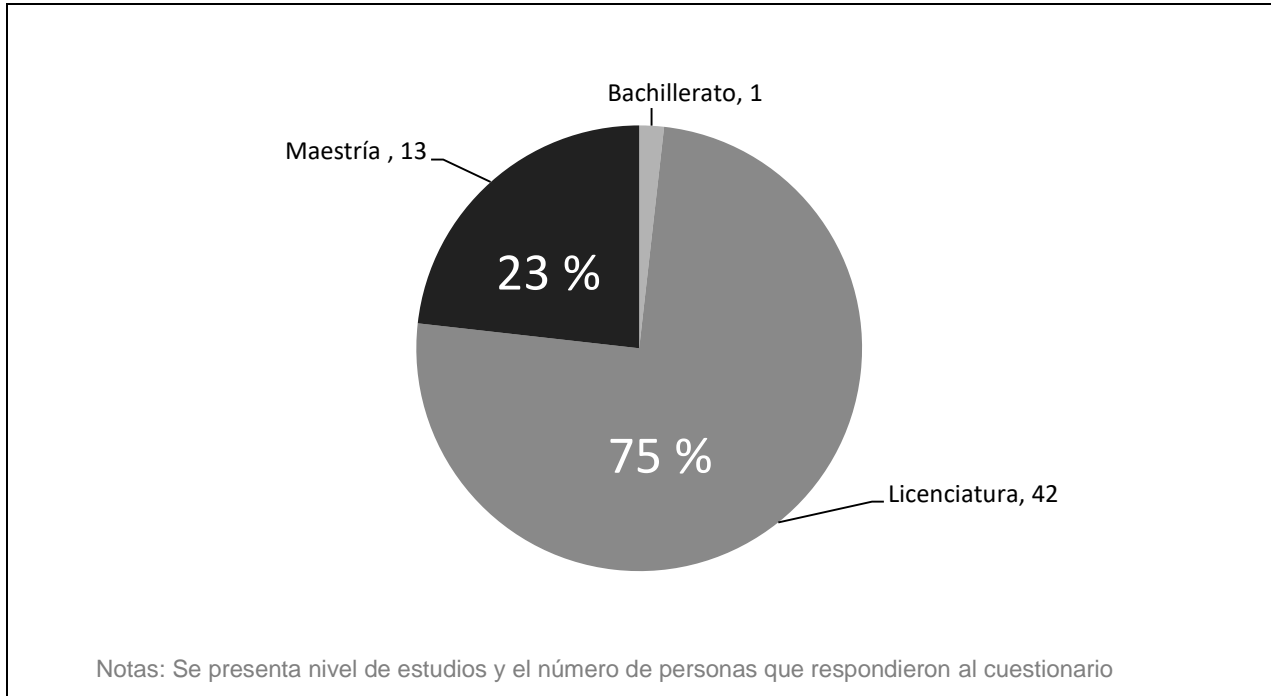
En el desarrollo de software se aprecia un sesgo hacia la derecha de los datos, a partir de ahí la encuesta reporta que el personal que elabora software en el Subsistema Administrativo de la UNAM, que son treinta personas (54%) tiene más de 10 años en la actividad. Doce personas tienen entre 5 y 10 años en el desarrollo (21%), ocho personas tienen de 3 a 5 años (14%) y finalmente 6 personas, que representan el 11%, tienen menos de tres años con experiencia (Figura 31).

Figura 31. Años completos desarrollando software del personal de las ADeSAU de las dependencias administrativas de la UNAM



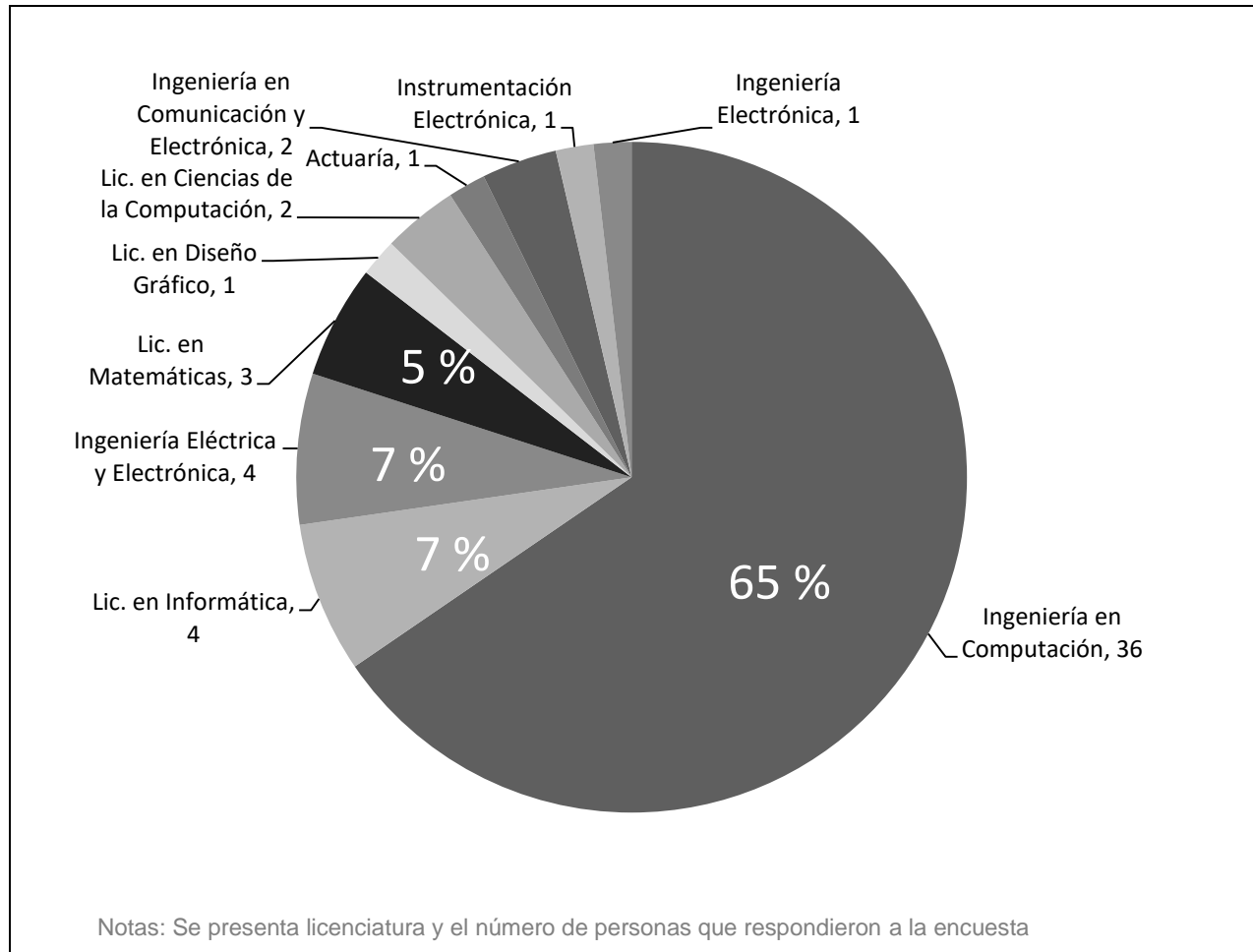
Dentro del tema del tema del nivel de estudios se encontró que está separada principalmente en dos niveles: licenciatura y maestría y se encuentra una persona que no accedió al nivel licenciatura (2%). La mayoría de personal, que son cuarenta y dos personas tienen nivel licenciatura (75%) y trece personas (23%) tienen estudios de maestría (Figura 32).

Figura 32. Nivel de estudios del personal de las ADeSAU en las dependencias administrativas de la UNAM



En la Figura 33 se muestran las licenciaturas que tiene el personal de las ADeSAU de la UNAM. Predomina la carrera de ingeniería en computación con 36 personas (65%), seguida de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica (4 personas cada una con el 7%). Licenciatura en Matemáticas con 3 personas representa el 5% de personas. Otras licenciaturas relacionadas a las tecnologías de información se distribuyen el dieciséis por ciento restantes.

Figura 33. Licenciaturas estudiadas por el personal de ADeSAU de las dependencias administrativas de la UNAM



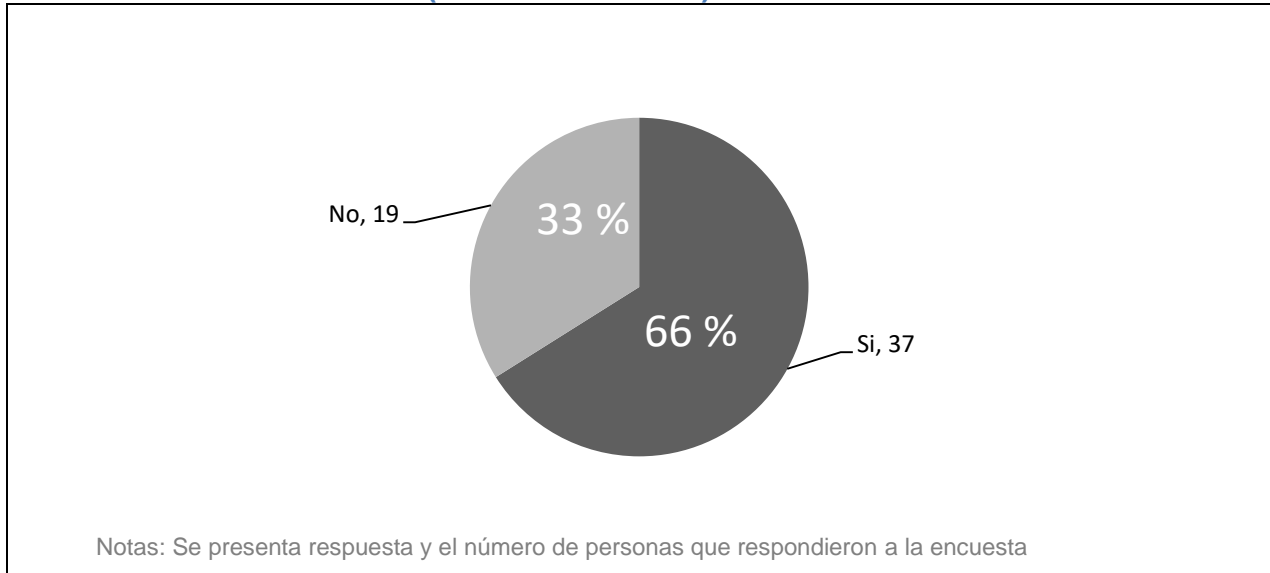
En lo relacionado a los estudios de maestría, los resultados muestran que éstos se encuentran distribuidos con relación a la tecnología (52 personas), matemáticas (3) y diseño gráfico (1 persona) (Tabla 26).

Tabla 26. Maestrías estudiadas por el personal que desarrolla software en las ADeSAU del Subsistema Administrativo de la UNAM

Maestría	Número
Maestría en Negocios Internacionales	1
Maestría en Ingeniería Informática	1
Maestría en Tecnologías de la Información y Administración	1
Maestría en Sistemas y Tecnologías de la Información	1
Maestría en la Administración de la Tecnología	1
Maestría en Sistemas Computacionales	1
Maestría en Administración	1
Maestría en Ingeniería de Sistemas	1
Maestría en Educación	1
Maestría en Gestión Educativa	1
Maestría en Informática Administrativa	1
Maestría en Ingeniería de Software	1
Maestría en Sistemas	1

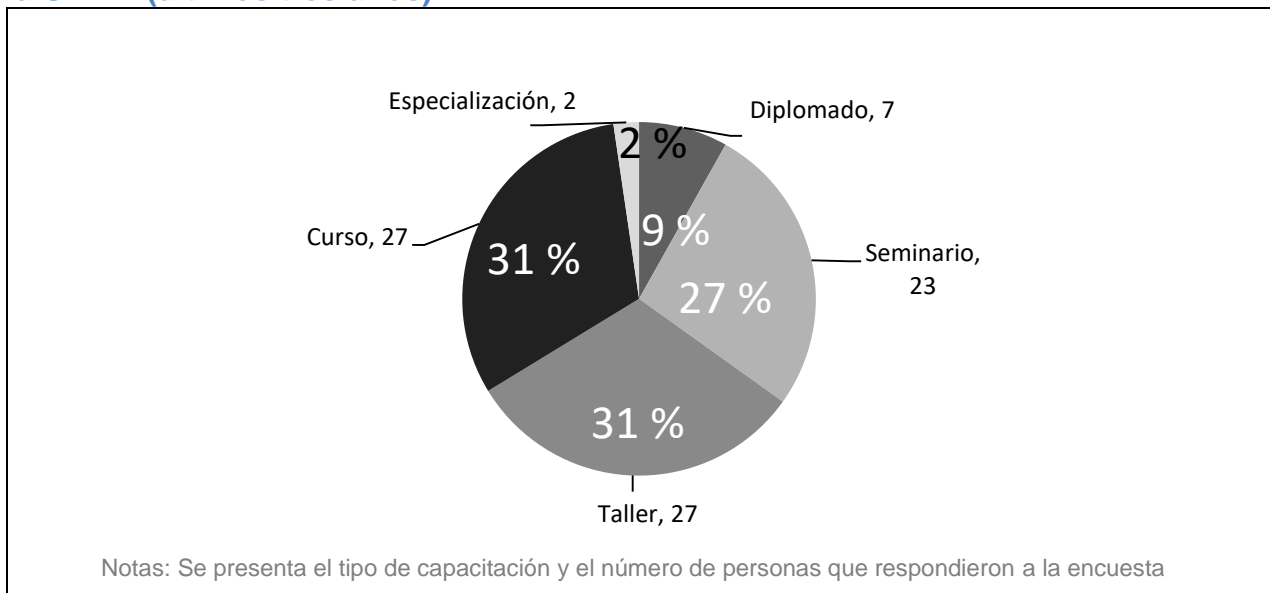
Dentro de la capacitación que reciben las áreas que desarrollan software en el Subsistema administrativo, se preguntó si han tomado algún tipo de capacitación en los últimos tres años; se encontró que 37 personas (el 66% de los encuestados) contestaron afirmativamente, mientras que 34% dijo que no han recibido capacitación (Figura 34).

Figura 34. Personal que recibe capacitación en las ADeSAU del Subsistema Administrativo de la UNAM (últimos tres años)



La capacitación por actividad, en los últimos tres años respecto a la encuesta ha sido la siguiente: talleres 27 personas (31%), cursos 27 personas (31%), seminarios 23 personas (27%), diplomados 7 personas (9%) y cursos de especialización, 2 personas (2%) (Figura 35).

Figura 35. Capacitación recibida en las ADeSAU del Subsistema Administrativo de la UNAM (últimos tres años)



7.4 Análisis inferencial

El propósito de este apartado es entender las relaciones que se establecen entre los constructos del modelo, a partir del uso de técnicas de análisis multivariadas y de regresión, que permitan realizar la comprobación de las hipótesis planteadas; en este sentido se utiliza el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) con el enfoque de Mínimos Cuadrados Parciales (*Partial Least Squares* –PLS), por su aplicación en modelos complejos y con su aportes de utilización en la predicción de los constructos clave, la utilización de variables dependientes e independientes, criterios de rechazo o no rechazo de la hipótesis y a su acoplamiento a poblaciones pequeñas que no necesariamente presentan una distribución normal de los datos (Barclay, Higgins y Thompson, 1995), además de su acoplamiento en contextos muy específicos de población (Hair et al., 2018), como el de esta investigación.

El análisis con el software SmartPLS está basado en la aplicación de métodos estadísticos de segunda generación (Hair et al., 2018), como es el PLS-SEM, que busca patrones de relación entre las variables. Este software permite establecer modelos de trayectoria entre los constructos y el modelo de medición. El software estadístico fue creado por Ringle, Wende y Becker (2015) de la universidad Técnica de Hamburgo, Alemania. La versión utilizada estadístico *SmartPLS* v 3.2.8 de donde se formaliza el modelo de trayectoria, el cálculo de las relaciones entre los constructos, los pesos factoriales de los ítems observables con relación al constructo y los valores de confiabilidad y validez del instrumento de medición.

7.4.1 Validez de contenido

Para determinar la validez de contenido, se considera el estudio de Alegre (2004), quien considera que las dimensiones del constructo surgen a partir de la revisión en la literatura científica de la teoría, escalas y estudios empíricos previos para ser formalizadas en un instrumento con criterios de confiabilidad y validez. La revisión en la literatura ya fue cubierta en los fundamentos teóricos de la investigación (capítulo 3). En el capítulo 6 a su vez se complementó con la revisión de los estudios empíricos, para la formulación de la hipótesis y la operacionalización de variables. Un complemento a la validez del contenido

fue la consulta a académicos expertos en organizaciones, tanto de la UNAM como de la UNAL.

7.4.2 Ajuste conceptual del modelo

En el presente trabajo se realizó un modelo de segundo orden (Duarte y Amaro, 2018), también conocido en inglés como *higher-order constructs, multidimensional constructs or hierarchical latent variable (component) models*, Aplicar este modelo conlleva procesos conceptuales durante su implementación en el software estadístico *SmartPLS*:

A. Establecimiento de la formación o reflexión de las dimensiones:

Principalmente, se establecieron los tres constructos principales: capacidades tecnológicas, gestión del conocimiento e innovación pública, que constituyen el modelo de primer orden. A su vez, estos constructos se desglosan en dimensiones que constituyen el modelo de segundo orden.

Durante la captura en el software de las relaciones entre los constructos capacidades tecnológicas (CT) y sus dimensiones capacidad de absorción (CAB), aprendizaje tecnológico (APT), liderazgo orientado al conocimiento (LID), comunidad de práctica (COP) y red de conocimientos y colaboración (RED). Tras un análisis conceptual, se consideramos que estas dimensiones constituyen a la CT en sentido formativo ya que son facetas diferentes no intercambiables del concepto del constructo principal.

En el caso de la gestión del conocimiento y sus dimensiones. Benton y Magnier-Watanabe (2009) proponen un modelo donde la gestión del conocimiento es reflectiva hacia las dimensiones de socialización, exteriorización combinación e internalización. Cho y Korte (2014) basados en el modelo de Gold et al.¹, descomponen reflexivamente la capacidad e infraestructura de la gestión del conocimiento reflectivamente. De igual forma Alegre (2004) también descompone las prácticas en gestión del conocimiento en forma reflectiva. Los trabajos de estos autores aportan sustento para descomponer las

¹ Sin embargo, en 2001 Gold et al., proponen la relación formativa de los constructos adquisición, transformación, aplicación y protección a la capacidad en procesos de conocimiento.

dimensiones que integran la gestión del conocimiento, socialización (SOC), exteriorización (EXT), combinación (COB) e internalización (INT) en forma reflectiva.

La innovación se constituye con las indicaciones de forma reflectiva, de manera similar al modelo de innovación propuesto por Alegre (2004) en organizaciones intensivas en conocimiento. Así la innovación pública (IP) reflectivamente se integra de las dimensiones innovación de producto (IP), innovación de servicio (IS) e innovación organizacional (IO).

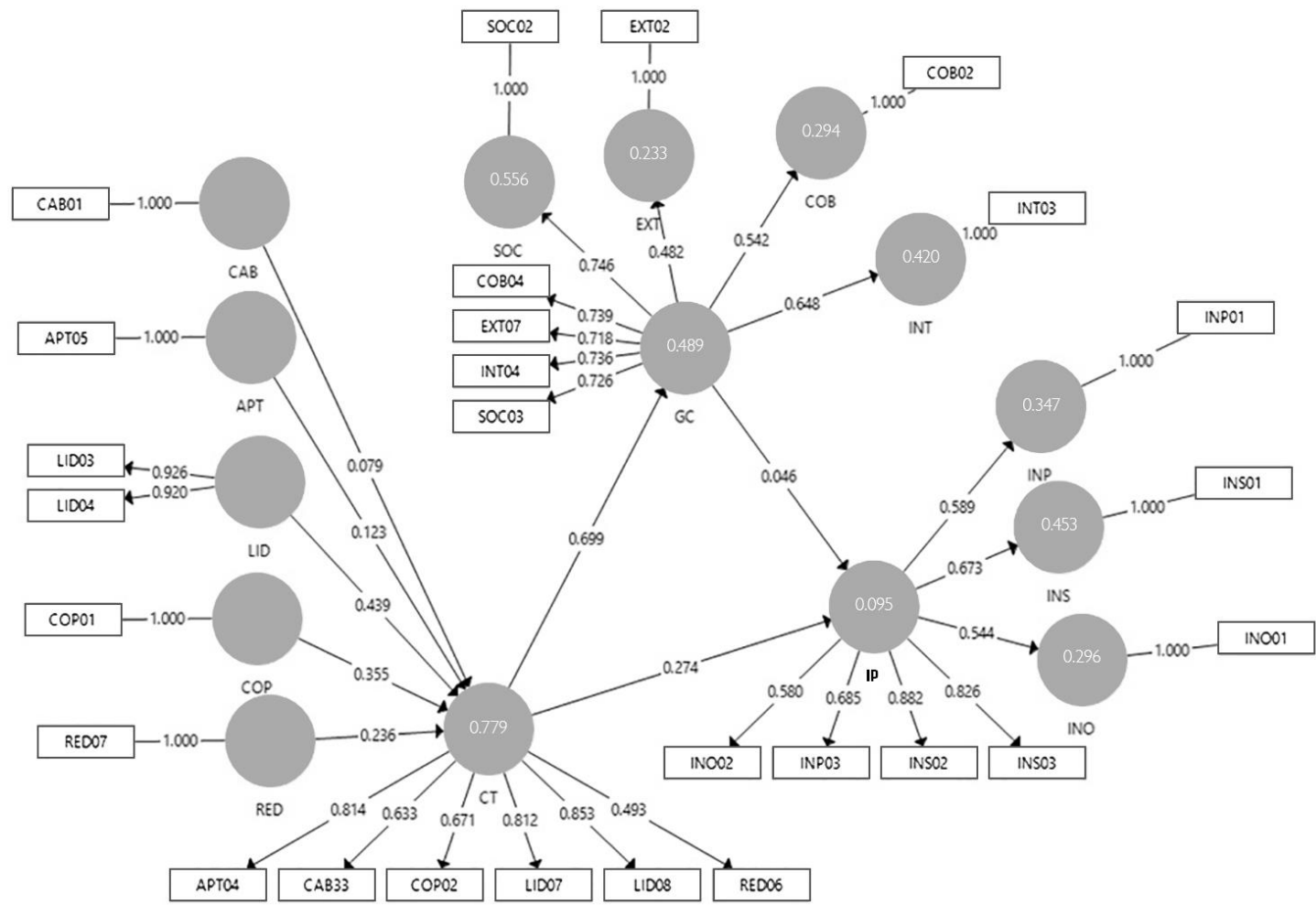
B. Eliminación de causas de colinealidad

El cuestionario contó con 105 ítems, algunos elaborados para observar la influencia entre el uso del software de código abierto y el software propietario, sin embargo, se concluyó que, para la presente investigación, se mide el mismo fenómeno en varios ítems. El software *SmartPLS*, a través de sus informes de colinealidad permitió identificar las opciones que están en esta situación y se procedió a su descarte en mejora de los indicadores de calidad del modelo. Estos ítems, no obstante, fueron considerados para la elaboración de un reporte de la situación de las ADeSAU y que fue entregado al Secretario Administrativo de la UNAM.

C. Balanceo de constructos.

Se sugiere que, en la construcción del modelo, el constructo principal y sus dimensiones, cuenten con el mismo número de constructos. Dado que cada dimensión es creada en forma reflectiva, los ítems son consecuencia del constructo. Se eliminaron aquellos constructos cuyas cargas externas estuvieran debajo de 0.7 y se conservaron aquellos que no desbalancearan el modelo, por lo que se mantuvieron indicadores como CAB33, COP02, RED06, INO02 e INP03. Mantener estos indicadores conserva la factibilidad del modelo, pero reduce la fiabilidad individual del ítem (Hair et al., 2016). La representación del modelo de segundo orden es mostrada en la Figura 36.

Figura 36. Modelo de segundo orden de Administración del Conocimiento para las ADeSAU de una Macrouniversidad



Nota: Elaboración propia en el software SmartPLS
 Los ítems seleccionados corresponden a la numeración contenida en el anexo B

7.4.3 Calidad de reactivos

En la verificación de la calidad de los reactivos considerados para los instrumentos de medida se verificó el análisis de normalidad, encontrado valores de asimetría y curtosis de los reactivos con valor entre -1 y 1. Otras consideraciones de calidad, como ausencia de datos fueron evitados por el uso de validaciones en la recopilación de datos. En otra verificación, tras un análisis de los datos de entrada no se encontraron valores atípicos.

7.4.4 Evaluación del modelo de medida reflectivo

Gilbert y Churchill (1979) establecen que después del levantamiento de los datos se debe evaluar la confiabilidad del instrumento de medición, en consecuencia establecen que el coeficiente alfa o alfa de Cronbach es el primer indicador a evaluar respecto a la calidad del mismo instrumento y su valor puede variar entre 0 y 1. Así, un alfa de bajo coeficiente (cerca a cero) indica que la muestra de ítems tiene un pobre desempeño en la captura del constructo que motivó la medida. Por el contrario, un alfa de Cronbach grande (cerca a uno) indica que las pruebas de los ítems se correlacionan bien con las puntuaciones reales. Valores arriba de 0.70 suelen considerarse como satisfactorios. La debilidad principal de este indicador no refleja la variabilidad presente en el proceso de estimación, lo que proporciona una falsa confianza en la consistencia del uso de la escala. Para mejorar el grado de certidumbre, adicionalmente se utilizará como referencia el índice de confiabilidad compuesta, que, dentro de un intervalo de confianza refleja mucho más de cerca la variabilidad en el proceso de estimación, proporcionando un grado más preciso de confianza en la consistencia de la administración de una escala (Dunn, Baguley, y Brunson, 2014). Los indicadores de desempeño son similares que el alfa de Cronbach.

La medida de la varianza extraída media (AVE) del criterio Fornell-Larcker se utiliza para evaluar la predictividad del modelo (Chin, 1998), si este valor es mayor de 0.50 significativamente explica que los constructos pueden explicar más de la mitad de la varianza de sus respectivos indicados.

El coeficiente de correlación de Spearman (ρ_A), es una medida que permite medir el grado de correlación entre dos variables ordinales, donde si el coeficiente es diferente de cero es estadísticamente significativo (Vilalta, 2016). Un valor mayor de 0.7 se recomienda como óptimo.

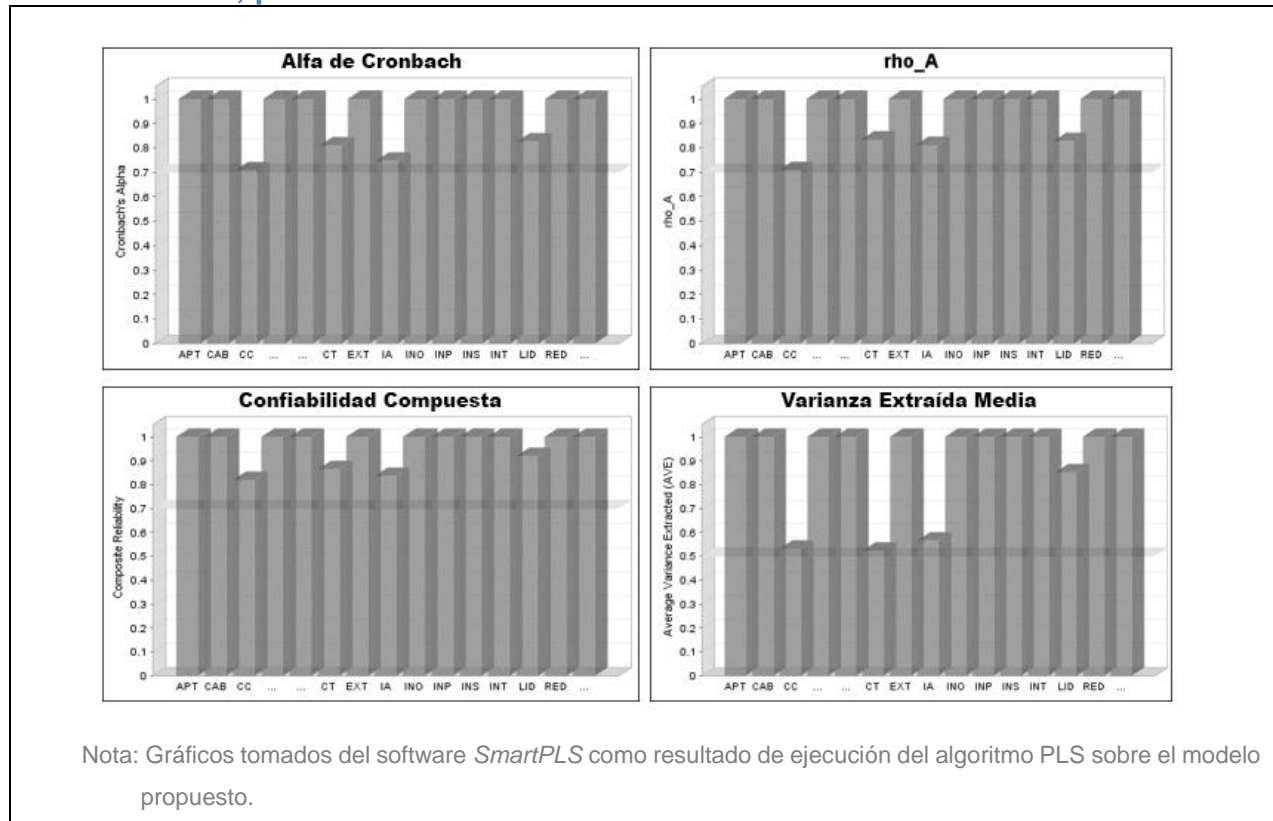
En la Tabla 27 se observa que los valores de alfa de Cronbach, confiabilidad compuesta, varianza extraída media están dentro de los valores de desempeño deseado de las escalas, como puede corroborarse en la Figura 37.

Tabla 27. Índice de confiabilidad compuesta para las observaciones realizadas

Constructo o Dimensión	Alpha de Cronbach	rho_A	Confiabilidad compuesta	Varianza Extraída Media
CT	0.81	0.83	0.86	0.52
CAB	1	1	1	1
APT	1	1	1	1
LID	0.83	0.83	0.92	0.85
COP	1	1	1	1
RED	1	1	1	1
GC	0.71	0.71	0.82	0.53
SOC	1	1	1	1
EXT	1	1	1	1
COB	1	1	1	1
INT	1	1	1	1
IP	0.75	0.81	0.84	0.57
INS	1	1	1	1
INP	1	1	1	1
INO	1	1	1	1

Nota: Elaboración propia con resultados del software *SmartPLS*

Figura 37. Valores de alpha de Cronbach, rho_A, confiabilidad compuesta y Varianza Extraída Media; para las observaciones realizadas



7.4.5 Validez discriminante

La validez discriminante indica que las variables observadas deben tener una alta correlación con el constructo determinado de antemano, informando del grado en que un constructo es realmente diferente de otros constructos, esto siguiendo los estándares científicos fijados en la investigación (Hair et al., 2016).

En el primer criterio de calidad, las cargas cruzadas de un indicador sobre su constructo deben ser mayores (Hair et al., 2016). Dado que es un modelo de segundo orden, las cargas cruzadas de los constructos del modelo de primer orden se muestran en la Tabla 28; además, en la Tabla 29 se exponen los valores sobre las dimensiones que conforman el modelo de segundo orden. Se verifica que los valores corresponden a su constructo o dimensión, lo que descarta un problema de validez discriminante

Tabla 28. Análisis de cargas cruzadas para los constructos y dimensiones

	GC	CT	IP
APT04		0.81	
CAB33		0.63	
COP02		0.67	
LID07		0.81	
LID08		0.85	
RED06		0.49	
SOC03	0.73		
EXT07	0.72		
COB04	0.74		
INT04	0.74		
INO02			0.58
INP03			0.68
INS02			0.88
INS03			0.83

Nota: Elaboración propia con resultados del software *SmartPLS*

Tabla 29. Análisis de cargas cruzadas para las dimensiones

	CAB	APT	RED	LID	COP	SOC	EXT	COB	INT	INO	INP	INS
CAB01	1											
APT05		1										
RED07			1									
LID03				0.93								
LID04				0.92								
COP01					1							
SOC02						1						
EXT02							1					
COB02								1				
INT03									1			
INO01										1		
INP01											1	
INS01												1

Nota: Elaboración propia con resultados del software *SmartPLS*

El criterio Fornell-Larcker¹ es el método complementario para la determinación de la validez discriminante (Hair et al., 2016). Los índices diagonales de cada constructo son la raíz cuadrada de la varianza extraída media y los indicadores inferiores son calculados por la correlación entre la variable superior y la del renglón correspondiente. Hair et al. (2016) refieren que se debe valorar si la raíz cuadrada de cada constructo es mayor que sus correlaciones más altas con los demás constructos. La matriz resultante presenta un problema en cuanto a las capacidades tecnológicas y el liderazgo, lo que puede llevar a preguntarse que si hay una correlación significativa entre estos factores (véase el valor de 0.74 en la intersección entre LID y CT en la Tabla 30). En todos los demás resultados se cumple la restricción de calidad propuesto por este criterio. Implicaciones de este resultado son abordados en la discusión de hallazgos.

Tabla 30. Resultados del criterio de Fornell-Larcker

	APT	CAB	GC	COB	COP	CT	EXT	IP	INO	INP	INS	INT	LID	RED	SOC
APT	1														
CAB	0.31	1													
GC	0.44	0.16	0.73												
COB	0.22	0.01	0.54	1											
COP	0.33	0.27	0.58	0.24	1										
CT	0.52	0.36	0.7	0.4	0.74	0.72									
EXT	0.17	0.09	0.48	0.48	0.48	0.48	1								
IP	0.1	0.43	0.24	0.14	0.13	0.31	0.03	0.75							
INO	0.25	0.39	0.16	0.1	0.11	0.35	0.11	0.54	1						
INP	0.27	0.33	0.26	0.09	0.16	0.44	-0.05	0.59	0.29	1					
INS	0.03	0.25	0.22	0.07	0.03	0.3	-0.06	0.67	0.36	0.65	1				
INT	0.39	0.2	0.65	0.26	0.5	0.65	0.3	0.27	0.23	0.35	0.29	1			
LID	0.45	0.42	0.61	0.24	0.55	0.74	0.31	0.26	0.23	0.4	0.18	0.45	0.92		
RED	0.27	-0.16	0.37	0.41	0.33	0.42	0.45	0.02	0.1	-0.03	0.07	0.32	0.09	1	
SOC	0.35	0.06	0.75	0.34	0.4	0.58	0.32	0.08	0.14	0.23	0.22	0.45	0.51	0.28	1

Nota: Elaboración propia con resultados del software *SmartPLS*

¹ El criterio Fornell-Larcker es una medida de validez discriminante que compara la raíz cuadrada de la varianza media de cada construcción extraída con sus relaciones cortas con todas las demás construcciones del modelo (Hair et al., 2016).

7.5 Evaluación del modelo estructural

Una vez realizada la evaluación de los modelos de medida, se continúa con la evaluación del modelo estructural, lo que supone evaluar la capacidad predictiva del modelo y las relaciones entre los constructos (Hair et al., 2016). Cuando se revisa el modelo estructural, hay que considerar que el algoritmo PLS-SEM estima los parámetros de forma que se maximice la varianza explicada de las variables latentes que son dependientes, en este caso las correspondientes a la gestión del conocimiento y la innovación.

Los criterios básicos para valorar el modelo estructural con base en PLS-SEM son: valorar la colinealidad, la significancia y relevancia de las relaciones del modelo estructural (coeficientes de trayectoria o *path*), el nivel de los valores de los coeficientes determinación (R^2), el tamaño del efecto (f^2)², la relevancia predictiva (Q^2) y el tamaño del efecto (q^2) (Hair et al., 2016).

7.5.1 Evaluación de la colinealidad

La colinealidad se presenta en el análisis de regresión cuando dos o más variables están ampliamente correlacionadas y no permiten una explicación del fenómeno a estudiar (Hair et al., 2016). Así en el análisis PLS-SEM, es un indicador del efecto que tienen las variables independientes sobre el error estándar de un coeficiente de regresión y se validan con el valor de inflación de la varianza (VIF); los valores grandes de VIF también indican un alto grado de colinealidad o multicolinealidad entre las variables independientes (Hair, Black, Babin, y Anderson, 2014). Se deben considerar valores de tolerancia del VIF por debajo de dos para ser aceptados como explicación del fenómeno (Hair et al., 2016).

En la Tabla 31 se observa que el VIF es menor al valor señalado de dos en cada uno de los renglones.

² Tamaño del Efecto (f^2), es una medida utilizada para evaluar el impacto relativo de una construcción predictiva en una construcción endógena (Hair et al., 2016).

Tabla 31. Estadísticos de colinealidad (VIF)

	APT	CAB	CC	COB	COP	CT	EXT	IP	INO	INP	INS	INT	LID	RED	SOC
APT	0	0	0	0	0	1.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAB	0	0	0	0	0	1.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COP	0	0	0	0	0	1.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LID	0	0	0	0	0	1.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RED	0	0	0	0	0	1.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EXT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC	0	0	0	1	0	0	1	1.96	0	0	0	1	0	0	1
CT	0	0	1	0	0	0	0	1.96	0	0	0	0	0	0	0
IP	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0

Nota: Elaboración propia con resultados del software *SmartPLS*

7.5.2 Coeficientes de trayectoria (*path*) del modelo estructural

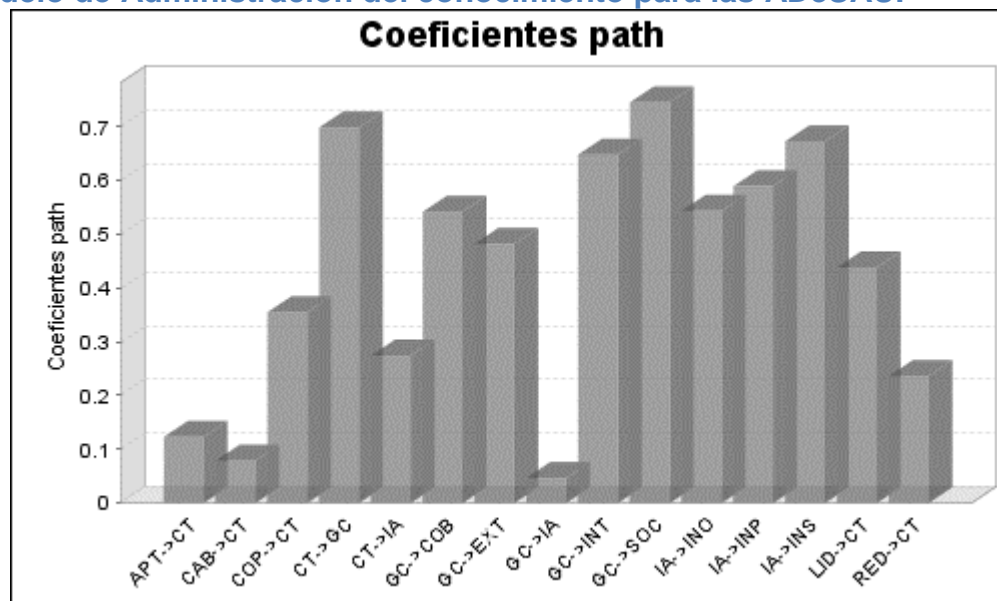
Como se mencionó en el ajuste del modelo (apartado 7.5.2), se realizaron análisis previos de los ítems y se descartaron aquellos que median el mismo fenómeno relacionado al código abierto y software propietario y cuyas cargas fueron menores de 0.7. Sólo se mantuvieron aquellos que mantienen la parsimonia del modelo y cuyo valor sea menor a lo indicado. Los valores de las trayectorias calculadas por el algoritmo PLS tienen valores estandarizados entre -1 (relación inversa fuerte) y +1 (relación positiva fuerte). Mientras más cercanos estén a cero los valores pierden significancia. Los valores de los indicadores se obtienen por la técnica de *bootstrapping*, en esta técnica se estima el modelo a partir de una serie de submuestras aleatorias (habitualmente sobre los 5000) donde los parámetros estimados se usan para obtener valores estándar de las estimaciones. Con este procedimiento se solventa la posible falta de normalidad de los valores y se considera *bootstrapping* no paramétrico para probar la significación de los coeficientes (Davison y Hinkley, 1997, Efron y Tibshirami, 1986, citados por Hair et al.,2016). Los coeficientes de trayectoria (*path*) se muestran en la Tabla 32 y su resultado gráfico en la Figura 38.

Tabla 32. Coeficientes de trayectoria (path) del Modelo de Administración del conocimiento para las ADeSAU

	COB	COP	CT	EXT	GC	IP	INO	INP	INS	INT	SOC
APT			0.123								
CAB			0.790								
COP			0.355								
LID			0.439								
RED			0.236								
CT					0.699	0.274					
GC	0.542			0.482		0.046				0.648	0.746
IP							0.544	0.589	0.673		

Nota: Elaboración propia con resultados del software *SmartPLS*

Figura 38. Valores estandarizados de los coeficientes de trayectoria (path) del Modelo de Administración del conocimiento para las ADeSAU.



Nota: Gráficos tomados del software *SmartPLS* como resultado de ejecución del algoritmo PLS sobre el modelo propuesto.

Con base en la Tabla 32, y analizando las relaciones del modelo interno (entre capacidades tecnológicas (CT), gestión del conocimiento (GC) e innovación pública (IP)), se observa que la variable independiente CT tiene una relación directa y más fuerte sobre la GC (0.699), mantiene una relación directa y más débil sobre la IP (0.274), lo que implica que la CT impacta fuerte y positivamente sobre la GC. A su vez la IP es afectada en forma

poco significativa por la CG (0.046) e incluso puede ser descartable al aplicar un intervalo de confianza y no se tienen elementos para determinar el impacto positivo.

7.5.3 Análisis de bondad de ajuste

En la interpretación de los intervalos de confianza, es necesario verificar la significancia de todas las relaciones del modelo estructural. Este análisis nos permitirá examinar los valores y determinar el no rechazo de las hipótesis estadísticas planteadas. La técnica de *bootstrapping*, señala los errores estándar de los coeficientes de trayectoria para evaluar la significancia estadística, esto es obtener una discrepancia entre la matriz de correlación implicada por el modelo y la matriz de correlación empírica.

En la Tabla 33 se observan las relaciones significativas del modelo (un valor $p < 0.10$). De acuerdo con el modelo principal (CT, GC y IP) la variable CT tiene una relación significativa con la GC, y la relación entre GT y la IP no tuvo la significancia por tener un valor de p mayor a 0.10.

Para las relaciones de los modelos secundarios se obtuvo lo siguiente.

El constructo de capacidades tecnológicas tiene una relación significativa con la dimensión de comunidades de práctica, liderazgo y red de conocimientos y colaboración. No se encuentra relaciones significativas con aprendizaje tecnológico y capacidad de absorción. A su vez, el referido a gestión del conocimiento mantiene relaciones significativas con todas sus dimensiones (socialización, exteriorización, combinación e internalización). Finalmente, el constructo de innovación pública a su vez tiene relaciones significativas con sus dimensiones, innovación de producto, de servicio y organizacional.

Tabla 33. Resultados del análisis de *bootstrapping*

	Muestra original	Media de la muestra	Desviación estándar	Estadísticos t	Valor P	Valor Significancia	Significancia
APT → CT	0.123	0.121	0.083	1.488	0.137		No
CAB → CT	0.079	0.081	0.077	1.029	0.304		No
COP → CT	0.355	0.345	0.102	3.492	0	<= 0.10	Si
LID → CT	0.439	0.457	0.109	4.024	0	<= 0.10	Si
RED → CT	0.236	0.235	0.078	3.049	0.002	<= 0.10	Si
GC → COB	0.542	0.544	0.111	4.87	0	<= 0.10	Si
GC → EXT	0.482	0.481	0.115	4.191	0	<= 0.10	Si
GC → INT	0.648	0.649	0.081	7.983	0	<= 0.10	Si
GC → SOC	0.746	0.746	0.065	11.474	0	<= 0.10	Si
IA → INO	0.544	0.551	0.103	5.271	0	<= 0.10	Si
IA → INP	0.589	0.589	0.121	4.865	0	<= 0.10	Si
IA → INS	0.673	0.666	0.114	5.896	0	<= 0.10	Si
CT → GC	0.699	0.709	0.056	12.544	0	<= 0.10	Si
CT → IP	0.274	0.299	0.165	1.66	0.097	<= 0.10	Si
GC → IP	0.046	0.033	0.185	250	0.802		No

7.5.4 Evaluación de los coeficientes de determinación

El valor del coeficiente de determinación (R^2) representa la cantidad de varianza del modelo estructural. Aunque el valor de R^2 varía de 0 a 1, los valores más cercanos al uno son deseados para los niveles de precisión del modelo, aunque depende del tipo de estudio y de la disciplina de investigación (Hair et al., 2016). Valores de R^2 de 0.20 se pueden considerar aceptables en estudios de comportamiento del consumidor, en estudios de satisfacción del cliente se esperan valores de 0.70 o más para ser importantes.

En la Tabla 34 se presentan los coeficientes de determinación del modelo principal, en capacidades tecnológicas (CT) se tiene 0.779 (valor alto), en gestión del conocimiento 0.489 (valor moderado) e innovación pública 0.095 (valor bajo). Estos valores se pueden considerar aceptables para estudios donde además de las dimensiones consideradas influyen gran cantidad de factores, como es el ambiente complejo en que se encuentran las ADeSAU de una macrouniversidad.

Tabla 34. Coeficientes de determinación del modelo principal

Constructo	R ²
CT	0.779
GC	0.489
IP	0.095

7.5.5 Valoración del tamaño del efecto

El tamaño del efecto (f^2) permite valorar la relevancia que los constructos y las dimensiones tienen a la hora de explicar las dependencias. Los resultados deben ser mayor que cero, de forma que los valores 0.02, 0.15 y 0.35 se consideran pequeño, moderado y grande (Hair et al., 2016).

En la Tabla 35 se observa que las dimensiones de aprendizaje tecnológico (APT) y capacidad de absorción (CAB) tienen un efecto pequeño sobre el constructo de capacidad tecnológica (CT) pues es de apenas 0.05. Igualmente, el correspondiente a la gestión del conocimiento tiene un efecto muy pequeño sobre la innovación pública (0.001). Se aprecia que el efecto de las CT sobre la IP es pequeño (0.04).

Tabla 35. Tamaño del efecto (f^2)

	APT	CAB	COB	COP	CT	EXT	GC	IP	INO	INP	INS	INT	LID	RED	SOC
APT					0.05										
CAB					0.02										
COP					0.35										
CT							0.96	0.04							
GC			0.42			0.3		0.001				0.73			1.25
IP									0.42	0.53	0.83				
LID					0.49										
RED					0.19										

7.6 Discusión de hallazgos

La Tabla 33 (Resultados del análisis de *bootstrapping*) contiene los valores obtenidos para determinar la significación de las hipótesis causales (H1-H4) establecidas en la sección 6.3.1 y de las complementarias del modelo de segundo orden (H5-H7) que se formularon en la sección 6.3.2.

A continuación, se presenta el resultado de la comprobación de las hipótesis, primero de las complementarias (H5-H7) cuyas dimensiones dan lugar a los constructos principales.

Primeramente, tomando la hipótesis H5, referente a las dimensiones que conforman las capacidades tecnológicas (CT), se encuentra que las dimensiones de comunidad de práctica (COP), liderazgo orientado al conocimiento (LID) y red de conocimientos y colaboración (RED), si están relacionadas positivamente con las CT. Respecto a las dimensiones de aprendizaje tecnológico (APT) y capacidad de absorción (CAB) no se pudieron encontrar su contribución hacia este constructo como se verifica en la Tabla 33 (*bootstrapping*). En la Tabla 32 (Coeficientes de trayectoria) se aprecia que todas las dimensiones tienen un valor significativo en la formación de este constructo, principalmente la CAB (0.790). Aunque la hipótesis es rechazada, se sugiere que un estudio futuro debe considerar la separación en dos constructos, uno con las capacidades “duras” referidas a las habilidades de los equipos de trabajo para absorber conocimiento externo (APT y CAB) y otro con habilidades “blandas”, respecto a la conformación de los equipos de trabajo en sus actividades de redes de actores (COP y RED). Se puede determinar que la dimensión liderazgo debe considerarse un elemento diferente, pues en la Tabla 30 (resultados del criterio Fornell-Larcker) no se encontraron criterios de validez discriminante respecto a esta dimensión.

Las hipótesis H6, respecto a las prácticas de gestión del conocimiento, se encontraron suficientes evidencias para no rechazar a la misma partir de las prácticas de socialización, exteriorización, combinación e internalización, a partir de encontrar relaciones significativas (véase la Tabla 33. Resultados del análisis de *bootstrapping*, columna significancia). En este sentido se aprecia el cumplimiento de la teoría relacionada con la gestión del conocimiento, respecto a las dimensiones del modelo SECI y que muestran significancia al verificar los renglones $GC \rightarrow COB$, $GC \rightarrow EXT$, $GC \rightarrow INT$, $GC \rightarrow SOC$. Su aportación al modelo se aplica al determinar valores de coeficientes de trayectoria importantes (Tabla 32), valores adecuados de colinealidad (Tabla 31) y cargas cruzadas correspondientes al constructo principal (Tabla 29).

De manera similar, la hipótesis H7 de innovación pública y su relación positiva con las dimensiones de innovación en producto, servicios y organización, cumplen con los criterios de evaluación Tabla 27 y de validez discriminante (véase la Tabla 28). Esta hipótesis tampoco se rechaza y su aportación al modelo se ajusta al cumplir los criterios de calidad tomados para el presente trabajo.

Continuando con el análisis de las hipótesis principales, la hipótesis H1 establece un efecto directo positivo de las capacidades tecnológicas (CT) con el desarrollo de prácticas de gestión del conocimiento (GC). Tomando con reserva lo comentado en la hipótesis H5, la Tabla 33 del análisis de bootstrapping, nos indica que hay una relación significativa entre estos constructos y que incluso esta relación tiene un efecto directo (coeficiente de trayectoria) de 0.699 que es muy alto (véase en la Tabla 32). El constructo de CT puede explicar el 0.489% (véase en la Tabla 34) de la varianza del constructo de GC. Esta hipótesis no es rechazable con base en esta disertación.

En la hipótesis H2, que indica el efecto directo positivo que tienen las CT sobre la innovación pública (IP), la Tabla 33 (análisis de bootstrapping) nos indica que hay una relación significativa entre estos constructos y que incluso esta relación tiene un efecto directo de 0.27 que es moderado. Esta hipótesis a su vez no es rechazable.

De manera similar, la hipótesis H3 del uso de prácticas de gestión del conocimiento y su efecto directo sobre la innovación pública, se encontró un efecto directo leve (0.046) como se aprecia en intersección GC y IP en la Tabla 32 de coeficientes de trayectoria. Esta hipótesis no se rechaza, ya que cumple con los criterios de calidad, pero la contribución es muy pequeña. Esto es importante para el análisis de la hipótesis H4 formulada a continuación.

Respecto a la hipótesis H4, que propone que la mediación de la gestión del conocimiento (GC) contribuye a explicar la relación entre las capacidades tecnológicas (CT) y la innovación pública (IP), se encuentra que el efecto principal encontrado en el modelo proviene de las capacidades tecnológicas con un efecto menor de la gestión del conocimiento. Aunque esta hipótesis no es validada al no cumplir con los criterios mínimos de calidad entre la relación entre gestión del conocimiento e innovación pública (Tabla 33),

es importante señalar que se puede utilizar esta referencia para realizar otro tipo de investigaciones que puedan dar luz sobre esta relación. Otra nota importante, y que puede ser consecuencia del ambiente complejo en que se desenvuelven las ADeSAU, es que el modelo sólo proporciona un poco menos del 10% de la varianza explicada que tienen las capacidades tecnológicas y la gestión del conocimiento.

Finalmente, con los resultados obtenidos se puede dar cumplimiento al objetivo principal de investigación, conforme a la cual se desarrolla y valida un modelo de administración del conocimiento que refiera la mediación de la gestión del conocimiento (GC) entre las capacidades tecnológicas (CT) y la innovación pública (IP) vinculada con las áreas que desarrollan software para la administración de una macrouniversidad.

Aunque se infiere una relación de mediación entre la GC, este es un fenómeno organizacional que es aplicado ya en forma sistemática en las ADeSAU de la UNAM. A partir de las observaciones y de los análisis realizados, estas prácticas ya están implementadas, muchas veces formalmente. Las CT están presentes en la relación, pero se observa que el peso directo es más importante sobre la innovación pública. Se concluye que el impacto de las CT es mayor y se convierten en prioritarias para el establecimiento de estrategias de desarrollo de las macrouniversidades.

Una consecuencia que se puede esperar a partir del presente trabajo, tras la identificación de las capacidades tecnológicas, de gestión del conocimiento y de innovación, es su incorporación como elementos importantes del plan estratégico, específicamente en su plan subsidiario de tecnologías de la información y comunicación. En la sección 4.4.4 *Institucionalización de prácticas organizacionales vinculadas al conocimiento* se discutió como realizar la sostenibilidad de la innovación a partir del enfoque de aprendizaje organizacional de Crossan (1999) y de los mecanismos de poder e influencia (Lawrence et al, 2005; Limba et al., 2019). Una conclusión que surge es que la diseminación del aprendizaje a través de la gestión del conocimiento tiene características de implementación de arriba hacia abajo (*top-down*) y para afianzarse e institucionalizarse debe recorrerse la implementación de abajo hacia arriba (*bottom-up*). Como lo señalan Limba et al. (2019), las políticas organizacionales desempeñan un papel

fundamental para garantizar que las innovaciones surgidas del aprendizaje organizacional no sólo se acepten, sino que también se institucionalicen dentro de la organización. Un agregado a las políticas, posterior a la institucionalización, y considerando el impacto en el entorno de la sociedad del conocimiento, es que estas fomenten la difusión de prácticas relacionadas con las capacidades organizacionales y la retroalimentación y el reconocimiento de las aportaciones del conocimiento en interesados externos a las macrouniversidades.

Capítulo 8. Conclusiones y líneas futuras de investigación

En la presente investigación se presentó un modelo de administración del conocimiento específico a unidades organizacionales intensivas en conocimiento, como son las áreas que desarrollan software para la administración (ADeSAU) en una macrouniversidad. Como elementos constitutivos o constructos del modelo de administración del conocimiento se propusieron las capacidades tecnológicas (CT), la gestión del conocimiento (GC) y la innovación pública (IP). Para la elaboración del modelo se realizó una investigación tipo mixta, con dos etapas cualitativas y otra cuantitativa.

Se buscó la corroboración conceptual del modelo con el soporte de un estudio de caso en las áreas de desarrollo de software administrativo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que fue apoyado en entrevistas semi-estructuradas a personal de otra macrouniversidad: la Universidad Nacional de Colombia (UNAL); sin embargo, previo a esta acción se requirió comprender el contexto de las macrouniversidades de América Latina y del caribe.

En consonancia se realizó un marco contextual, donde se buscó destacar el papel de la macrouniversidad latinoamericana en la sociedad del conocimiento, así como la importancia de la administración estratégica organizacional y de las tecnologías de la información. Se matizó la alineación que deben tener los planes estratégicos al papel nacional de las macrouniversidades para apoyar sus funciones sustantivas y al propósito de formar a los profesionales e investigadores que busquen la solución a los problemas nacionales. Acorde con este propósito las ADeSAU, a partir de la institucionalización de los aprendizajes, deben diseminar sus capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento al exterior de la macrouniversidad. Como primera conclusión de esta investigación —y que podría revalidarse con investigaciones futuras—, en las ADeSAU, la creación de políticas, compromisos éticos y reconocimientos deben ser impulsados para cumplir con el propósito de apoyar a la solución de problemas nacionales en el entorno latinoamericano.

En las etapas de la investigación se utilizaron varios métodos de análisis y de recopilación de la información, entre los que destacan los siguientes: el estudio de caso, el análisis socio-técnico con aportes de la Teoría Actor-Red (TAR), el análisis FODA, la entrevista semiestructurada, la encuesta y el análisis estadístico multivariado; siendo este último apoyado en el modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM).

En la primera etapa, el análisis socio-técnico con apoyo de la TAR permitió, además de visualizar a las ADeSAU y sus actividades en el contexto administrativo de una macrouniversidad, hacer patente que en el desarrollo de software y la implementación de sistemas informáticos exitosos en la organización pueden ser favorecidos a partir de la visualización de los actantes humanos, tecnológicos y sus relaciones; de este análisis pueden sobresalir como propiedades emergentes, las capacidades organizacionales distintivas y vinculadas al conocimiento organizacional.

En la realización de la segunda etapa, el enfoque de capacidades tecnológicas y su evolución en las ADeSAU de una macrouniversidad, fue materializado en una matriz de capacidades tecnológicas para estas unidades de análisis. La matriz de capacidades se convierte en una fuente para la realización de estudios organizacionales futuros, tanto de carácter longitudinal como comparativo. La escala de evaluación de la matriz de capacidades también queda como una propuesta de uso en estudios futuros.

En la tercera etapa de investigación, la propuesta de este modelo fue de carácter teórico-empírico e involucró varios retos que fueron afrontados en el desarrollo de la investigación. Se encontró que el estudio de los constructos (CT, GC e IP) se aborda principalmente en la literatura con orientación a la firma en países desarrollados; por esa razón se realizaron varios cambios orientados a la extensión de los conceptos teóricos para abarcar a las organizaciones públicas, con la consideración del entorno de las sociedades del conocimiento y la industrialización tardía en que se encuentran los países latinoamericanos.

Con respecto al marco teórico, se tuvo el reto de reflexionar en las aplicaciones conceptuales de los factores organizacionales considerados en la teoría de la firma para

abarcar en un enfoque holístico a la organización pública. Estas ampliaciones conceptuales permitieron discutir diferentes aristas, entre las que se mencionan: el valor de tipo social que deben dar como resultados la organización pública; la gestión del conocimiento en países de industrialización tardía, donde el conocimiento tecnológico proviene en su mayoría del exterior; bases incipientes de conocimiento organizacional; y el desarrollo de capacidades tecnológicas con un fuerte lazo al aprendizaje y a la adaptación. También se trabajó en el constructo teórico de la innovación para la organización pública y en particular, lo que es la innovación pública en una macrouniversidad. A estas consideraciones de sentido conceptual, hay que agregar como base, y desarrollado en el capítulo dos, el entorno complejo de la sociedad del conocimiento, que envuelve a las macrouniversidades nacionales, grandes instituciones latinoamericanas de carácter nacional, con funciones sustantivas de docencia, investigación, cultura y vinculación universitaria.

Ante este escenario, se planteó el modelo de administración del conocimiento y la realización de una revisión teórica exhaustiva donde se identificaron las relaciones entre los tres constructos principales que constituyen el modelo. En el mismo tenor, posteriormente se propuso una taxonomía de capacidades tecnológicas distintivas para las ADeSAU de una macrouniversidad compuesta por las dimensiones de capacidad de absorción, aprendizaje tecnológico, liderazgo, comunidad de práctica y red de conocimientos y colaboración. Entre los resultados obtenidos para el modelo, y que se discuten a continuación, se encuentra que esta taxonomía debe replantearse en futuras investigaciones y separarse conceptualmente en capacidades organizaciones que también son distintivas y concordantes con el análisis socio-técnico. Una propuesta es tipificar las capacidades por un lado en 'duras': capacidad de absorción y aprendizaje tecnológico; y en otra consideración en capacidades 'blandas': liderazgo; comunidad de práctica; y red de conocimientos y colaboración.

El modelo, propuesto con los fundamentos teóricos, establece una relación directa entre las capacidades tecnológicas que son distintivas y la innovación pública; relación mediada por la gestión del conocimiento. La validación estadística del modelo, sin

embargo, no pudo respaldar esta hipótesis. Como hallazgo de importancia, y sujeto a nuevas discusiones de investigación, se sugiere que las capacidades tecnológicas distintivas de la ADeSAU tienen un impacto grande sobre la innovación pública y que sobrepasa la relación directa entre gestión del conocimiento e innovación pública, minimizando su mediación en esta relación. Entre las explicaciones de este hallazgo, se propone que, dado el mayor número de constructos de capacidades tecnológicas que se identificaron taxonómicamente, el peso de su trayectoria fue mayor que el que aporta el constructo único de la gestión del conocimiento.

Esto último, permite determinar como resultado principal del estudio empírico, que la gestión del conocimiento, específicamente en entornos de conocimiento intensivo como el de las ADeSAU en una macrouniversidad, podría no tener la significancia estadística que se le da en las organizaciones, como mediadora entre la innovación y las capacidades organizacionales; al menos en unidades intensivas en conocimiento dentro de la organización pública. La gestión del conocimiento es importante, pero no se debe considerar como el único factor mediador. Otras capacidades como las que pensamos 'blandas' podrían configurarse como mediadoras en este sentido. Así se intuye que la gestión del conocimiento no es la única variable mediadora; el liderazgo, las comunidades de práctica y las redes de conocimiento pueden ser significativas en para las ADeSAU en una macrouniversidad latinoamericana. Esto abre una nueva línea de investigación.

Uno de las razones que originó la investigación es la visión integradora de los enfoques teóricos de que dan lugar a la gestión del conocimiento y las capacidades tecnológicas, como precondiciones de la innovación, sin importar particularmente si la organización es de tipo firma o pública; con una consideración apoyada fuertemente en el Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi (1999), que, como postulado principal, propone que el conocimiento es la causa de la ventaja competitiva y la innovación en la organización. En este sentido parece más acorde la visión de Hislop, el cual subraya: "*innovation processes involve more than just the creation of knowledge*"³ (2009, p. 118). Es importante mencionar que el Modelo SECI ha influido en una gran cantidad de artículos secundarios,

³ "los procesos de innovación implican algo más que la creación de conocimiento".

que utilizan la espiral de la transformación del conocimiento como un punto de inicio para investigaciones.

En particular, la relación mediadora de la gestión del conocimiento, entre capacidades de la organización y un resultado organizacional se apoyó en trabajos diversos del área de las Ciencias de la Administración y la Economía⁴. Aunque no se localizaron trabajos que específicamente trataran la mediación de la gestión del conocimiento respecto a capacidades tecnológicas e innovación, la hipótesis planteada fue considerada como lógica y plausible su comprobación teórica.

Sin embargo, aunque la significación estadística en el modelo de administración del conocimiento fue de pequeño efecto, se considera que la gestión del conocimiento debe considerarse como una capacidad tecnológica adicional de las ADeSAU, y el peso que aporta, junto con la capacidad de absorción, el aprendizaje tecnológico, el liderazgo orientado al conocimiento, las comunidades de práctica y las redes de colaboración y conocimiento, son de efecto directo y afectan de manera positiva a la innovación pública. Las implicaciones de que sólo afectan en un 9.5% en la varianza explicada de la misma innovación, indica la existencia de múltiples factores, resultado del entorno complejo en que están las ADeSAU y las propias macrouiversidades.

En este sentido este trabajo proporciona referentes para fundamentar que el resultado organizacional, ya sea innovación, desempeño, u otro de interés estratégico, está conformado por un constructo multidimensional complejo, con un papel relevante no sólo de la gestión del conocimiento, sino también de otras capacidades que son distintivas, que en el caso de la investigación fueron las tecnológicas.

Entre las aportaciones al conocimiento de la organización y la administración, se encuentran las siguientes:

⁴ Entre los resultados organizacionales que se presentan como resultados de la mediación de la gestión del conocimiento se encuentran: la efectividad organizacional (Cho y Korte, 2014), el desempeño innovador (Alegre, 2004).

1. La caracterización de la administración de una macrouniversidad como un sistema socio-técnico compuesto por actantes sociales y tecnológicos que se desglosa en las áreas que desarrollan software para la administración (ADeSAU) y las áreas de la atención administrativa. En este sentido las capacidades organizaciones distintivas son una propiedad emergente de la interacción entre personas, procesos y artefactos tecnológicos (software y hardware). La transferencia de los conocimientos de las ADeSAU hacia otros interesados necesariamente requiere la consideración de estas relaciones de actor-red.
2. Visibilidad de las ADeSAU de una macrouniversidad como unidades intensivas en conocimiento y de carácter estratégico, que debe estar alineado con los fines nacionales de estas grandes universidades y que pueden servir de referencia en la industria nacional de software.
3. El subsanado de la brecha de estudio de organizaciones públicas en relación con las capacidades tecnológicas, gestión del conocimiento e innovación.
4. La determinación relevante de que las ADeSAU no sólo son áreas de conocimientos de frontera en el uso del código abierto, sino que también pueden proporcionar recursos para la elaboración de software de investigación en macrouniversidades.
5. Soporte metodológico sobre la validez del instrumento de medida de las capacidades tecnológicas, gestión del conocimiento e innovación pública, por medio del modelado de ecuaciones estructurales en la modalidad de mínimos cuadrados parciales.

A partir del método de investigación seguido en el presente trabajo, se presentan algunas recomendaciones en la realización de investigaciones futuras de capacidades tecnológicas en áreas intensivas en conocimiento, en especial con foco en la organización pública:

- Se requiere realizar un análisis crítico de la realidad de las organizaciones latinoamericanas como parte de los países de industrialización tardía, en

particular respecto a la teoría, que está enfocada a consideraciones y necesidades de las grandes firmas multinacionales.

- La organización pública al igual que el sector privado desarrolla capacidades tecnológicas e innovación. La teoría al respecto puede ser de gran ayuda, pero es requerido igualmente analizar y separar factores que hacen a estas organizaciones diferentes.
- La recepción de observaciones de tipo multidisciplinario puede volverse enriquecedora en la elaboración del trabajo doctoral en la Ciencias de la Administración. Más allá de nuestra identidad y especialización académica, todas las ciencias, tanto las humanas como las “duras” tienen elementos de la administración presentes.
- Es fundamental realizar una revisión de las críticas establecidas a los modelos de la organización que han sido propuestos. Las Ciencias de la Administración también están evolucionando, a consecuencia también de que la organización es orgánica con capacidades en desarrollo y evolución. El cambio tecnológico está presente en esta evolución, pero igual de importante son los cambios de mentalidad (formas de trabajo, mayor inclusión, relaciones inter-culturales, etc.), sobre todo porque las organizaciones están formando parte de entornos que involucran más comunicaciones hacia el exterior, tanto local como global.
- El estudio inicial de las macrouiversidades realizado en el capítulo dos puede dar lugar a nuevos planteamientos de la administración estratégica de las TIC y la importancia del desarrollo de software en estas grandes organizaciones. La evaluación de los planes implementados y las diferencias entre estos puede dar lugar a discutir su efectividad y proponer mejoras en beneficio de las macrouiversidades.
- El tamaño de las ADeSAU, aunque es una población pequeña, no es una limitación para la formulación de estudios estadísticos. Aunque siempre es deseable una gran población y una muestra significativa, también es posible estudiar unidades organizacionales, sobre todo una intensiva en conocimiento.

- La técnica PLS-SEM con sus limitaciones de recursividad y del sentido de las correlaciones, fue muy adecuada para observar fenómenos organizacionales. Se recomiendan aplicar las observaciones de Cohen (1988) en un programa estadístico para determinar el poder estadístico, respecto al número de indicadores, el tamaño mínimo de población, etc.

Se subraya que, para el personal directivo de las ADeSAU, las recomendaciones del análisis en la UNAM pueden servir como referencia y están ampliamente documentadas en la sección 3.6.6. En síntesis, se proponen las siguientes recomendaciones generales respecto a estas áreas:

- En caso de que la macrouniversidad requiera establecer un análisis del costo-beneficio de las ADeSAU, con fundamento en el nivel de capacidades tecnológicas, se puede consultar el anexo H.
- El gobierno del desarrollo de software debe ser incluido en los planes estratégicos de TIC de cada universidad.
- El uso del código abierto no sólo permite acceder a los componentes para desarrollar sistemas, sino que también los grupos de desarrollo han planteado un conjunto de paradigmas que pueden ser incorporados a las áreas de desarrollo de software en general: innovación abierta, comunidades de práctica, técnicas de administración ágil, etc.
- Las capacidades de absorción permiten a las ADeSAU aprovechar racionalmente los cambios tecnológicos y otros que afectan el entorno de las macrouniversidades.
- El aprendizaje tecnológico es fundamental para que los equipos de trabajo de las ADeSAU adquieran habilidades y conocimientos específicos de las herramientas tecnológicas que se utilizan en el desarrollo de software.
- Las capacidades organizacionales del liderazgo de servicio y comunidades de práctica reflejadas en los métodos de la administración de proyectos para las ADeSAU, tanto con enfoques predictivos como ágiles, son complementarios para la planificación y ejecución de sistemas informáticos.

- Las oficinas de dirección de proyectos son fundamentales en la coordinación de las ADeSAU y deben ser consideradas también como oficinas de conocimiento, coordinación y control de los departamentos que integran a las ADESAU.
- Las redes de conocimiento y colaboración permiten que el personal de desarrollo de software en una macrouniversidad, compartan conocimientos y se relacionen con interesados internos y agentes externos.
- La gestión del conocimiento, en la forma de sus procesos de transformación, es una herramienta que permite la socialización y el resguardo del conocimiento organizacional para su utilización donde es requerida la acción.
- Los resultados organizacionales asociados a la innovación pública en una macrouniversidad son referidos al desarrollo de productos de software, a la simplificación y a la descentralización de procesos administrativos. Esta es una referencia para la generación de indicadores en tal sentido.

Finalmente, se espera que este trabajo se encuadre con la razón de ser de las macrouniversidades latinoamericanas, las cuales se caracterizan por su autonomía, alcance nacional, carácter público, impulsor y motor de conocimiento en diversos ámbitos; no solo de las ciencias, sino también de la técnica, las humanidades, la cultura, el deporte, etc. Acorde con este sentido, se determina que las ADeSAU, deben ser consideradas en los planes estratégicos, como fuente de origen de capacidades tecnológicas; estas capacidades, forjadas con recursos públicos deben ser notadas y difundidas con un compromiso ético, para alinear con el fin de las macrouniversidades; esto último con el propósito de formación de los profesionistas, los investigadores, y los recursos técnicos que colaboren en la búsqueda de soluciones a los problemas nacionales del ámbito latinoamericano.

Referencias

- Abernathy, W. J., y Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), 3–22. [http://doi.org/10.1016/0048-7333\(85\)90021-6](http://doi.org/10.1016/0048-7333(85)90021-6)
- Abreu, M. I., Matthes, F., y Steinhoff, A. (2011). Using Web 2.0 Technologies to Support Technology Surveillance in a University Context. *Proceedings of the 12th European Conference on Knowledge Management: ECKM2011*, 444.
- Acosta Prado, J. C., Longo-Somoza, M., y Fisher, A. L. (2013). Capacidades dinámicas y gestión del conocimiento en nuevas empresas de base tecnológica. *Cuadernos de Administración*, 26(47), 35–62. Recuperado a partir de http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/viewFile/7092/5659
- Addicott, R., McGivern, G., y Ferlie, E. (2006). Networks, organizational learning and knowledge management: NHS cancer networks. *Public Money and Management*, 26(2), 87–94. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9302.2006.00506.x>
- AIOU. (2016). Allama Iqbal Open University, An Overview. Recuperado a partir de <https://aiou.edu.pk/overview.asp>
- Akhavan, P., y Pezeshkan, A. (2014). Knowledge management critical failure factors: a multi-case study. *Vine*, 44(1), 22–41. <http://doi.org/10.1108/VINE-08-2012-0034>
- Alavi, M., y Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107–136. <http://doi.org/10.2307/3250961>
- Alegre, J. (2004). *La gestión del conocimiento como motor de la innovación: lecciones de la industria de alta tecnología para la empresa*. Barcelona: Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Altbach, P. (2003). Centers and peripheries in the academic profession: The special challenges of development countries. En A. P. (Ed.), *The decline of the Guru: The academic profession in developing and middle income countries*. Nueva York: Palgrave MacMillan.
- Álvarez, M. (2003). Competencias centrales y ventaja competitiva: el concepto, su evolución y su aplicabilidad. *Contaduría y Administración*, (209, abril-junio, 2003), 5–22. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Amayah, A. T. (2013). Determinants of knowledge sharing in a public sector organization. *Journal of Knowledge Management*, 17(3), 454–471. <http://doi.org/10.1108/JKM-11-2012-0369>
- Amin, A., y Roberts, J. (2008). Knowing in action: Beyond communities of practice.

- Research Policy*, 37(2), 353–369. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2007.11.003>
- Amit, R., y Schoemaker, P. J. H. (1993). Strategic Assets and Organizational Rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33–46. <http://doi.org/10.2307/2486548>
- Angulo, N. . (2017). *Glosario de la docencia en la sociedad del conocimiento*. Mexico D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Antonelli, C. (2018). *The Evolutionary Complexity of Endogenous Innovation: The Engines of the Creative Response*. Massachusetts, USA: Edward Elgar Publishing Limited.
- ANUIES. (2018). *Estado actual de las tecnologías de la Información y las comunicaciones en las instituciones de educación superior en México. Estudio 2018 / Coordinador de la obra José Luis Ponce López. Dirección de Producción Editorial*.
- Appelbaum, S. H. (1997). Socio-technical systems theory: an intervention strategy for organizational development. *Management Decision*, 35(6), 452–463.
- Arango, D. (2005). Aproximación Histórica a la Universidad Colombiana. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 7, 101–138.
- Arellano, D. (2004). *Gestión estratégica para el sector público. Del pensamiento estratégico al cambio organizacional*. FCE.
- Arellano, D., Leponte, W., Zamudio, E., y Blanco, F. (2012). *Sistemas de Evaluación del Desempeño para organizaciones públicas: ¿Cómo construirlos efectivamente?* Mexico D.F.: Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).
- Argote, L. (2005). Reflections on two views of managing learning and knowledge in organizations. *Journal of Management Inquiry*, 14(1), 43–48. <http://doi.org/10.1177/1056492604273179>
- Argyris, C. (2001). Sobre el aprendizaje organizacional / C. Argyris ; tr. por Guadalupe Meza Steines. México: Oxford University, 2001. Recuperado a partir de <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&AN=edsoai.644741383&lang=es&site=eds-live>
- Arias, A. (2004). Acumulación de capacidades tecnológicas: el caso de la empresa curtidora ALFA. *Investigación Económica*, julio-sept(249), 101–123.
- Arias, M. (2013). La sociedad del conocimiento en Argentina. Percepciones de académicos, empresarios y funcionarios. *Universitas Humanistica*, 76, 253–276.
- Arocena, R., y Sutz, J. (2016). Universidades para el desarrollo. *Policy papers. Foro CILAC 2016*, 16. Recuperado a partir de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-UnivParaDesarrollo.pdf>
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29(3), 155–173.

- ARWU. (2016). Academic Ranking of World Universities. Recuperado a partir de <http://www.shanghairanking.com>
- Astrachan, C. B., Patel, V. K., y Wanzenried, G. (2014). A comparative study of CB-SEM and PLS-SEM for theory development in family firm research. *Journal of Family Business Strategy*, 5(1), 116–128. <http://doi.org/10.1016/j.jfbs.2013.12.002>
- Athreye, S., Batsakis, G., y Singh, S. (2016). Local, global, and internal knowledge sourcing: The trilemma of foreign-based R&D subsidiaries. *Journal of Business Research*, 69(12), 5694–5702. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.02.043>
- Aubry, M., Müller, R., y Glückler, J. (2012). *Governance and Communities of PMOs*. *Project Management Journal* (Vol. 44). <http://doi.org/10.1002/pmj>
- Avolio, B. J. (1994). The “natural”: Some antecedents to transformational leadership. *International Journal of Public Administration*, 17(9), 1559. <http://doi.org/10.1080/01900699408524956>
- Avolio, B. J., Sosik, J. J., Kahai, S. S., y Baker, B. (2014). E-leadership: Re-examining transformations in leadership source and transmission. *Leadership Quarterly*, 25(1), 105–131. <http://doi.org/10.1016/j.leaqua.2013.11.003>
- Babbie, E. (1999). *Fundamentos de la investigación social*. International Thomson Editores.
- Balbachevsky, E. (2008). Incentivos y obstáculos al emprendedorismo académico. En S. Schwartzman (Ed.), *Universidad y desarrollo en Latinoamérica: experiencias exitosas de centros de investigación* (pp. 35–54).
- Barney, J. (1991). Firm Resources and sustained Competitive Advantage. *Journal of Composite Materials*, 17(1), 99–120. <http://doi.org/0803973233>
- Barrón, J. C., Cardiel, J., Hernández, M., Méndez, J. R., Méndez, J. S., Morales, R., y Petriz, M. A. (2015). *El entorno complejo de las organizaciones*. (Alfredo Díaz Mata, Ed.). FCA Publishing, UNAM.
- Barroso Castro, C., Cepeda Carrión, G., y Roldan Salgueiro, J. L. (2005). Investigar en economía de la empresa ¿partial least squares o modelos basados en la covarianza? *XIX Congreso Anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM*, (4), 1–10.
- Bass, B. M. (1990). From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. *Organizational Dynamics*, 18(3), 19–31. [http://doi.org/10.1016/0090-2616\(90\)90061-S](http://doi.org/10.1016/0090-2616(90)90061-S)
- Bass, B. M. (1997). Personal selling and transactional transformational leadership with effective leadership. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 17(3), 19–28.
- Bell, M., y Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 257

2(2).

- Benton, C., y Magnier-Watanabe, R. (2009). A structural model of knowledge management across borders. *PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings*, 949–958. <http://doi.org/10.1109/PICMET.2009.5262054>
- Bertalanffy, L. von. (1989). *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Betz, F. (2011). *Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change* (THIRD EDIT). John Wiley & Sons, Inc.
- Bider, I., y Jalali, A. (2016). *Agile business process development: why, how and when—applying Nonaka's theory of knowledge transformation to business process development*. *Information Systems and e-Business Management* (Vol. 14). <http://doi.org/10.1007/s10257-014-0256-1>
- Bienkowska, D., Larsen, K., y Sörlin, S. (2010). Public-private innovation: Mediating roles and ICT niches of industrial research institutes. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 12(2), 206–216. <http://doi.org/10.5172/impp.12.2.206>
- Bloch, C., y Bugge, M. M. (2013). Public sector innovation-From theory to measurement. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27(December), 133–145. <http://doi.org/10.1016/j.strueco.2013.06.008>
- Boyne, G. A., y Meier, K. J. (2009). Environmental turbulence, organizational stability, and public service performance. *Administration and Society*, 40(8), 799–824. <http://doi.org/10.1177/0095399708326333>
- Bratianu, C. (2010). A Critical Analysis of Nonaka's Model of Knowledge Dynamics. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 8(2), 193–200.
- Brunner, J. J. (2014). La idea de la universidad pública en América Latina: narraciones en escenarios divergentes. *Educación XX1*, 17(2). <http://doi.org/10.5944/educxx1.17.2.11477>
- Bryson, J. M., Ackermann, F., y Eden, C. (2007). Putting the resource-based view of strategy and distinctive competencies to work in public organizations. *Public Administration Review*, 67(4), 702–717. <http://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2007.00754.x>
- Burns, J. M. (1978). *Leadership*. New York: Harper Colophon Books.
- Butler, B. (2009). Successful Performance via Development and Use of Dynamic Capabilities. *Business Renaissance Quarterly*, 4, 21–37. <http://doi.org/Article>
- Cabrero, E., Arellano, D., y Amaya, M. de L. (2000). Cambio en organizaciones gubernamentales: innovación y complejidad. En *Reformando al gobierno: Una visión organizacional del cambio gubernamental* (pp. 137–168).

- Callon, M. (1981). The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle. En R. A. In: Callon M., Law J. (Ed.), *Mapping the Dynamics of Science and Technology* (pp. 19–34). Palgrave Macmillan, London. http://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-349-07408-2_2
- Canales, F. H., Alvarado, E. L., y Pineda, E. B. (1994). *Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud.
- Cangelosi, V. E., y Dill, W. R. (1965). Organizational Learning : Observations Toward a Theory. *Administrative Science Quarterly*, 10(2), 175–203.
- Carayannis, E. G., y Campbell, D. F. J. (2009). “Mode 3” and “Quadruple Helix”: Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3–4), 201–234.
- Carayon, P., Hancock, P., Leveson, N., Noy, I., Sznelwar, L., y van Hootegem, G. (2015). Advancing a sociotechnical systems approach to workplace safety – developing the conceptual framework. *Ergonomics*, 58(4), 548–564. <http://doi.org/10.1080/00140139.2015.1015623>
- Cárdenas, M. (2016). *Sustentabilidad y redes de conocimiento: Análisis con la teoría de grafos*. México D.F: Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carpizo, J. (2009). Transparencia , acceso a la información y universidad pública autónoma. *Universidades, Unión de Universidades de América Latina y el Caribe*, (43), 3–18.
- Casadesus-Masanell, R., y Llanes, G. (2009). Mixed Source. *Ssrn*, 57(7), 1212–1230. <http://doi.org/10.2139/ssrn.1474994>
- Castells, M. (1996). La Sociedad Red. En *La revolución de la tecnología de la información* (Alianza Ed, pp. 52–94).
- Castro, H. (2007). *Teoría y Práctica de la Calidad en la Gestión Administrativa*. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Catena, A., Ramos, M., y Trujillo, H. (2003). *Análisis multivariado: un manual para investigadores*. Madrid: Biblioteca Nueva. Recuperado a partir de <http://papers.uab.cat/article/view/v37-lozares-lopez>
- Cermeli, A. (2004). Strategic human capital and the performance of public sector organizations. *Scandinavian Journal of Management*, 20(4), 375–392. <http://doi.org/10.1016/j.scaman.2003.11.003>
- Chatti, M. A., Klamma, R., Jarke, M., y Naeve, A. (2007). The Web 2.0 driven SECI model based learning process. *Seventh IEEE International Conference on Advanced*

Learning Technologies, 5, 780–782. <http://doi.org/10.1109/ICALT.2007.256>

Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.

Chesbrough, H. (2007). Chesbrough - 2007 - Why companies should have Open Business Models.pdf. *Sloan Management Review*, 48(2).

Chiavenato, I. (1988). *Introducción a la teoría general de la administración*. Bogotá: McGraw Hill.

Chin, W. (1998). The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. En *Modern Methods for Business Research Edited by George A. Marcoulides*. Lawrence Erlbaum Associates Publisher.

Cho, T., y Korte, R. (2014). Managing knowledge performance: Testing the components of a knowledge management system on organizational performance. *Asia Pacific Education Review*, 15(2), 313–327. <http://doi.org/10.1007/s12564-014-9333-x>

CLAD. (2007). Modelo abierto de gestión para resultados en el sector público. *Revista del CLAD Reforma y Democracia - Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo*, 39, 149–210. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357533693007>

Clark, B. R. (2000). *Creando universidades innovadoras, Estrategias organizacionales para la transformación*. (Arturo Velázquez Jiménez y Arturo Souto Mantecón, Trad.). Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

Claver-Cortés, E., Zaragoza-Sáez, P., Úbeda-García, M., Marco-Lajara, B., y García-Lillo, F. (2018). Strategic knowledge management in subsidiaries and MNC performance. The role of the relational context. *Journal of Knowledge Management*, 22(5), 1153–1175. <http://doi.org/10.1108/JKM-07-2017-0305>

Coello, G., Cruz, J., Enríquez, R., Peñaloza, M., Pisanty, A., Ruiz, F., ... Voutssás, J. (2007). *Marco de Desarrollo Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México*.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

Cohen, W., y Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation Wesley M . Cohen ; Daniel A . Levinthal Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation. *Science*, 35(1), 128–152. <http://doi.org/10.2307/2393553>

Columbia University. (2016). Mission Statement. Recuperado a partir de <http://www.columbia.edu/content/mission-statement.htm>

CONACYT. (2017). Tabla de Investigadores Vigentes 2017 por Grado, Nivel, Género, Adscripción, Entidad Federativa y Área de Conocimiento. Consejo Nacional de

Ciencia y Tecnología. Recuperado a partir de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/sistema-naciona>

- Connor, K. R., y Prahalad, C. K. (1996). A resource-based theory of the firm: knowledge versus opportunism. *Organization Science*, 7(5), 477–501. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2826.1994.tb00634.x>
- Cook, S. D. N., y Brown, J. S. (1999). Bridging Epistemologies: The Generative Dance Between Organizational Knowledge and Organizational Knowing. *Organization Science*, 10(4), 381–400. <http://doi.org/10.1287/orsc.10.4.381>
- Cooper, C. E., Hamel, S. A., y Connaughton, S. L. (2012). Motivations and obstacles to networking in a university business incubator. *Journal of Technology Transfer*, 37(4), 433–453. <http://doi.org/10.1007/s10961-010-9189-0>
- Corona, L. (2015). *Índice Índico: Innovación, Difusión y Competitividad. Cuaderno de trabajo No. 04*. Mexico D.F.: Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cortés, A., y González, M. (2008). *Método científico y política social. A propósito de las evaluaciones cualitativas de programas sociales*. México: El Colegio de México.
- Creswell, J. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE.
- Crossan, M., Lane, H., y White, R. (1999). An Organizational Learning Framework: From Intuition to Institution. *The Academy of Management Review*, 24(3), 522. <http://doi.org/10.2307/259140>
- da Costa, G., y Carvalho, T. (2007). *Planejamento Estratégico para TI na USP*. Editora da Universidade de São Paulo: Editora Livraria da Física. Recuperado a partir de <https://www.google.com/books?id=oTAL1Joei1MC>
- da Cruz, N. F., y Marques, R. C. (2011). Viability of municipal companies in the provision of urban infrastructure services. *Local Government Studies*, 37(1), 93–110. <http://doi.org/10.1080/03003930.2010.548551>
- Damanpour, F., Walker, R. M., y Avellaneda, C. N. (2009). Combinative effects of innovation types and organizational Performance: A longitudinal study of service organizations. *Journal of Management Studies*, 46(4), 650–675. <http://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2008.00814.x>
- Daniel, S., Agarwal, R., y Stewart, K. (2006). An Absorptive Capacity Perspective of Open Source Software Development Group Performance. *Icis*, Paper 59. <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01527.x>
- Darroch, J. (2005). Knowledge management, innovation and firm performance. *Journal of Knowledge Management*, 9(3), 101–115. <http://doi.org/10.1108/13673270510602809>

- Davenport, T. H., DeLong, D. W., y Beers, M. (1998). Successful Knowledge Management Projects. *Sloan Management Review*, 39(2), 43.
- Davenport, T. H., y Prusak, L. (2001). *Conocimiento en acción. Como las organizaciones manejan lo que saben*. Prentice Hall.
- Dávila, A. (1995). Las perspectivas metodológicas cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales: debate teórico e implicaciones praxeológicas. En J. M. Delgado & G. J. (Eds.), *Métodos y Técnicas Cualitativas de Investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Síntesis.
- Delanty, G. (2001). The University in the Knowledge Society. *Organization*, 8(2), 149–153. <http://doi.org/10.1177/1350508401082002>
- Demircioglu, M. A., y Audretsch, D. B. (2017). Conditions for innovation in public sector organizations. *Research Policy*, 46(9), 1681–1691. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2017.08.004>
- Díaz, A. (2012). Tres aproximaciones a la Complejidad. *Contaduría y Administración*, 57(1), 241–264.
- Didriksson, A. (2002). Caracterización y Desarrollo de Las macrouniversidades de América Latina y el Caribe. *Iesalc-Unesco*, 1–86.
- Didriksson, A. (2006). La autonomía universitaria desde su contemporaneidad. *Universidades*, 31(enero-junio), 3–16.
- Didriksson, A. (2014). La universidad en la sociedad del conocimiento: hacia un modelo de producción y transferencia de conocimientos y aprendizajes. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, Universidade de Sorocaba*, noviembre(3), 549–559.
- Didriksson, A., y Herrera, A. (2009). La responsabilidad social en las macrouniversidades públicas de América Latina y el Caribe. *Universidades*, abr-jun(41), 11–26.
- Didriksson, A., Medina, E., Rojas, M., Bizzozero, L., y Hermo, J. (2008). Contexto global y regional de la educación superior en américa latina y el caribe. En *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (pp. 21–54). UNESCO.
- Dilworth, R. (1996). Institutionalizing Learning Organizations in the Public Sector. *Public Productivity & Management Review*, 19(4), 407–421. <http://doi.org/10.2307/3381001>
- Dirección General de Planeación. (2008). *Guía mínima para la elaboración de planes de desarrollo Institucional*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Donate, J., y Sánchez de Pablo, J. D. (2015). The role of knowledge-oriented leadership in knowledge management practices and innovation. *Journal of Business Research*, 68(2), 360–370. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.06.022>
- Donate, M. J., y Guadamillas, F. (2011). Organizational factors to support knowledge

- management and innovation. *Journal of Knowledge Management*, 15(6), 890–914. <http://doi.org/10.1108/13673271111179271>
- Dosi, G., Nelson, R. R., y Winter, S. (2003). *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. Oxford Scholarship Online. <http://doi.org/10.1093/0199248540.001.0001>
- Drucker, P. (1969). *The Age of Discontinuity. The Age of Discontinuity*. London: Cox & Wyman Ltd. <http://doi.org/10.4324/9781315130873>
- Duarte, P., y Amaro, S. (2018). Methods for modelling reflective-formative second order constructs in PLS: An application to online travel shopping. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*. <http://doi.org/10.1108/JHTT-09-2017-0092>
- Dunn, T. J., Baguley, T., y Brunsdén, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412. <http://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Dutrénit, G. (2004). Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay. *Science Technology & Society*, 9(2), 209–241. <http://doi.org/10.1177/097172180400900202>
- Dutrénit, G., y Vera-Cruz, A. (2005). Acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora. *Comercio Exterior*, 55(7), 574–585.
- Edge, K. (2005). Powerful public sector knowledge management: A school district example. *Journal of Knowledge Management*, 9(6), 42–52. <http://doi.org/10.1108/13673270510629954>
- Edmondson, A. C., y Nembhard, I. M. (2009). Product development and learning in project teams: The challenges are the benefits. *Journal of Product Innovation Management*, 26(2), 123–138. <http://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00341.x>
- Eindor, P., y Segev, E. (1978). Organizational context and success of management information-systems. *Management Science*, 24(10), 1064–1077. <http://doi.org/10.1287/mnsc.24.10.1064>
- Eldridge, S., y Navarro, J. C. (2008). Linking web technologies with customer response in the Spanish telecommunications industry. En D. Harorimana, D and Watkins (Ed.), *Proceedings of the 9th European Conference on Knowledge Management* (p. 173+).
- Erbes, A., Yoguel, G., y Robert, V. (2014). Regímenes tecnológico, de conocimiento y de competencia en diferentes formas organizacionales: la dinámica entre difusión y apropiación. En Robert & Yoguel (Ed.), *Tópicos de la teoría evolucionista y neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (vol 1)*. Miño y Dávila Editores.
- Erdogmus, H. (2008). 25 Years of Software History. *IEEE Software*, 25(6), 2–5. <http://doi.org/10.1109/MS.2008.140>

- Escobedo, M., Hernández, J., Estebané, V., y Martínez, G. (2016). Modelos de ecuaciones estructurales: Características, fases, construcción, aplicación y resultados. *Ciencia & trabajo*, 18(55), 16–22. <http://doi.org/10.4067/S0718-24492016000100004>
- Ethiraj, S. K., Kale, P., Krishnan, M. S., y Singh, J. V. (2005). Where do capabilities come from and how do they matter? A study in the software services industry. *Strategic Management Journal*, 26(1), 25–45. <http://doi.org/10.1002/smj.433>
- Etzkowitz, H. (2004). The evolution of the entrepreneurial university. *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(1), 64. <http://doi.org/10.1504/IJTG.2004.004551>
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., y Terra, B. R. C. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313–330. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4)
- Fernández, R., y Ontiveros, M. (s/f). Notas para una historia del cómputo en México, del CEE al CIMASS. Recuperado a partir de http://www.historiadelcomputo.unam.mx/files/40anos/memorias_40_anos/historia/his_notas.htm
- Ferreira, F. (2004). Governo que Aprende: Gestão do Conhecimento em Organizações do Executivo Federal. *IPEA - Texto para Discussão 1022*, 111. Recuperado a partir de http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4602
- Ferreira, F., y Olavo, C. (2016). Knowledge Management in the Public Sector : Maturity Levels of Federal Government Organizations in Brazil. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management*, 54–61.
- Figueiredo, P. N. (2002). Learning processes features and technological capability-accumulation: Explaining inter-firm differences. *Technovation*, 22(11), 685–698. [http://doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00068-2](http://doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00068-2)
- Figueiredo, Paulo N. (2011). The Role of Dual Embeddedness in the Innovative Performance of MNE Subsidiaries: Evidence from Brazil. *JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES*, 48(2, SI), 417–440. <http://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2010.00965.x>
- Florescu, D., y Fourny, G. (2013). JSONiq: The history of a query language. *IEEE Internet Computing*, 17(5), 86–90. <http://doi.org/10.1109/MIC.2013.97>
- Frank, D. J., y Meyer, J. W. (2007). University expansion and the knowledge society. *Theory and Society*, 36(4), 287–311. <http://doi.org/10.1007/s11186-007-9035-z>
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y Trow, M. (1994). La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas. Barcelona: Pomares.
- Gilbert, A., y Churchill, J. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing research*, 16(1), 64–73.

- Gillham, B. (2000). *Case study research: design and methods*. London and New York: Continuum.
- Giuri, P., Rullani, F., y Torrìsi, S. (2008). Explaining leadership in virtual teams: The case of open source software. *Information Economics and Policy*, 20(4), 305–315. <http://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2008.06.002>
- Glass, R. L. (2005a). “Silver Bullet” milestones in software history. *Communications of the ACM*, 48(8), 15–18. <http://doi.org/10.1145/1076211.1076225>
- Glass, R. L. (2005b). The first business application: A significant milestone in software history. *Communications of the ACM*, 48(3), 25–26. <http://doi.org/10.1145/1047671.1047696>
- Gold, A., Malhotra, A., y Segars, A. (2001). Knowledge management: An organizational capabilities perspective. *Journal of management information*, 18(1), 185–214.
- Grajek, S., y Reinitz, B. (2019). Getting Ready for Digital Transformation: Change Your Culture, Workforce, and Technology. Recuperado a partir de <https://er.educause.edu/articles/2019/7/getting-ready-for-digital-transformation-change-your-culture-workforce-and-technology>
- Grant, K. (2007). Tacit Knowledge Revisited – We Can Still Learn from Polanyi. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 5(2), 173–180.
- Grant, R. (1996). Prospering in Dynamically-Competitive Environments: Organizational Capability as Knowledge Integration. *Organization Science*, 7(4), 375–387. <http://doi.org/10.1287/orsc.7.4.375>
- Grant, R. M. (1996). Towards a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17, Winter(Winter), 109–122. <http://doi.org/10.2307/2486994>
- Grant, R. M., y Baden-Fuller, C. (1995). A Knowledge-Based Theory of Inter-Firm Collaboration. *Academy of Management Proceedings*, 1995(1), 17–21. <http://doi.org/10.5465/AMBPP.1995.17536229>
- Grant, Robert. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 33(3), 114–135. [http://doi.org/10.1016/S0149-2063\(99\)00037-9](http://doi.org/10.1016/S0149-2063(99)00037-9)
- Graue W., E. L. (2016). *Plan de desarrollo institucional 2015-2019*. Recuperado a partir de <http://www.rector.unam.mx/doctos/PDI-2015-2019.pdf>
- Gse, P. C., Gsd, S. E., Seas, G. F., Hms, R. F., Hbs, S. G., Huit, B. G., ... Whitehead, A. N. (2015). *Harvard University, CIO Council Updated IT Strategic Plan*. Recuperado a partir de http://huit.harvard.edu/files/huit/files/strategic_plan_update.pdf
- Gumusluoglu, L., y Ilsev, A. (2009). Transformational leadership, creativity, and organizational innovation. *Journal of Business Research*, 62(4), 461–473.

<http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2007.07.032>

- Gunther, R., Ming-Hone, T., Venkataraman, S., y MacMillan, I. C. (1996). Innovation competitive advantage and rent : a model and test. *Management Scienceience*.
- Gutiérrez, J. M., y Moreno, E. (2010). Desarrollo de las Universidades Públicas de Latinoamérica: una visión alternativa al modelo economicista de rentabilidad. *Actualidades Investigativas en Educación*.
- Hair, J. F., Black, W., Babin, B., y Anderson, E. (2014). *Multivariate Data Analysis*. Pearson New International Edition. http://doi.org/10.1007/978-3-319-01517-0_3
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., y Sarstedt, M. (2016). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) Second Edition.
- Hair, Joseph F, Risher, J. J., Sarstedt, M., y Ringle, C. M. (2018). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <http://doi.org/10.1108/eb-11-2018-0203>
- Harvey, G., Skelcher, C., Spencer, E., Jas, P., y Walshe, K. (2010). Absorptive capacity in a non-market environment. *Public Management Review*, 12(1), 77–97. <http://doi.org/10.1080/14719030902817923>
- Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. (2019). G*Power: Statistical Power Analyses for Windows and Mac. Recuperado a partir de <http://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower.html>
- Helms, R., y Buijsrogge, K. (2005). Knowledge network analysis: A technique to analyze knowledge management bottlenecks in organizations. *Proceedings - International Workshop on Database and Expert Systems Applications, DEXA, 2006(May)*, 410–414. <http://doi.org/10.1109/DEXA.2005.127>
- Hernández, H., Martuscelli, J., Moctezuma, D., Muñoz, H., y Narro, J. (2015). Los desafíos de las universidades de América Latina y el Caribe: ¿Qué somos y a dónde vamos? *Perfiles Educativos*, 37(147), 202–217.
- Hislop, D. (2009). *Knowledge management in organizations: A critical introduction*. Oxford : Oxford University Press.
- Hitt, M. A., Ireland, R. D., y Lee, H. U. (2000). Technological learning, knowledge management, firm growth and performance: An introductory essay. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 17(3–4), 231–246. [http://doi.org/10.1016/S0923-4748\(00\)00024-2](http://doi.org/10.1016/S0923-4748(00)00024-2)
- Holland, J. H. (1995). *HIDDEN ORDER, How Adaptation Builds Complexity*. New York: Addison-Wesley.
- Hossain, M. D., Moon, J., Kim, J. K., y Choe, Y. C. (2011). Impacts of organizational assimilation of e-government systems on business value creation: A structuration

- theory approach. *Electronic Commerce Research and Applications*, 10(5), 576–594. <http://doi.org/10.1016/j.elerap.2010.12.003>
- Hosseini, S. M. (2011). The application of SECI model as a framework of knowledge creation in virtual learning. *Asia Pacific Education Review*, 12(2), 263–270. <http://doi.org/10.1007/s12564-010-9138-5>
- Huang, N. T., Wei, C. C., y Chang, W. K. (2007). Knowledge management: Modeling the knowledge diffusion in community of practice. *Kybernetes*, 36(5–6), 607–621. <http://doi.org/10.1108/03684920710749703>
- Huizingh, E. K. R. E. (2011). Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, 31(1), 2–9. <http://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.10.002>
- Huseby, S. (2004). *Innocent Code: A security Wake-up Call for Web Programmers*. John Wiley & Sons.
- IGNOU. (2010). Indira Gandhi National Open University, Vision & Mission. Recuperado a partir de <http://www.ignou.ac.in/ignou/aboutignou/profile/4>
- IGNOU. (2014). Indira Gandhi National Open University, Preamble. Recuperado a partir de <http://www.ignou.ac.in/ignou/aboutignou/profile/2>
- IISUE. (2014). *Discursos de toma de posesión de los rectores de la Universidad Nacional Autónoma de México 1910-2011*. (J. R. G. T. Rojo, Ed.). Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ireland, R., y Webb, J. (2007). Strategic entrepreneurship: Creating competitive advantage through streams of innovation. *Business Horizons*, 50(1), 49–59. <http://doi.org/10.1016/j.bushor.2006.06.002>
- Jasso, J., y Marquina, L. (2013). Innovación en servicios: reflexiones en el sector de la salud pública en México. En *Ciencia, tecnología e innovación en el desarrollo de México y América Latina. Dinámicas de innovación y aprendizaje en territorios y sectores productivos, Tomo II*. Valle, M.; Mariño, A.; Núñez, I.(coords.). México: IIEC-UNAM.
- Jasso, J., y Ortega, R. (2007). Acumulación de capacidades tecnológicas locales en un grupo industrial siderúrgico en México. *Contaduría y Administración*, (223), 69–89.
- Joachim, N., Beimborn, D., y Weitzel, T. (2013). The influence of SOA governance mechanisms on IT flexibility and service reuse. *Journal of Strategic Information Systems*, 22(1), 86–101. <http://doi.org/10.1016/j.jsis.2012.10.003>
- Johansen, O. (1994). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. Limusa Noriega Editores.
- Jones, O. (2006). Developing absorptive capacity in mature organizations: The change agent's role. *Management Learning*, 37(3), 355–376.

<http://doi.org/10.1177/1350507606067172>

- Kaplan, R., y Norton, D. (1992). The Balanced Scorecard—Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71–79.
- Kay, J. (2003). *Foundations of Corporate Success: How Business Strategies Add Value*. Oxford University Press.
- Kaya, T., y Dey, P. (2016). Knowledge Innovation in Non-Governmental Organizations : A Cross-Country Comparison. *17th Conference on European Conference on Knowledge Management European Conference on Knowledge Management*, 429–437.
- Klein, P. G., Mahoney, J. T., McGahan, A., y Pitelis, C. (2011). Resources, Capabilities, and Routines in Public Organizations. *SSRN Electronic Journal*. <http://doi.org/10.2139/ssrn.1550028>
- Kline, S. J., y Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*, 14, 640.
- Kling, R., y Lamb, R. (2005). IT and organizational change in digital economies. *ACM SIGCAS Computers and Society*, 29(3), 17. <http://doi.org/10.1145/572183.572189>
- Koenigsberger, G. (2014). *Los inicios de internet en México*. México, D.F. : UNAM, Coordinación de Investigación Científica : UNAM, Dirección General de Divulgación de la Ciencia : UNAM, Instituto de Astronomía : UNAM, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías y Comunicación, 2014. Recuperado a partir de <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001685854&lang=es&site=eds-live>
- Kostoska, M., Gusev, M., y Ristov, S. (2014). Interoperability Challenges Among University Electronic Services Systems. En G. Biljanovic, P and Butkovic, Z and Skala, K and Golubic, S and CicinSain, M and Sruk, V and Ribaric, S and Gros, S and Vrdoljak, B and Mauher, M and Cetusic (Ed.), *2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 710–715). 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE.
- Krogh, G. Von. (2012, enero 2). Knowledge Sharing in Organizations: The Role of Communities. *Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management*. <http://doi.org/doi:10.1002/9781119207245.ch19>
- Kuprenas, J. A. (2003). Implementation and performance of a matrix organization structure. *International Journal of Project Management*, 21(1), 51–62.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. (Ediciones Morata S.L., Ed.). Madrid , España.
- Laihonen, H., y Mäntylä, S. (2018). Strategic knowledge management and evolving local government. *Journal of Knowledge Management*, 22(1), 219–234. <http://doi.org/10.1108/JKM-06-2017-0232>

- Lane, P. J., y Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 19(5), 461–477. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199805\)19:5<461::AID-SMJ953>3.3.CO;2-C](http://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5<461::AID-SMJ953>3.3.CO;2-C)
- Latour, B. (1992). *Ciencia En Accion. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad.*
- Latour, B. (2008). *Reensamblando los social: una introducción a la teoía del actor-red.* Ediciones Manantial. Buenos Aires: Manantial.
- Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora: los estudios de la ciencia.* *Science Studies.* <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Latour, Bruno. (1999). On Recalling Ant. *The Sociological Review*, 47(1_suppl), 15–25. <http://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1999.tb03480.x>
- Lawrence, T., Mauws, M., Dyck, B., y Kleysen, R. (2005). the Politics of Organizational Learning: Integrating Power Into the 4I Framework. *Academy of management review*, 30(1), 180–191. <http://doi.org/10.2307/20159102>
- Leonard-Barton, D. (1992). Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development. *Strategic Management Journal*, 13, 111–125.
- Leonard-Barton, D. (2008). A Dual Methodology for Case Studies: Synergistic Use of a Longitudinal Single Site with Replicated Multiple Sites. *Organization Science*, 1(3), 248–266. <http://doi.org/10.1287/orsc.1.3.248>
- Lewin, K., Lippitt, R., y White, R. K. (1939). Patterns of Aggressive Behavior in Experimentally Created “Social Climates”. *The Journal of Social Psychology*, 10(2), 271–299. <http://doi.org/10.1080/00224545.1939.9713366>
- Liden, R. C., Wayne, S. J., Zhao, H., y Henderson, D. (2008). Servant leadership: Development of a multidimensional measure and multi-level assessment. *Leadership Quarterly*, 19(2), 161–177. <http://doi.org/10.1016/j.leaqua.2008.01.006>
- Liebowitz, J., y Chen, Y. (2003). Knowledge-sharing proficiencies: the key to knowledge management. En C. W. Holsapple (Ed.), *Handbook on Knowledge Management 1: Knowledge Matters* (pp. 409–424). Springer-Verlag.
- Limba, R. S., Hutahayan, B., Solimun, S., y Fernandes, A. (2019). Sustaining innovation and change in government sector organizations: Examining the nature and significance of politics of organizational learning. *Journal of Strategy and Management*, 12(1), 103–115. <http://doi.org/10.1108/JSMA-10-2017-0075>
- Lin, H.-F. (2007). Knowledge sharing and firm innovation capability: An empirical study. *International Journal of Manpower*, 28(3–4), 315–332. <http://doi.org/10.1108/01437720710755272>
- Loeb, S., Dynarski, S., McFarland, D., Morris, P., Reardon, S., y Reber, S. (2017).

- Descriptive Analysis in Education: A Guide for Researchers. *U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences. National Center for Education Evaluation and Regional Assistance*, (March), 1–40. <http://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.5.550>
- Luna, M., y Casas, R. (2003). Enfoque para el análisis de redes y flujos de conocimiento. En *Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenidos, un enfoque de redes* (p. 390). Barcelona, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lundvall, B.-A. (2016). National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. En *The Learning Economy and the Economics of Hope* (pp. 85–106). London; New York: Anthem Press.
- Malerba, F. (1992). Learning by Firms and Incremental Technical Change Author (s): Franco Malerba Published by : Wiley on behalf of the Royal Economic Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2234581> Accessed : 20-07-2016 14 : 38 UTC, 102(413), 845–859.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning: Special Issue: Organizational Learning: Papers in Honor of James G. March. *Organization Science*, 2(1), 71–87.
- Markus, M. L. (2001). Toward a Theory of Knowledge Reuse: Types of Knowledge Reuse Situations and Factors in Reuse Success. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 57–93. Recuperado a partir de <http://10.0.4.56/07421222.2001.11045671>
- Márquez, C. (2015). *Análisis de la innovación en servicios de hospitales maternos públicos en Toluca, Estado de México para el periodo 2010-2014*.
- Marquina, L. (2007). *Gobernanza Global del Comercio Electrónico en Internet*.
- Marquina, L. (2012). Gobierno electrónico e innovación en los gobiernos. *Revista de Administración Pública*, XLVII(3), 15–33.
- Marsiske, R. (2004). Historia de la autonomía universitaria en América Latina. *Perfiles educativos [online].*, 26(105–106), 160–167.
- Marsiske, R. (2010). La autonomía universitaria, Una visión histórica y latinoamericana, XXXII, 9–26.
- Martín Carbajal, M. de la L., Cruz Ovando, I., y Rivera Guerra, D. D. (2016). Innovación, generación de capacidades tecnológicas y competitividad empresarial de Mipymes del sector manufacturero en la Ciudad de Morelia. *Economía y sociedad*, 35(20), 21–48. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=51049433002>
- Massaro, M., Dumay, J., y Garlatti, A. (2015). Public sector knowledge management: A structured literature review. *Journal of Knowledge Management*, 19(3), 530–558. <http://doi.org/10.1108/JKM-11-2014-0466>
- Matusik, S. F., y Heeley, M. B. (2005). Absorptive capacity in the software industry:

- Identifying dimensions that affect knowledge and knowledge creation activities. *Journal of Management*, 31(4), 549–572. <http://doi.org/10.1177/0149206304272293>
- McAndrew, P., Glow, D., Taylor, J., y Aczel, J. (2004). The evolutionary design of a knowledge network to support knowledge management and sharing for lifelong learning. *British Journal of Educational Technology*, 35(6), 739–746. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2004.00431.x>
- McCullagh, P., y Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models*, Second Edition. London and New York: Chapman and Hall/CRC Monographs on Statistics and Applied Probability Series.
- Melgoza, R., y Álvarez, M. (2012). Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la manufactura de autopartes en México. *Contaduría y administración*, 57(3), 147–174. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-10422012000300007&script=sci_arttext
- Méndez, J. S., Paz, F., Vera, P. S., Barrón, J. C., Cruz, L., Gallardo, A., y Cardiel, J. (2012). *El Enfoque De La Complejidad: Diversas Perspectiva*. (Alfredo Díaz Mata, Ed.) LIBRUNAM.
- Midha, V., y Bhattacharjee, A. (2012). Governance practices and software maintenance: A study of open source projects. *Decision Support Systems*, 54(1), 23–32. <http://doi.org/10.1016/j.dss.2012.03.002>
- Ministério da Educação. (2018). Número de pós-graduandos cresce no Brasil. Recuperado a partir de <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/180-estudantes-108009469/pos-graduacao-500454045/2583-sp-2021081601>
- Mintzberg, H. (1994). *The Rise and Fall of Strategic Planning: Reconceiving Roles for Planning, Plans, Planners*. New York: Toronto: Free Press; Maxwell Macmillan Canada.
- Miranda, X., Lopez, G., Aupetit, S., Guarga, R., Parkins, L., y Siufi, G. (2008). Integración regional e internacionalización de la educación superior en américa latina y el caribe. En *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (pp. 179–240). UNESCO.
- MIT. (2015). Mission, Massachusetts Institute of Technology. Recuperado a partir de <http://web.mit.edu/facts/mission.html>
- Mochi, P. (2002). La industria del software en México. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 35(137), 41–58.
- Mochi, P. (2006). *La industria del software en México en el contexto internacional y latinoamericano*. Cuernavaca, Morelos: CRIM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Mowery, D., Oxley, J., y Silverman, B. S. (1996). Practical Experiences With the Morgensen Sizer and Current Design Trends. *Strategic Management Journal*, 17(1996), 77–91.
- Mulgan, G. (2007). Ready or not? Taking innovation in the public sector seriously. *NESTA Provocation*, 03(April).
- NEIES. (2013). Estadísticas Universitarias Argentinas. Núcleo de Estudios e Investigaciones en Educación Superior del MERCOSUR. Recuperado a partir de http://informacionpresupuestaria.siu.edu.ar/DocumentosSPU/Anuario_2013.pdf
- Nelson, R., Dosi, G., Helfat, C. E., Pyka, A., Saviotti, P. P., Lee, K., ... Winter, S. (2018). *Modern Evolutionary Economics: An overview. An Overview of Modern Evolutionary Economics*.
- Nelson, R. R. (1991). Why do firms differ, and how does it , matter ? *Strategy*, 12(S2), 61–74. <http://doi.org/10.1002/smj.4250121006>
- Nelson, R. R. (2018). Economics from an Evolutionary Perspective. En *Modern Evolutionary Economics: An Overview. Editado por Nelson, Richard; Dosi, Giovanni; Helfat, Constance E.; Pyka, Andreas; Saviotti, Pier Paolo; Lee, Keun; Dopfer, Kurt; Malerba, Franco y Winter, Sidney*;
- Nelson, R. R., y Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change. Cambridge MA Belknap* (Vol. 93). <http://doi.org/10.2307/2232409>
- Newell A. (1982). The Knowledge Level. *Artificial Intelligence*, 18, 87–127.
- Newell, S., Robertson, M., Scarbrough, H., y Swann, J. (2009). *Managing Knowledge Work and Innovation. R&D Management*. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00656.x>
- Nguyen, H. N., y Mohamed, S. (2011). Leadership behaviors, organizational culture and knowledge management practices: An empirical investigation. *Journal of Management Development*, 30(2), 206–221.
- Noh, M., Kim, H., y Jang, H. (2014). Learning performance and business performance of knowledge management organizations: The moderating effect of technological capability. *Information Development*, 32(3), 637–654. <http://doi.org/10.1177/0266666914564629>
- Nonaka, I. (1991). The Knowledge-Creating Company. *Harvard Business Review*, (November-December), 96–104.
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Oxford University Press.
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (2000). La empresa creadora de conocimiento. *Gestión del conocimiento*, 1–9.
- Nonaka, I., y Toyama, R. (2003). The knowledge-creating theory revisited: knowledge

- creation as a synthesizing process. *Knowledge Management Research & Practice*, 1(1), 2–10.
- Nooteboom, B. (1999). Innovation , organisation learning and industrial, 23(2), 127–150.
- ODHE. (2019). About the Ohio Department of Higher Education. Recuperado a partir de <https://www.ohiohighered.org/board>
- OECD/Eurostat. (2005). *Manual de Oslo: directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación*. (Gobierno Regional de Madrid, Trad.).
- OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Paris/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing. <http://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- OECD. (2005). *Oslo Manual. European Communities* (Vol. Third edit). <http://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Oficina del Abogado General. (2001). *Compendio de Legislación Universitaria, 1910-2001. Vol. I*. Dirección General de Estudios de Legislación Universitaria, UNAM.
- Oktaba, H., y Vázquez, A. (2006). *MoProSoft: A software process model for small enterprises. Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies*. <http://doi.org/10.4018/978-1-59904-906-9.ch008>
- Oracle. (2019). Oracle Java SE Licensing FAQ. Recuperado a partir de <https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/oracle-jdk-faqs.html>
- Orlikowski, J. (1992). The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. *Organization Science*, 3(3), 398–427.
- Ortiz, D., Rodríguez, F., y Coello, C. (2008). Computadoras Mexicanas: una breve reseña técnica e histórica.
- Ortiz, M., y Morales, M. (2011). La extensión universitaria en América Latina: concepciones y tendencias. *Educación y educadores*, 14(2), 349–366.
- Paasivaara, M., y Lassenius, C. (2014). Communities of practice in a large distributed agile software development organization - Case Ericsson. *Information and Software Technology*, 56(12), 1556–1577. <http://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.06.008>
- Page, S. E. (2008). Agent-Based Models. En S. N. Durlauf & L. E. Blume (Eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics* (pp. 47–52). Palgrave Macmillan, London. http://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-349-58802-2_16
- Pawlowski, S., y Robey, D. (2004). Bridging User Organizations: Knowledge Brokering and the Work of Information Technology Professionals. *MIS Quarterly*, 28(4), 645–672. <http://doi.org/10.2307/25148658>

- Pemsel, S., y Wiewiora, A. (2013). Project management office a knowledge broker in project-based organisations. *International Journal of Project Management*, 31(1), 31–42. <http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.03.004>
- Penrose, E. (1962). *Teoría del crecimiento de la empresa*. Madrid: Aguilar.
- Pérez, C. (2004). Technological Revolutions, Paradigm Shifts and Socio–institutional Change. *Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics, Working Paper No. 20. The Other Canon Foundation/ Tallinn University of Technology*, 217–242.
- Pérez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms'. *Cambridge Journal of Economics*. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185–202. Recuperado a partir de http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/Revoluciones_tecnologicas_y_paradigmas_tecnoeconomicos.pdf
- Perkmann, M., y Walsh, K. (2007). University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259–280. <http://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00225.x>
- Pinto, J. de J. (2007). Sistemas de gestión de competencias basados en capacidades y recursos y su relación con el sistema SECI de Gestión del conocimiento, realizadas por las pequeñas empresas de Urola Medio (España). *Estudios Gerenciales*, 23(105), 13–38.
- Platón. (1988). *Diálogos IV República*. (GREDOS, Ed., C. Eugers Lan, Trad.) (1ra ed.). Barcelona, España.
- PMI. (2017a). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos: Guía del PMBOK. Sexta Edición*. Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2017b). *Guía práctica de ágil*. Project Management Institute, Inc.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. New York, USA: Double Day & Company, Inc. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-7506-9718-7.50010-X>
- Polanyi, M. (2005). *Personal Knowledge* (1962a ed.). London, UK. <http://doi.org/10.1136/bmj.332.7534.129>
- Popper, K. R. (2008). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Prahalad, C. K., y Hamel, G. (1990). The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79–91. http://doi.org/10.1007/3-540-30763-X_14
- Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. McGrawHil.
- Princeton University. (2004). Information Technology At Princeton In The 21ST Century: A Strategic Direction. Recuperado a partir de <http://www.princeton.edu/oit/about/OITstrategicplan.pdf>

- Princeton University. (2016). Princeton University Strategic Framework. Recuperado a partir de <http://www.princeton.edu/strategicplan/files/PrincetonStrategicPlanFramework2016.pdf>
- Probst, G., Raub, S., y Romhardt, K. (2001). *Administre el conocimiento*. (Pearson Educación, Ed.). México.
- Project Management Institute Inc. (2008). *Guía De Los Fundamentos Para La Dirección De Proyectos (Guía Del PMBOK)* (Quita Edic).
- Pucciarelli, F., y Kaplan, A. (2016). Competition and strategy in higher education: Managing complexity and uncertainty. *Business Horizons*, 59(3), 311–320. <http://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.01.003>
- Ramírez, A. M., Morales, V. J. G., y Aranda, D. A. (2012). Knowledge creation and flexibility of distribution of information. *Industrial Management & Data Systems*, 112(2), 166–185. <http://doi.org/10.1108/02635571211204245>
- Ratten, V. (2016). Service Innovations in Cloud Computing: A Study of Top Management Leadership, Absorptive Capacity, Government Support, and Learning Orientation. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(4), 935–946. <http://doi.org/10.1007/s13132-015-0319-7>
- Reicher, S. D., Haslam, S. A., y Platow, M. J. (2007). The New Psychology of Leadership. *Scientific American Mind*, 18, 22–29.
- Richards, G. S., y Duxbury, L. (2015). Work-Group Knowledge Acquisition in Knowledge Intensive Public-Sector Organizations: An Exploratory Study. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 25(4), 1247–1277. <http://doi.org/10.1093/jopart/muu034>
- Riege, A., y Lindsay, N. (2006). Knowledge management in the public sector: Stakeholder partnerships in the public policy development. *Journal of Knowledge Management*, 10(3), 24–39.
- Riemenschneider, C. K., Allen, M. W., Armstrong, D. J., y Reid, M. F. (2010). Potential absorptive capacity of state it departments: A comparison of perceptions of cios and it managers. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 20(1), 68–90. <http://doi.org/10.1080/10919390903482325>
- Rincón, H. (2004). La evaluación de la transferencia de conocimiento en la relación de cooperación Universidad-Empresa: una visión desde el contexto de la sociedad del conocimiento. *Visión Gerencial*, 1(1995), 34–44. Recuperado a partir de http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/25038/2/articulo_4.pdf
- Ringle, C. M., Wende, S. y Becker, J. M. (2015). SmartPLS 3. Boenningstedt: SmartPLS GmbH, <http://www.smartpls.com>.

- Rivera, M. A., Robert, V., y Yoguel, G. (2009). Cambio tecnológico, complejidad e instituciones: el caso de argentina y México.
- Rivera, M., Ranfla, A., y Bátiz, J. L. (2010). Aprendizaje tecnológico en empresas de software en México. Cuatro territorios locales: Guadalajara, Tijuana, Mexicali y Distrito Federal. *Economía Teoría y Práctica*, (33), 97–139. <http://doi.org/10.24275/etypuam/ne/332010/rivera>
- Robert, V., y Yoguel, G. (2010). La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico. *Desarrollo Económico*, 50(199), 423–453. Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/41219127>
- Robert, Verónica, y Yogel, G. (2013). El enfoque de la complejidad y la economía evolucionista de la innovación. *Filosofía de la Economía*, 1(1), 87–130.
- Rojas, M. (2009). La responsabilidad cultural de la universidad pública. Latinoamérica. *Revista de estudios Latinoamericanos*, 48, 9–28.
- Ruiz, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao, España: Universidad de Deusto.
- Ruiz, W. (2016). Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes, 288. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/52496/1/98628148.2016.pdf>
- Sadowski, B. M., Sadowski-Rasters, G., y Duysters, G. (2008). Transition of governance in a mature open software source community: Evidence from the Debian case. *Information Economics and Policy*, 20(4), 323–332. <http://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2008.05.001>
- Sampedro, J. L. (2011). *Conocimiento y Empresa: la industria del software en México*. Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.
- Sanchez, R., y Collins, R. P. (2001). Competing and Learning in Modular Markets. *Long Range Planning*, 34(6), 645–667. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(01\)00099-1](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0024-6301(01)00099-1)
- Santoro, M. D., y Chakrabarti, A. K. (2002). Firm size and technology centrality in industry–university interactions. *Research Policy*, 31, 1163–1180. Recuperado a partir de [http://10.0.3.248/S0048-7333\(01\)00190-1](http://10.0.3.248/S0048-7333(01)00190-1)
- Sawyer, S., y Hossein, M. (2014). The Sociotechnical perspective. En H. Topi & A. Tucker (Eds.), *Information Systems and Information Technology* (Vol. 2, pp. 1–39).
- Schacht, S., y Maedche, A. (2016). A Methodology for Systematic Project Knowledge Reuse. En J. Razmerita, Phillips-wren (Ed.), *Innovations in Knowledge Management* (pp. 19–44). Springer.
- Schein, E. (1982). *Psicología de la Organización*. Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

- Schneier, B. (1995). *Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C*. (S. Edition, Ed.). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Schumpeter, J. A. (2007). Theory of Economic Development. *Bloomsbury Business Library - Management Library*, 98. Recuperado a partir de <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=26659641&lang=es&site=eds-live>
- SCRUMstudy. (2017). *Cuerpo de Conocimientos de Scrum (Guía SBOK)*. (SCRUMstudy, Ed.). Recuperado a partir de www.scrumstudy.com
- Secretaria de Estado da Educação e da Saúde Pública. (1934). *DECRETO N.º 6.283 DE 25 DE JANEIRO DE 1934*. Secretaria de Estado da Educação e da Saúde Pública.
- Senge, P. (2011). *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Buenos Aires: Granica.
- SEP. (2017). Sistema Nacional de Información Estadística Educativa, Secretaría de Educación Pública. Recuperado a partir de http://www.sniesep.gob.mx/estadisticas_educativas.html
- Shane, S. (2002). Selling University Technology: Patterns from MIT. *Management Science*, 48(1), 122–137. <http://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.122.14281>
- Shi, J., y Zhang, Q. (2016). The Research of University-industry Knowledge Innovation Alliance based on Actor Network Theory, (Icassr 2015), 371–373. <http://doi.org/10.2991/icassr-15.2016.100>
- Shongwe, M. (2013). Using the SECI model to analyze knowledge creation in students' software teams. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, ECKM, 2*(Bailin 1997), 626–633.
- Simon, H. (1982). *El comportamiento administrativo: Estudio de los procesos decisivos en la organización administrativa*. Aguilar.
- Song, J. H., y Kolb, J. A. (2009). The influence of learning culture on perceived knowledge conversion: An empirical approach using structural equation modelling. *Human Resource Development International*, 12(5), 529–550. <http://doi.org/10.1080/13678860903274505>
- Sosa, J. (2011). *Transparencia y rendición de cuentas*. Mexico D.F.: Siglo XXI, editores.
- Spector, P. E. (2013). *Survey design and measure development. The Oxford handbook of quantitative methods (Vol 1): Foundations (Vol. 1)*. <http://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199934874.013.0009>
- Srivardhana, T., y Pawlowski, S. D. (2007). ERP systems as an enabler of sustained business process innovation: A knowledge-based view. *Journal of Strategic Information Systems*, 16(1), 51–69. <http://doi.org/10.1016/j.jsis.2007.01.003>

- Stanford University. (2012). IT Services Strategic Plan, 1–4. Recuperado a partir de [https://uit.stanford.edu/sites/default/files/2013/02/19/ITS Strategic Plan 2012-rev.pdf](https://uit.stanford.edu/sites/default/files/2013/02/19/ITS%20Strategic%20Plan%202012-rev.pdf)
- Stanford University. (2014). IT Services 2014-15 Strategic Goals And Initiatives. Recuperado a partir de <https://uit.stanford.edu/sites/default/files/2014/10/10/DirMgr-091514-Goals-100614.pdf>
- Stewart, T. (2009). Prologue, General Socio-Technical Theory. En *Handbook of Research on Socio-Technical Design and Social Networking Systems* (pp. 1–2). Information Science Reference.
- Stiglitz, J. . (2008). Principal and Agent (ii). En S. N. Durlauf & L. E. Blume (Eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. (pp. 637–638). Palgrave Macmillan, London. http://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-349-58802-2_1339
- Su, N. M., Wilensky, H. N., y Redmiles, D. F. (2012). Doing business with theory: Communities of practice in knowledge management. *Computer Supported Cooperative Work*, 21(2–3), 111–162. <http://doi.org/10.1007/s10606-011-9139-x>
- Sundbo, J., y Gallouj, F. (2000). Innovation as a loosely coupled system in services. *International Journal of Services Technology and Management*, 1(1), 15. <http://doi.org/10.1504/IJSTM.2000.001565>
- SUNY. (2019). The State University of New York The nation’s largest comprehensive system of higher education. Recuperado a partir de <https://www.suny.edu/about/>
- Sveiby, K. E., y Simons, R. (2002). Collaborative climate and effectiveness of knowledge work – an empirical study. *Journal of Knowledge Management*, 6(5), 420–433. <http://doi.org/10.1108/13673270210450388>
- Szulanski, G. (1996). Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 27–43. <http://doi.org/10.1002/smj.4250171105>
- Takeuchi, H., y Nonaka, I. (1986). The new new product development game. *Harvard Business Review*, (January-February), 137–146.
- Talancón, H. P. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12(1), 113–130. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29212108>
- Tamayo, C., Delgado, J., y Penagos, J. (2009). Génesis del campo de Internet en Colombia: elaboración estatal de las relaciones informacionales. *Signo y Pensamiento*, (54), 238–264.
- Tarapuez, E., Osorio, H., y Parra, R. (2012). Burton Clark y su concepción acerca de la universidad emprendedora. *Tendencias: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*, 13(2), 103–118.

- Tatnall, A., y Gilding, A. (1999). Actor-network theory in information systems research. En *Proc. 10th Australasian Conference on Information Systems* (pp. 955–966). <http://doi.org/10.4018/978-1-59140-553-5.ch009>
- Tedre, M. (2009). The Social Study of Computer Science. En *Handbook of Research on Socio-Technical Design and Social Networking Systems*. Information Science Reference.
- Teece, D. J. (2004). Knowledge and competence as strategic assets. *Handbook on Knowledge Management 1: Knowledge Matters*, 40(3), 129–152. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-24746-3_7
- Teece, D. J., Pisano, G., y Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and strategic management, 18(7), 509–533.
- Teece, D., y Pisano, G. (1994). The Dynamic Capabilities of Firms. *Industrial and Corporate Change In Ind Corp Change*, 3(3), 537–556. <http://doi.org/10.1093/icc/3.3.537-a>
- The University of Chicago. (2014a). Assessing Strategic Institutional Objectives at The University of Chicago, Effectively Communicating Financial Strategies to the Board. Recuperado a partir de <http://www.nacubo.org/Documents/Executing and Explaining Strategic Institutional Objectives.pdf>
- The University of Chicago. (2014b). IT Services, Annual report 2013-14, (June 2012).
- Thompson, A. A., y Strickland, A. J. (1994). *Dirección y administración estratégicas: conceptos, casos y lecturas*. Argentina ; México : Addison Wesley.
- Tiwana, A. (2000). *The Knowledge Management Toolkit: Practical Techniques for Building a Knowledge Management System*. (Information technology / Prentice Hall, Ed.).
- Tizkar, A., y Abdul, A. (2018). IKML approach to integrating knowledge management and learning for software project management. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(3), 1–13. <http://doi.org/10.1080/14778238.2018.1474165>
- Todorova, G., y Durisin, B. (2007). Absorptive capacity: Valuing a reconceptualization. *Academy of Management Review*, 32(3), 774–786. <http://doi.org/10.5465/AMR.2007.25275513>
- Tomás, M., Borrell, N., Castro, D., Feixas, M., Bernabeu, D., y Fuentes, M. (2010). *La cultura innovadora de las universidades. Estudio de casos*.
- Torres, A. (2006). Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(5), 12–24.
- Trist, E. (1981). *The evolution of socio-technical systems. Occasional paper* (Vol. 2). <http://doi.org/0-7743-6286-3>

- Trist, E. L., y Bamforth, K. W. (1951). Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting: An Examination of the Psychological Situation and Defences of a Work Group in Relation to the Social Structure and Technological Content of the Work System. *Human Relations*, 4(1), 3–38. <http://doi.org/10.1177/001872675100400101>
- UBA. (2011a). Censo de Docentes 2011, Universidad de Buenos Aires. Recuperado a partir de <http://www.uba.ar/institucional/censos/Docentes2011/docentes2011-final.pdf>
- UBA. (2011b). Censo de Estudiantes 2011, Universidad de Buenos Aires. Recuperado a partir de <http://www.uba.ar/institucional/censos/Estudiantes2011/estudiantes2011.pdf>
- UBA. (2011c). Censo de Estudiantes 2011, Universidad de Buenos Aires.
- UBA. (2017). Visto bueno del presupuesto, Universidad de Buenos Aires. Recuperado a partir de http://www.uba.ar/archivos_uba/2016-08-17_5410-16.pdf
- UCB. (2016a). Campus IT Action Plan, UC Berkeley. Recuperado a partir de <https://technology.berkeley.edu/action-plan>
- UCB. (2016b). Operating Principles, UC Berkeley. Recuperado a partir de <http://vcaf.berkeley.edu/what-we-do/leading-best-practices/operating-principles>
- UCR. (2016). Plan Estratégico Institucional en Tecnologías de Información 2016-202. Recuperado a partir de https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2016/%0APEITI_2016.pdf%0A
- UNAL. (2013). Estadísticas e Indicadores de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de http://www.onp.unal.edu.co/ADMON_ONP/ADJUNTOS/20141211_112012_2013_Revista_Indicadores_y_estadisticas_2014dic11.pdf
- UNAL. (2014). Universidad Nacional de Colombia, Naturaleza. Recuperado a partir de <http://unal.edu.co/la-universidad/naturaleza.html>
- UNAL. (2015a). Estadísticas Docentes, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Estadisticas/Estadisticas_Docentes_Marzo_2015.pdf
- UNAL. (2015b). Excelencia académica, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de <http://unal.edu.co/formacion/estudiar-en-la-universidad.html>
- UNAL. (2015c). Excelencia académica, Universidad Nacional de Colombia.
- UNAL. (2018a). Anteproyecto de Presupuesto 2018 Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de http://gerencia.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/Proyecto_Presupuesto_2018_Aprobado_CSU.pdf

- UNAL. (2018b). Plan Estratégico de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (PETI). Recuperado a partir de http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=87115
- UNAL. (2018c). Plan Estratégico de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (PETI).
- UNAL. (2018d). Portal de la Universidad Nacional Colombia. Recuperado a partir de <http://unal.edu.co/>
- UNAL. (2018e). Portal de la Universidad Nacional Colombia.
- UNAM. (1966). *Ley orgánica y estatuto general de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado a partir de <http://www.dgelu.unam.mx/o1.htm>
- UNAM. (2001). *Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma De México*. Recuperado a partir de <http://abogadogeneral.unam.mx/PDFS/COMPENDIO/96.pdf>
- UNAM. (2014). *Indicadores de desempeño para facultades y escuelas de educación superior*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- UNAM. (2015). Directores Académicos. Recuperado a partir de <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/organizacion/directores-academicos>
- UNAM. (2016). *Políticas y Normas de Operación Presupuestal 2016*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- UNAM. (2017a). Acervo histórico del cómputo en la UNAM, cronología. Recuperado a partir de <http://www.historiadelcomputo.unam.mx/cronologia.html#.XYLXimZ7mUI>
- UNAM. (2017b). Aprueba la UNAM su presupuesto para 2017, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado a partir de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_860.html
- UNAM. (2018a). *Agenda Estadística, Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado a partir de <http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2018/pdf/Agenda2018.pdf>
- UNAM. (2018b). *Plan Maestro de Tecnologías de Información y Comunicación*. Recuperado a partir de <http://www.planmaestrotic.unam.mx/>
- UNAM. (2019a). Coordinación de Difusión Cultural: Quiénes Somos. Recuperado a partir de <https://www.cultura.unam.mx/secciones/QuiénesSomos>
- UNAM. (2019b). Historia de los Sistemas de Administración Escolar. Dirección General de Administración Escolar, UNAM. Recuperado a partir de <https://www.dgae-siae.unam.mx/acerca/historia.html>

- UNAM. (2019c). Oferta educativa nivel Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado a partir de <https://www.dgae.unam.mx/planes/licenciatura.html>
- UNAM. (2019d). Portal de Estadística Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado a partir de <http://www.estadistica.unam.mx/numeralia/>
- UNAM. (2019e). Rector, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado a partir de <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/organizacion/rector>
- UNAM. (2019f). Sedes en el Extranjero. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado a partir de <https://www.unaminternacional.unam.mx/es/organizacion/sedes>
- UNCTAD. (2012). *Informe sobre la economía de la información 2012. La industria del software y los países en desarrollo. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.*
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento.* [http://doi.org/ISBN 92-3-304000-3](http://doi.org/ISBN%2092-3-304000-3)
- Universidad de Buenos Aires. (1960). *Estatuto universitario de la Universidad de Buenos Aires (documento institucional).* Universidad de Buenos Aires. Recuperado a partir de http://repositoriوبا.sisbi.uba.ar/gsdل/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=normauba&cl=CL1&d=HWA_444
- Universidad Veracruzana. (2015). Plan Estratégico de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (PETIC). Recuperado a partir de <https://colaboracion.uv.mx/rept/files/2016/01/003/PETIC-2015-VF.PDF>
- University of Cambridge. (2016). The University's mission and core values. Recuperado a partir de <https://www.cam.ac.uk/about-the-university/how-the-university-and-colleges-work/the-universitys-mission-and-core-values>
- University of Oxford. (2007). Information and Communications Technology Strategic Plan, 2005-06 to 2009-10, (March 2007). Recuperado a partir de http://www.ict.ox.ac.uk/strategy/plan/ICT_Strategic_Plan_March2007.pdf
- University of Oxford. (2013). University of Oxford Strategic Plan 2013-18. Recuperado a partir de https://www.ox.ac.uk/sites/files/oxford/field/field_document/Strategic_Plan_2013-18.pdf
- UPR. (2017). Plan Estratégico de la Universidad de Puerto Rico (UPR) 2017-2022. Recuperado a partir de <http://www.upr.edu/plan-estrategico-upr-2017-2021/>
- USP. (s/f). A Computação na Poli – 20 anos antes do PCS, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- USP. (2017a). Anuario estadístico, Universidad de São Paulo. Recuperado a partir de <https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle>

- USP. (2017b). Anuario estadístico, Universidad de São Paulo.
- USP. (2017c). Proposta de Distribuição Orçamentária 2017, Universidad de São Paulo. Recuperado a partir de http://www.usp.br/codage/files/orc2017/POUSP2017_aprov.pdf
- USP. (2017d). Proposta de Distribuição Orçamentária 2017, Universidad de São Paulo.
- Valaei, N., Nikhashemi, S. R., y Javan, N. (2017). Organizational factors and process capabilities in a KM strategy: toward a unified theory. *Journal of Management Development*, 36(4), 560–580. <http://doi.org/10.1108/JMD-04-2016-0057>
- van Dierendonck, D. (2011). Servant leadership: A review and synthesis. *Journal of Management*, 37(4), 1228–1261. <http://doi.org/10.1177/0149206310380462>
- van House, N. (2004). Theory Science and Technology Studies and Information Studies. *Annual Review of Information Science and Technology*, 38(1), 1–86. <http://doi.org/10.1002/aris.1440380102>
- Vargas, A. (2006). Aprendizaje y Construcción de Capacidades Tecnológicas. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(5), 12–24. Recuperado a partir de <http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art27>
- Vargas, T. (2012). Capacidades tecnológicas para la innovación en la industria del software: un caso de éxito. *Economía y Sociedad*, 17(42), 33–51.
- Velázquez, A. (2000). Nota introductoria. En *Creando universidades innovadoras, Estrategias organizacionales para la transformación*. Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vera, T. P., y Morillo, J. P. (2007). La complejidad del análisis documental. *Información, Cultura y Sociedad*, (16), 55–81.
- Vilalta, C. (2016). *Análisis de Datos*. CIDE, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C.
- Wenger, E. (2000). Communities of practice and social learning systems. *Organization*, 7(2), 225–246. <http://doi.org/10.1177/135050840072002>
- Wernerfelt, B. (1984). A Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171–180. <http://doi.org/10.1002/smj.4250050207>
- Wiig, K. M. (1994). *Knowledge management : the central management focus for intelligent-acting organizations* (Schema Pre). Arlington, TX.
- Winter, S. G. (2000). The Satisficing Principle in Capability Learning. *Strategic Management Journal*, 21, 981–996. [http://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<981::AID-SMJ125>3.0.CO;2-4](http://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<981::AID-SMJ125>3.0.CO;2-4)

- Wu, H. (2017). Analysis of current situation and Countermeasures of information construction in university educational administration system, (Fetms), 10–14.
- Yeung, A., Ulrich, D., Nason, S., y Von Glinow, M. A. (2000). *Las capacidades de aprendizaje en la organización*. México D.F: Oxford University Press.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (Sixth). Sage Publications, Inc.
- Yoguel, G., y Robert, V. (2013). El enfoque de la complejidad y la economía evolucionista de la innovación. *Filosofía de la Economía*, 1(2013), 87–130. Recuperado a partir de <http://www.econ.uba.ar/www/institutos/ciece>
- Yu, C. P., Zhang, Z. G., y Shen, H. (2017). The effect of organizational learning and knowledge management innovation on SMEs' technological capability. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 5475–5487. <http://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00842a>
- Zaccaro, S. J., Mumford, M. D., Connelly, M. S., Marks, M. A., y Gilbert, J. A. (2000). Assessment of leader problem-solving capabilities. *Leadership Quarterly*, 11(1), 37–64. [http://doi.org/10.1016/S1048-9843\(99\)00042-9](http://doi.org/10.1016/S1048-9843(99)00042-9)
- Zambrano, A. (2017). *Factores de impacto de las tecnologías de información en la gestión de las Instituciones de Educación Superior públicas de México*. Univesidad Autónoma de Nuevo León.
- Zapata, F. (2017). Design Capabilities in Software Innovation Settings. En H. Kocaoglu, DF and Anderson, TR and Daim, TU and Kozanoglu, DC and Niwa, K and Perman, G and Steenhuis (Ed.), *Portland international conference on management of engineering and technology (PICMET)*. New York, USA: IEEE.
- Zheng, W., Yang, B., y McLean, G. N. (2010). Linking organizational culture, structure, strategy, and organizational effectiveness: Mediating role of knowledge management. *Journal of Business Research*, 63(7), 763–771. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.06.005>

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la UNAM	22
Tabla 2. Supuestos de la investigación	31
Tabla 3. Matriz de Congruencia metodológica	32
Tabla 4. Definiciones relacionadas con la problemática de investigación	33
Tabla 5. Datos de cuatro macrouniversidades latinoamericanas	48
Tabla 6. Ejemplo de las actividades, técnicas y herramientas que utilizan las ADeSAU de la UNAM para desarrollar un sistema informático	84
Tabla 7 Análisis FODA de la Administración Universitaria	87
Tabla 8 Matriz FODA para el diagnóstico de las ADeSAU en la UNAM.....	90
Tabla 9 Análisis del sistema socio-técnico complejo de la administración universitaria.....	104
Tabla 10. Encabezado de la matriz de capacidades tecnológicas de Dutrénit y Vera- Cruz (2005).....	118
Tabla 11. Extensión de la Teoría de Recursos y Capacidades de la firma para la organización pública	123
Tabla 12. Autores consultados para la determinación de constructos capacidades tecnológicas para las ADeSAU de una macrouniversidad.....	125
Tabla 13 Capacidades de absorción tecnológica con relación con las áreas que desarrollan software.....	129
Tabla 14. Vinculación entre los procesos de aprendizaje y los procesos de gestión del conocimiento	148
Tabla 15. Innovación y competencia de la organización	151
Tabla 16. Categorías funcionales para identificar el tipo de innovación del proceso de negocios de acuerdo con el Manual de Oslo (2018).....	153
Tabla 17 Organización de métodos multivariantes adaptado de Hair et al. (2016) .	175
Tabla 18. Operacionalización del constructo de capacidades tecnológicas.....	200

Tabla 19. Operacionalización de la gestión del conocimiento	201
Tabla 20. Operacionalización de la Innovación pública.....	202
Tabla 21. Dependencias del subsistema administrativo universitario y sus áreas que desarrollan software para la administración universitaria	203
Tabla 22 Matriz de capacidades tecnológicas referida a las ADeSAU de una macrouniversidad.....	209
Tabla 23. Índice de capacidades tecnológicas para la industria maquiladora de exportación	213
Tabla 24 Componentes del Índice Índico y adaptación de Márquez (2015).....	215
Tabla 25. Propuesta de Índice de capacidades tecnológicas para las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad	216
Tabla 26. Maestrías estudiadas por el personal que desarrolla software en las ADeSAU del Subsistema Administrativo de la UNAM	224
Tabla 27. Índice de confiabilidad compuesta para las observaciones realizadas ...	231
Tabla 28. Análisis de cargas cruzadas para los constructos y dimensiones	233
Tabla 29. Análisis de cargas cruzadas para las dimensiones	233
Tabla 30. Resultados del criterio de Fornell-Larcker.....	234
Tabla 31. Estadísticos de colinealidad (VIF)	236
Tabla 32. Coeficientes de trayectoria (path) del Modelo de Administración del conocimiento para las ADeSAU.....	237
Tabla 33. Resultados del análisis de bootstrapping	239
Tabla 34. Coeficientes de determinación del modelo principal	240
Tabla 35. Tamaño del efecto (f2)	240

Índice de figuras

Figura 1. Macrouniversidad latinoamericana, administración universitaria y el desarrollo de capacidades organizacionales que afectan el entorno de la sociedad del conocimiento.....	18
Figura 2.Referencia contextual para el modelo socio-técnico para las ADeSAU de una macrouniversidad.....	27
Figura 3. Presupuesto anual de TI en 34 IES mexicanas en 2016	30
Figura 4. Estructura del trabajo de investigación	34
Figura 5. Porcentaje de alumnos de licenciatura y posgrado a nivel nacional en cuatro macrouniversidades latinoamericanas.....	50
Figura 6. Estructura orgánica de la UNAM a alto nivel.....	69
Figura 7. Estructura Organizacional de la Administración Central de la UNAM.....	71
Figura 8. Relación entre el modelo FODA, el modelo basado en recursos y los modelos de ventaja competitiva y de valor social.	81
Figura 9 Entradas/Salidas de la administración en una macrouniversidad	100
Figura 10. Detalle de Entradas/Salidas de la administración en una macrouniversidad.....	101
Figura 11. Ubicación del sistema socio-técnico de la administración en la UNAM ...	102
Figura 12 Modelo socio-técnico complejo de la administración universitaria	109
Figura 13 Procesos de la gestión del conocimiento de acuerdo con varios autores.....	139
Figura 14. El Modelo SECI de creación del Conocimiento.....	141
Figura 15. El marco de trabajo 4I	146
Figura 16 Ejemplo de modelo simple de trayectorias.....	178
Figura 17 Modelo estructural de Gold et al. (2001) de capacidades vinculadas al conocimiento y de la efectividad organizacional	184

Figura 18. Modelo estructural de Cho y Korte (2014). Relación mediadora de la capacidad de procesos de conocimiento, en la relación entre la capacidad de infraestructura de conocimiento y la efectividad organizacional	185
Figura 19. Modelo estructural de Alegre (2004). Relación mediadora de las capacidades distintivas en gestión del conocimiento respecto a las prácticas de gestión del conocimiento y el desempeño innovador en la industria de biotecnología española.....	186
Figura 20 Modelo estructural de primer orden de las ADeSAU en una macrouniversidad.....	194
Figura 21 Modelo de segundo orden de la administración del conocimiento para la innovación pública vinculado a las ADeSAU.....	196
Figura 22 Relación entre las variables latentes que conforman las capacidades tecnológicas	197
Figura 23 Relación entre las variables latentes que conforman las prácticas	197
Figura 24 Relación entre las variables latentes que conforman la innovación pública con relación a las ADeSAU	198
Figura 25. Proceso de operacionalización de variables para modelos de segundo orden.....	199
Figura 26. Determinación del número requerido de encuestados para el uso de PLS-SEM	205
Figura 27. Uso de Google Forms para la elaboración del instrumento de recopilación de datos	206
Figura 28. Uso de estala tipo Likert en Google Forms	207
Figura 29. Dependencias administrativas de la UNAM y cantidad de personal relacionado al desarrollo de software que respondieron la encuesta	219
Figura 30. Años cumplidos del personal que desarrolla software en las dependencias administrativas de la UNAM.....	220
Figura 31. Años completos desarrollando software del personal de las ADeSAU de las dependencias administrativas de la UNAM.....	220

Figura 32. Nivel de estudios del personal de las ADeSAU en las en las dependencias administrativas de la UNAM	222
Figura 33. Licenciaturas estudiadas por el personal de ADeSAU de las dependencias administrativas de la UNAM	223
Figura 34. Personal que recibe capacitación en las ADeSAU del Subsistema Administrativo de la UNAM (últimos tres años).....	225
Figura 35. Capacitación recibida en las ADeSAU del Subsistema Administrativo de la UNAM (últimos tres años).....	225
Figura 36. Modelo de segundo orden de Administración del Conocimiento para las ADeSAU de una Macrouniversidad.....	229
Figura 37. Valores de alpha de Cronbach, rho_A, confiabilidad compuesta y Varianza Extraída Media; para las observaciones realizadas.....	232
Figura 38. Valores estandarizados de los coeficientes de trayectoria (path) del Modelo de Administración del conocimiento para las ADeSAU.....	237

Anexos

A. Glosario

Accesibilidad de contenidos, *content Accessibility*. “Conjunto de facilidades establecidas para el acceso y disponibilidad de los contenidos en Internet y en catálogo de repositorios o bibliografías en línea al mayor número de usuarios” (Angulo, 2017).

Actante. Dado que el uso de la palabra actor se suele restringir a los humanos, se utiliza la palabra para enumerar a los actores humanos y artefactos (computadoras, sistemas informáticos, componentes de software, etc). En este sentido “«actante», tomada en préstamo de la semiótica, se utiliza a veces como el elemento lingüístico que permite incluir a los no humanos en la definición” (Latour, 2001, p. 361)

Administración Central Universitaria. Son las dependencias de carácter regulador y coordinador de las funciones institucionales que prestan un servicio de apoyo para el logro de los objetivos.

Administración del Conocimiento. Área de las Ciencias de la Administración que tiene por objeto el estudio de cómo las organizaciones generan, transforman, difunden y usan del conocimiento para lograr sus actividades en forma eficiente y alcanzar los objetivos planteados.

Agente. En las Ciencias Económicas un agente es un actor o actores relacionados a la toma de decisiones vinculado a un modelo de la economía. En ese sentido el modelo agente-principal, que se toma como referencia es que un agente es un actor o actores representativo de una organización (empresarial, industrial, gubernamental, social, universidad, centro de investigación, etc.) que, por lo tanto, toman decisiones dentro en los intereses de esta (Stiglitz, 2008). En complemento, se comprende que una economía consiste en agentes que interactúan en el espacio y el tiempo y que actúan con determinación eligiendo sus acciones, sus estrategias y sus ubicaciones con algún objetivo en mente. Esta determinación implica que los agente pueden responden a los incentivos y a la información de manera predecible a nivel individual, lo que permite fijar reglas de comportamiento e incluso mecanismos de evolución (Page, 2008; Ruiz, 2016).

Algoritmo. Es un conjunto de operaciones ordenadas de forma lógica que permiten solucionar un problema, de forma que se pueda alcanzar un resultado. En ciencias de la informática un algoritmo puede ser reflejado en un programa de software que puede realizar millones de operaciones en un corto tiempo, lo que permite llegar a soluciones basadas en gran cantidad de datos y el desarrollo de nuevas técnicas de análisis basadas en el cómputo de gran velocidad de procesamiento.

Almacén de datos, Dataware-house. Gran colección de datos en formato estructurado, en formato accesible e invariable en el tiempo con orientación al resguardo de datos orientado a la toma de decisiones en una organización.

Análisis documental. Es la representación conceptual a partir de varios documentos para informar del contenido de una idea. Las bases de datos especializadas son un soporte necesario para realizar este tipo de análisis.

Análisis estadístico. Conjunto de técnicas estadísticas que describen un fenómeno en una población a partir de datos cualitativos y cuantitativos, de tamaño muestral o completo, también permite inferir un resultado a partir de la probabilidad de patrones de causalidad o de predicción presentes en datos cuantitativos.

Aplicación de software. Producto funcional de software en forma de un programa informático que tiene un propósito específico.

Aplicación web. Aplicación de software desarrollada para mantener un sitio web en forma dinámica, con acceso a servicios web, microservicios y bases de datos.

Aplicación monolítica. Aplicación que integra las capas de interfaz de usuario y la de datos en un solo programa. Los microservicios es la respuesta para desacoplar estos dos componentes.

Aplicaciones de trabajo en grupo, Groupware. También conocido en el medio empresarial como software de colaboración, se refiere al conjunto de programas informáticos que integran el trabajo documental en un solo proyecto con usuarios concurrentes conectados a través de una red corporativa.

Aprendizaje Organizacional. Proceso por medio del cual se adquiere y se le da un uso al conocimiento. El aprendizaje organizacional comienza con el diálogo, “capacidad de los miembros del equipo para “suspender” los supuestos e ingresar en un auténtico pensamiento conjunto (Senge, 2011, p. 19).

Aprendizaje tecnológico. Se habilidad de los equipos de la organización para aprender de nuevas tecnologías, para acumular conocimiento tecnológico, y también para alinear la visión personal de la tecnología a la organización (Bell y Pavitt, 1993; Senge, 2011).

Arquitectura empresarial. Práctica estratégica que alinear las iniciativas del negocio con la tecnología disponible de manera que se cumplan con los objetivos estratégicos de la organización.

Base de datos, database. Conjunto de datos referidas a un contexto específico que son organizados sistemáticamente para su recuperación y uso posterior.

Base de conocimientos. Se conforman por el conjunto de datos e información capturada en forma de documentos de proyectos pasados y de lecciones aprendidas. Ésta permite dar respuestas a las demandas o necesidades de conocimiento a consecuencia del desarrollo de nuevos proyectos en la organización.

Biblioteca/Librería de software. Componente modular de software que agrupa un conjunto de funcionalidades con un propósito específico, con interfaz bien definida y que es utilizada en forma vinculada a varios programas de software.

Blog. Palabra de origen inglés, cuya traducción aproximada es bitácora digital, consiste en un conjunto de páginas web indexadas por orden cronológico, donde un autor realiza publicaciones referidas a un tema en particular y recibe comentarios de sus lectores.

Capacidad. Es referido a las habilidades y destrezas (competencias) de los recursos humanos de la organización, que realizan en grupo rutinas relacionadas al conocimiento para integrar y organizar sus acciones, con el fin de obtener un resultado benéfico y permanente. Véase Capacidad organizacional, competencia.

Capacidades centrales, *core capabilities*. Es la combinación de recursos y habilidades de la organización que permiten que una empresa se distinga en el mercado (Prahalad y Hamel, 1990), son difíciles de asimilar por los competidores (Álvarez, 2003), se consideran centrales si ellas permiten diferenciar a una compañía estratégicamente (Leonard-Barton, 1992), las capacidades centrales, tienen la ventaja de que no disminuyen ni se deterioran con su utilización (Prahalad y Hamel, 1990).

Capacidad de absorción. adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento externo; que aumenta la habilidad de la firma para obtener y mantener una ventaja competitiva en la industria y la empresa, o la generación de valor en las organizaciones públicas.

Capacidades dinámicas, *dynamic capabilities*. Enfatizan el papel clave de la administración estratégica en la adaptación, integración y reconfiguración de habilidades organizacionales, recursos y competencias funcionales respecto al ambiente en continuo cambio (D. Teece y Pisano, 1994).

Capacidades distintivas de la firma. Capacidades organizacionales que distinguen a una organización y que se basan en sus activos estratégicos, relaciones con sus interesados, el mantenimiento de sus compromisos y las actitudes de innovación (Kay, 2003).

Capacidades distintivas del sector público. Son aquellas vinculadas al despliegue y combinación de los recursos para el funcionamiento óptimo de la organización pública, de manera que entregue resultados en la forma de valor público, que puede contener la atención a sectores sociales, la sostenibilidad, y la aplicación de lógicas globales y externas en forma de estrategias (Cabrerero et al., 2000).

Capacidad organizacional. Se define como una colección de rutinas de alto nivel, o particulares al conocimiento organizacional, que dan cuenta de la habilidad de la organización para llevar a cabo y ampliar sus características de producción, en particular sobre la creación de un producto o la prestación de un nuevo servicio (Dosi et al., 2003; Winter, 2000)

Capacidad tecnológica. Refiere el dominio organizacional de habilidades técnicas para modificar o mejorar los procesos, productos y servicios existentes (Dutrénit y Vera-Cruz, 2005; Malerba, 1992).

Ciclo de vida. Serie de fases que representan la evolución de un producto, desde el concepto hasta la entrega al destinatario, el crecimiento, la madurez y el retiro (PMI, 2017a).

Clases de programación. Es modelo o plantilla utilizado en la programación orientada a objetos para crear en un medio digital objetos de ese tipo. El modelo describe el estado (atributos) y contiene el comportamiento que los objetos creados a partir de ese modelo o plantilla obtendrán (en programación orientada a objetos a esto se le llama instanciación de la clase).

Coefficiente de determinación (o R^2) es una medida de la proporción de la varianza de un constructo endógeno que es explicada por sus constructos predictores (Hair et al., 2016). En la regresión múltiple indica “la fuerza de asociación entre los predictores y la variable independiente” (Catena, Ramos y Trujillo, 2003, p. 340).

Coefficientes de trayectoria, *path coefficients*. Miden el efecto directo del predictor (variable independiente) sobre la variable dependiente. Al ejecutar el algoritmo PLS-SEM incorporado en el software SmartPLS, éste estandariza los datos de los indicadores, dejando el valor de los coeficientes entre -1 y 1. En el caso de los coeficientes de trayectoria un valor cercano a +1 indica una relación fuerte y positiva y un valor -1 señala una relación fuerte, pero en sentido negativo. Un valor cercano a 0 indica que las relaciones son débiles o que no son estadísticamente significativas (Hair et al., 2016). (Hair et al., 2016).

Colinealidad. Se presenta en el análisis de regresión cuando dos o más variables están ampliamente correlacionadas y no permiten una explicación del fenómeno a estudiar (Hair et al., 2016).

Competencia. Se considera como la aptitud y la actitud, reflejadas en las habilidades y las destrezas técnicas del integrante de la organización.

Computación en la Nube, Cloud Computing. Este concepto puede encontrarse también en los términos de ‘servicios en la nube’, o ‘nube de cómputo’. La computación en la nube se basa en servicios digitales que mediante una conexión a Internet que pueden ser accedidos desde cualquier computadora o dispositivo móvil ubicado en cualquier parte del planeta. Entre otras ventajas de este enfoque, se mencionan la integración de servicios, la actualización instantánea de las aplicaciones y los costos más bajos hacia las organizaciones, al acceder a servicios alojados por compañías especializadas en informática y que además son encargadas del mantenimiento del software y hardware.

Comunidad de práctica. Habilidad de sustentar grupos de personas con preocupaciones comunes, que trabajan en procesos similares, que se reúnen en forma informal para compartir conocimientos en beneficio propio y de la organización.(Wenger, 2000).

Conocimiento Intensivo. Una actividad que para realizarse exitosamente por un grupo o comunidad de práctica, requiere del manejo de un conocimiento técnico muy amplio.

Conocimiento organizacional. Es un conjunto de pensamientos, experiencia estructurada, valores y habilidades de procesar la información que se encuentra en distintos medios y formas, que tienen las personas en grupo y que adquiere valor, al ser aplicado donde se necesita una acción en un tiempo preciso.

Constructo. De acuerdo a la definición de Hair, Hult, Ringle y Sarstedt,(2016), como un concepto que es abstracto, complejo y que no es directamente observable, por lo tanto, para estos autores también se le denomina como variable latente.

Cuadro de mando integral, *balanced scorecard*. Herramienta de gestión que permite a los gerentes observar a la empresa desde cuatro vistas: del cliente; de los accionistas; de la lógica interna del negocio; y del aprendizaje y la innovación. Fue presentado por Kaplan y Norton (1992).

Cultura organizacional. Conjunto común de experiencias, valores, procedimientos, y habilidades que influyen en la organización, que le permiten realizar su propósito y alcanzar las metas deseadas en la misma.

Datos abiertos. “Los datos abiertos [son base de datos] que pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, y que se encuentran sujetos, cuando más, al requerimiento de atribución y de compartirse de la misma manera en que aparecen”. Véase: <http://opendatahandbook.org/guide/es/what-is-open-data/>

Datos masivos, big data. Se refiere por un lado a las tecnologías de almacenamiento de grandes cantidades de datos estructurados y no estructurados, y por otro a los métodos y procedimientos para encontrar patrones con significancia en tales datos.

Dependencia universitaria. “Área administrativa que forma parte de la estructura orgánica de la Universidad, encargada fundamentalmente de las tareas de gestión y desarrollo institucional, en el marco de las funciones sustantivas de la misma (secretarías, direcciones generales, departamentos, coordinaciones, etc.)” (UNAM, 2014).

Desarrollo tecnológico: “Trabajo sistemático fundamentado en los conocimientos obtenidos por la investigación o la experiencia práctica, que dirige la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos, a establecer nuevos procedimientos, sistemas y servicios, o a mejorar considerablemente los ya existentes” (UNAM, 2014).

Docencia. “Función sustantiva de la universidad orientada a impartir educación, con el objeto de formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios, bachilleres y técnicos útiles a la sociedad de acuerdo con las normas, principios, criterios y políticas que rigen la vida académica de la institución (UNAM, 2014).

Educación a distancia. “Modalidad de enseñanza aprendizaje no presencial. Emplea medios de comunicación remota entre los estudiantes y los profesores (UNAM, 2014).

Educación continua: “Conjunto de actos académicos extracurriculares que propician la formación y superación personal y profesional” (UNAM, 2014).

Eficacia. Competencia para conseguir los objetivos o el resultado deseado.

Eficiencia. Competencia para lograr los objetivos propuestos utilizando óptimamente los recursos disponibles, de forma que no se malgaste energía, recursos, esfuerzos, tiempo o dinero (Angulo, 2017) .

Entidad Universitaria. Son a las áreas universitarias que realizan actividades de docencia, investigación, difusión y extensión universitaria, como son las facultades, escuelas, institutos y centros de extensión universitaria. Fuente: Reglamento de responsabilidades administrativas de las y los funcionarios y empleados de la Universidad Nacional Autónoma de México, publicado en Gaceta UNAM, 8 de febrero de 2018.

Error tipo I. Resulta de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera (Vilalta, 2016) y con un nivel de significancia de probabilidad igual a α .

Error tipo II. Resulta de mantener la hipótesis nula, cuando esta es falsa (Vilalta, 2016) y con un poder estadístico de probabilidad igual a $1 - \beta$.

Estudio de caso. Se refiere a un método o estratégica de investigación que tiene como objetivo obtener aprendizaje de un sólo caso. Los estudios de caso pueden tener etapas cualitativas y cuantitativas y tienen como meta obtener descripciones detalladas de un fenómeno de investigación (Tedre, 2009; Yin, 2014).

Framework. Un diseño reutilizable (modelos y/o código) que puede ser refinado (especializado) y extendido para proporcionar alguna porción de la funcionalidad general de muchas aplicaciones.

Véase:

<https://ieeexplore.ieee.org/browse/standards/dictionary?activeStatus=true&queryText=framework>

IEC. Siglas en inglés de *International Electrotechnical Commission*. Organización de establecimiento de normas en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas. Varias de las normas de esta organización se desarrollan conjuntamente con la ISO (normas ISO/IEC).

IEEE. Corresponde a las siglas de *Institute of Electrical and Electronics Engineers* o en español al Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Es una organización internacional de ingenieros dedicados a la creación de estándares internacionales en diversas áreas. Véase: <https://www.ieee.org/>

Escuelas del liderazgo: Antonakis, Cianciolo y Sternberg (2004) reconocen ocho escuelas principales para el estudio del liderazgo en la literatura de las Ciencias de la Administración y realizan las siguientes citas: escuela del carácter o de los rasgos (Stodgill,1948; Mann, 1959, Lord, de Vader, Alligers, 1986; Kenny and Zaccaro, 1983, McClelland, 1975, 1976), del comportamiento, (Lewin, Lippitt, 1938), Relacional (Dansereau, et al., 1975, Graen y Uhl-Bien, 1995), de los escépticos (Eden y Leviatan,1975; Rush,Thomas & Lord, 1997), del manejo de la información, (Lord, et al. ,1984) del nuevo liderazgo (o trasformador) (Bass, 1985) y de las teorías emergentes de tipo contextual (Shamir y Howell,1999, Zacarro y Klimosky, 2001) y éticas (Bass y Steidmeier, 1999, Howell, 1988).

Ingeniería de software. Establecimiento y uso de principios sólidos de la ingeniería para obtener económicamente un software confiable y que funcione de modo eficiente en máquinas reales (Pressman, 2002)

Innovación. Es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos), que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) y que aprecian un valor potencial de tal implementación (Nelson, 2018; OECD/Eurostat, 2018).

Innovación abierta. La Innovación Abierta es un paradigma que asume que firms puede y debe utilizar tanto ideas externas como internas, y caminos internos y externos hacia el mercado, a medida que busca el avance de su tecnología (Chesbrough, 2007).

Innovación pública. Implementación de productos de software, servicios y cambios organizacionales que difieren significativamente de los existentes y que presentan nuevas apreciaciones de valor en forma de eficiencia, acceso descentralizado y simplificación de las operaciones relacionadas con la administración de una organización.

Inteligencia competitiva. “Proceso que permite captar la información necesaria para, comprender y, después, superar a los competidores. Se trata de entender cómo y por qué el entorno cambia y cuál es el futuro que se avecina” (Angulo, 2017).

Internet. “Conjunto de redes con cobertura internacional que se comunican entre sí mediante el protocolo TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo Internet). Está formado por millones de computadoras conectadas en todo el mundo. Sus orígenes se remontan a 1969, cuando se estableció la primera conexión de computadoras, conocida como ARPANET, entre tres universidades en California y una en Utah, Estados Unidos. Permite la comunicación inmediata entre computadoras distribuidas por todo el mundo, a través de un protocolo especial” (Angulo, 2017).

Interesado, stakeholder. Son todos aquellos interesados o afectados por las actividades de una organización. Véase <http://es.wikipedia.org/wiki/Stakeholder>. Para el caso del desarrollo de software se puede enmarcar como la gente, los grupos y las organizaciones que son afectados por un sistema de software (Object Managemet Group, 2013).

Intranet. Una intranet es una red de ordenadores privados que utiliza tecnología Internet para compartir dentro de una organización parte de sus sistemas de información y sistemas operacionales. Véase: <http://es.wikipedia.org/wiki/Intranet>

ISO. La Organización Internacional de Normalización o en inglés International Organization for Standardization), es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional.

Véase: <http://es.wikipedia.org/wiki/>

Organizaci%C3%B3n_Internacional_de_Normalizaci%C3%B3n

Java. El lenguaje de programación Java fue originalmente desarrollado por James Gosling de Sun Microsystems (la cual fue adquirida por la compañía Oracle) y publicado en el 1995 como un componente fundamental de la plataforma Java de Sun Microsystems. . Las

aplicaciones de Java son generalmente compiladas a código máquina (clase Java) que puede ejecutarse en cualquier máquina virtual Java (JVM) sin importar la arquitectura de la computadora subyacente.

Véase: [http://es.wikipedia.org/wiki/Java_\(lenguaje_de_programaci%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Java_(lenguaje_de_programaci%C3%B3n))

JSON. De sus siglas en inglés *JavaScript Object Notation*. Es un estándar de intercambio de datos entre aplicaciones de software, caracterizado por su sencillez y la delimitación de datos por signos de puntuación como comas, dobles comillas, llaves y dos puntos.

Legislación Universitaria. Todo el ordenamiento jurídico que regula la organización y funcionamiento de la universidad, en el caso de la UNAM, emitido y aprobado por el Consejo Universitario. Fuente: Reglamento de responsabilidades administrativas de las y los funcionarios y empleados de la Universidad Nacional Autónoma de México, publicado en Gaceta UNAM, 8 de febrero de 2018.

Lenguaje de Programación. Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Puede usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina y para expresar algoritmos con precisión.

Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n

Licencias de código abierto. Acuerdo que otorga derechos de utilizar, modificar y redistribuir un producto de software.

Licencia de software. Es un acuerdo legal que determina el uso y la distribución del software.

Licencia dual. Licencia que permite un doble o múltiple acuerdo, con el objeto de abarcar diversos segmentos del mercado o de acceder a comunidades de práctica.

Licencia propietaria. Acuerdo de compra y utilización de un software, sin modificar el mismo.

Liderazgo de servicio. Son las habilidades con las que el líder motiva a los involucrados de un proyecto (equipos, clientes y comunidad) con competencia de guía, autoaprendizaje, discusiones constructivas, autonomía, motivación y verificación del bienestar; considerando el entorno y las metas a conseguir por la organización.

Lógica de negocio. En un sistema de la organización, es la codificación de las tareas relacionadas con los procesos de un negocio, tales como ventas, control de inventario, contabilidad, presupuestación, pagos a los trabajadores, etc.

Método: El término método se refiere a un medio o procedimiento sistemático para lograr algo, desde una investigación o algo más específico, como medir el tiempo de ejecución de una tarea, entrevistar a un grupo de personas sobre un fenómeno interesante (Tedre, 2009).

Metodología. Se refiere tanto a un conjunto específico de métodos como al estudio de los patrones de uso, procedimientos, principios y supuestos que subyacen a dicho conjunto de métodos (Tedre, 2009).

Métodos ágiles. Estos métodos de desarrollo de proyectos, surgen como respuesta al desarrollo de nuevos productos que sean diferenciados de la competencia, en forma rápida como respuesta a un mercado de condiciones cambiantes, debido al cambio tecnológico continuo y al gran número de agentes en competición (Takeuchi y Nonaka, 1986). Un marco de trabajo ejemplo para el desarrollo ágil de software es SCRUM.

Métodos predictivos. En proyectos desarrollados bajo este enfoque, el alcance, tiempo y costo de un proyecto se determinan en fase temprana del proyecto. Un marco de trabajo es establecido en la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK).

Microservicios. En el área de desarrollo de software, es un servicio mínimo, con su propio proceso orientado a una funcionalidad del negocio, que no guarda un estado y que es invocado por una aplicación de software en un esquema de respuesta desconcentrada y con alta tolerancia a fallos por la descentralización en la solicitud de respuestas.

Minería de datos. Es un campo de las ciencias de la computación referido al proceso que intenta descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos. Utiliza los

métodos de la inteligencia artificial, aprendizaje automático, estadística y sistemas de bases de datos. El objetivo general del proceso de minería de datos consiste en extraer información de un conjunto de datos y transformarla en una estructura comprensible para su uso posterior. Véase http://es.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%Ada_de_datos

Modelo estructural. Representa el elemento teórico o conceptual en un modelo de trayectorias. El modelo estructural (también llamado modelo interno en el PLS-SEM) incluye las variables latentes y las relaciones de trayectoria entre éstas.

Modelo SECI. Acrónimo de *Socialization, Externalization, Combination e Internalization*, y es un proceso que involucra a los conocimientos tácito y explícito de la organización en cuatro formas de transformación de dicho conocimiento en niveles ontológicos y que inclusive le aporta un factor de ampliación (Nonaka, 1991; Nonaka & Takeuchi, 1999, p. 69).

Modelo Vista Controlador (MVC). Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario.

Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_Vista_Controlador

Navegador web. Es un software que permite el acceso a Internet, interpretando la información de archivos y sitios web para que éstos puedan ser leídos. La funcionalidad básica de un navegador web es permitir la visualización de documentos de texto, posiblemente con recursos multimedia incrustados. Además, permite visitar páginas web y hacer actividades en ella, es decir, se puede enlazar un sitio con otro, imprimir, enviar y recibir correo, entre otras funcionalidades más.

Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Navegador_web

Nube de cómputo. Véase: Computación en la Nube.

Plan estratégico. Es el plasmado explícito de la planeación estratégica, ésta permite que una organización formule, implante y evalúe su misión, visión y valores con el objetivo de mantenerse vigente, optimice recursos y enfrente el entorno complejo que impone la sociedad del conocimiento, de donde sobresale en particular, el cambio de la tecnológico. Para esta última acción es necesario crear específicamente el plan estratégico de TIC.

Plan estratégico de tecnologías de la Información. es el documento maestro que guía a la organización para el aprovechamiento e integración de las tecnologías señaladas en los objetivos organizacionales, considerando la optimización de los recursos con que cuenta la organización y el entorno de la misma.

Plataforma de desarrollo. Es el entorno de software común en el cual se desenvuelve la programación de un grupo definido de aplicaciones. Comúnmente se encuentra relacionada directamente a un sistema operativo; sin embargo, también es posible encontrarla ligada a una familia de lenguajes de programación o a una Interfaz de programación de aplicaciones.

Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Plataforma_de_desarrollo

Plataforma de comunidad. Plataformas de comunicación en línea donde el contenido es creado por los propios usuarios mediante el uso de las tecnologías de la Web 2.0, que facilitan la edición, la publicación y el intercambio de información. Vea Redes Sociales.

Portal Web. Un portal de Internet es un servidor web que ofrece al usuario de forma integrada, el acceso a servicios y recursos que están asociados a un tema particular.

Proyecto. Esfuerzo temporal único para desarrollar un producto, proceso o resultado (PMI, 2017a).

Pruebas de integración. En el desarrollo de aplicaciones de software, estas pruebas verifican el ensamblaje entre distintos módulos, o componentes del software.

Pruebas de unidad. En el desarrollo de software, son aquellas que validan el funcionamiento correcto de un componente de software.

Redes de colaboración y conocimiento. Agrupación voluntaria de los recursos humanos de diferentes áreas de la organización, con actividades comunes y dispersas geográficamente, para que interactúen y compartan el conocimiento de la organización, asimismo también atraen agentes externos, interesados en las actividades de la organización, tanto de la firma como de la academia, del gobierno y de sectores sociales, para que estos realicen presentaciones en la búsqueda de soluciones, tanto para la organización, como para la sociedad.

Redes sociales. Se conforman por las personas que utilizan medios tecnológicos (escritura, fotografía, video, audio, etc.) interconectados para compartir un interés común, como puede ser de amistad, temático, laboral, etc.

Repositorio de documentos. Un sitio centralizado donde se resguarda y mantiene información digital, habitualmente contenida en bases de datos o archivos informáticos.

Sitio web. Conjunto ordenado de páginas web de una organización, con una página de inicio y al menos contienen un acceso directo o indirecto a todas las páginas que integran el sitio.

Scripts. En informática un guion, archivo de órdenes o archivo de procesamiento por lotes, es un programa usualmente simple, que por lo regular se almacena en un archivo de texto plano.

SCRUM. Proceso sistemático, asociado a los métodos ágiles, que aplica un conjunto de buenas prácticas para colaborar en equipo (incluyendo al cliente) y realizar entregas parciales del producto, que inicialmente no tiene un resultado definido, con requisitos cambiantes o que se encuentra en un entorno complejo; de forma que se llegue lo más pronto posible al resultado deseado de un proyecto. Véase métodos ágiles.

SECI. Véase Modelo SECI.

Servicio web. Tecnología para intercambiar datos entre aplicaciones de software que operan en un entorno de red, por medio de un conjunto protocolos y estándares (como JSON y XML).

Servidor de aplicaciones. Es el encargado de responder a las peticiones de los clientes respecto a la presentación y recuperación de datos.

Servidor de archivos. Tipo de servidor en una red de ordenadores cuya función es permitir el acceso remoto a archivos almacenados en él o directamente accesibles por este. Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_de_archivos

Servidor web. Un servidor web o servidor HTTP es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor realizando conexiones bidireccionales y/o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o Aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente suele ser compilado y ejecutado por un navegador web. Para la transmisión de todos estos datos suele utilizarse algún protocolo. Generalmente se utiliza el protocolo HTTP para estas comunicaciones, perteneciente a la capa de aplicación del modelo OSI. El término también se emplea para referirse al ordenador que ejecuta el programa. Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_web

Sitio Web. Un sitio web es una colección de páginas de internet relacionadas y comunes a un dominio de Internet o subdominio en la World Wide Web en Internet. Vea Portal web. Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Sitio_web.

Sistemas Nacionales de Innovación. sistema nacional de innovación está constituido por agentes y relaciones que están situados o arraigados dentro de las fronteras de un estado nacional que interactúan en la producción, difusión y utilización de conocimientos nuevos y económicamente útiles (Lundvall, 2016).

Sistema socio-técnico (SST). Es la combinación sinérgica y de beneficios entre personas, máquinas, entornos, actividades laborales, estructuras y procesos organizacionales que componen una organización determinada (Carayon et al., 2015; Stewart, 2009)

Software. Se conforma con (1) Instrucciones (programas de computadora) que al ejecutarse proporcionan las características, funciones y el grado de desempeño deseados; (2) las estructuras de datos que permiten que los programas manipulen

información de la manera adecuada y (3) los documentos que describen la operación y el uso de programas (Pressman, 2002, p. 5).

Software de código abierto, *open source*. Es el término con el que se conoce al software abierto con disposición del código fuente para su modificación de acuerdo con las necesidades del programador.

Software libre. Programas de cómputo que puede utilizar el usuario sin pago de regalías. El software libre no necesariamente muestra el código abierto que el programador desarrollo, aunque la mayoría presenta el código fuente para que sea modificado en caso de necesidad de utilización. Véase Código abierto.

Software propietario. Aplicaciones de cómputo que no permiten el acceso libre a su código fuente, por lo que no se permite su adaptación, modificación, o acceso por terceros. El uso requiere adquirir una licencia y puede estar restringido por usuario, equipo de cómputo, organización, servidor, procesador, período de tiempo, etc.

Subsistema Administrativo de la UNAM. Se integra por las dependencias que integran y coadyuvan a la Secretaría Administrativa de la UNAM, las cuales son las Dirección General de Obras y Conservación (DGOyC), Dirección General de Servicios Administrativos (DGSA), Dirección General de Presupuesto (DGPO) y la Dirección General de Personal (DGPE).

Tamaño del efecto Indica el grado en que el fenómeno de estudio está presente en la población o el grado en que la hipótesis nula es falsa (Cohen, 1988). Los tamaños del efecto en el indicador f^2 se pueden considerar de acuerdo con los valores 0.02, 0.15 y 0.35 respectivamente pequeño, mediano y grande (J. F. Hair et al., 2016).

Tecnología: es la utilización de herramientas, conocimientos y destrezas que permite reproducir o generar nuevos productos, procesos o servicios en la forma más eficiente (Angulo, 2017).

Tecnologías de la Información y la Comunicación. Se refiere a la convergencia de las redes audiovisuales y telefónicas a las redes informáticas a través de un cableado o

sistema de enlace. Hay grandes incentivos económicos (gran ahorro de costos debido a la eliminación de la red telefónica) para combinar el audiovisual, la gestión de la construcción y de la red telefónica con el sistema de red de computadoras utilizando un solo sistema unificado de distribución y gestión de señales de cableado. Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Information_and_communications_technology

Teoría Actor-Red. Desarrollada por Callon, Law y Rip (1986) y por Latour (1999), considera una colección heterogénea de actores humanos, no humanos (maquinas, animales, dinero y otros elementos) y un híbrido humano/no humano, que trabajan en conjunto en una actividad colectiva durante un periodo de tiempo (van House, 2004).

Teoría Basada en el Conocimiento de la Firma. Esta teoría tiene su origen en los estudios de Grant y Baden-Fuller (1995) a partir de trabajos de la visión de la empresa basada en los recursos; las capacidades organizacionales; y la innovación y el desarrollo de nuevos productos. Esta teoría considera como supuestos que 1) el conocimiento es el recurso productivo clave de la empresa en términos de contribución al valor añadido y a la importancia estratégica; 2) el conocimiento comprende la información, la tecnología, el saber y las habilidades; distinguiéndose por ser explícito –por lo tanto puede ser articulado— y tácito —personal y difícil de comunicar—; 3) el conocimiento es adquirido por los individuos, y en el caso del conocimiento tácito, éste es almacenado por los mismos 4) debido a las limitaciones cognitivas y temporales de los seres humanos, los individuos deben especializarse en la adquisición de conocimientos: normalmente, el aumento de la profundidad del conocimiento sólo puede lograrse sacrificando la amplitud del mismo; 5) la producción (la creación de valor a través de la transformación de los insumos en productos) típicamente requiere la aplicación de numerosos tipos diferentes de conocimientos especializados.

Teoría de la Firma. Observa a las mismas como organizaciones con estructura gerencial, que realizan intercambios o transacciones para obtener ganancias, rentas o cuasi-rentas y con el objetivo particular de la minimización de costos. Aunque el origen de esta teoría se puede remontar a Adam Smith, fue particularmente desarrollada en el siglo XX con un gran número de pensadores e investigadores lo que ha dado lugar a varias teorías de la firma (Grant, 1996), pensadas como conceptualizaciones y modelos de la empresa y la

industria que explican su estructura y comportamiento. Ejemplos particulares son la Teoría de los Recursos de la Firma (Penrose, 1962; Wernerfelt, 1984), la Teoría de Recursos y Capacidades (Barney, 1991; Teece et al., 1997) y la Teoría Basada en el Conocimiento de la Firma (Grant, 1996).

Teoría de los Recursos. Esta observa a la organización como una colección de recursos humanos, materiales, financieros, intangibles y tecnológicos. Esta visión surgió con la obra de Edith Penrose (1962) y se formalizó en 1984 con el trabajo de Wernerfelt, quien ve las estrategias y las políticas referidas a los recursos como las claves en la obtención de rentas y la obtención de ventajas competitivas.

Teoría de Recursos y Capacidades. Es un enfoque basado en el autoconocimiento de la empresa, “profundizando en la comprensión de sus recursos estratégicos, para formular una estrategia que le permita explotarlos al máximo y desarrollar aquellos que se necesita para el futuro” (Acosta et al., 2013, p. 38). La base de esta teoría proviene inicialmente de Penrose (1962), Wernerfelt (1984) y se le dio formalidad con los estudios de Barney (1991) y Teece et al. (1997).

Teoría General de los Sistemas. Estudia a los organismos, a partir de la consideración de las partes, sus interacciones internas y externas con el medio (Bertalanffy, 1989), en la búsqueda del “conocimiento y la explicación de la realidad o de una parte de ella (sistemas) en relación al medio que la rodea y, sobre la base de esos conocimientos, poder predecir el comportamiento de esa realidad, dadas ciertas variaciones del medio o entorno en el cual se encuentra inserta” (Johansen, 1994, p. 14).

Transformación digital. Es considerada como los cambios profundos que requieren las universidades en la fuerza de trabajo, la cultura y la tecnología para transformar las operaciones, la estrategia y acrecentar el valor público de la institución universitaria (ANUIES, 2018; Grajek y Reinitz, 2019). Para la administración universitaria es aprovechar las redes sociales, los dispositivos móviles, la analítica de datos y la infraestructura de nube; todo esto en la prestación de trámites y servicios

Ontología. En el área de la filosofía, trata con la definición de modelos de la realidad, dedicados a definir “el ser” – óntico- y establecer entendimientos de las cosas o “lo que se puede conocer” –ontológico– con énfasis en el estudio de sus propiedades. En el área de la inteligencia artificial, se encarga de aspectos relacionados tanto con el lenguaje natural y la representación del conocimiento en un dominio dado.

UML. Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, *Unified Modeling Language*) es el lenguaje para modelar sistemas de software, a partir de diagramas y documentación que contiene procesos de negocio, relaciones de las tablas de la base de datos, componentes de software, entre otros; se encuentra estandarizado por el OMG (Object Management Group).

URL. Estándar para nombrar recursos en Internet, URL proviene del inglés *Uniform Resource Locator*.

Validez discriminante. Indica que las variables observadas deben tener una alta correlación con el constructo determinado de antemano, informando del grado en que un constructo es realmente diferente de otros constructos, esto siguiendo los estándares científicos fijados en la investigación (Hair et al., 2016)

Valor público. Es el factor de valor en la organización pública, a diferencia de la industria y la empresa cuyos valores son asociados a la obtención de rentas y la ventaja competitiva. Este valor se materializa en la atención a todos los sectores sociales (Cabrerero et al., 2000), la búsqueda de la prestación de servicios en forma innovadora (Jasso y Marquina, 2013), el uso eficiente de los recursos (Arellano et al., 2012), la sostenibilidad con respecto al medio ambiente y la aplicación de las lógicas globales y externas en forma de estrategias (Cabrerero et al., 2000).

Varianza explicada. Catena et al., en relación con la varianza explicada, escriben: “Un buen modelo debe ser capaz de explicar una gran cantidad de la variabilidad de las variables observadas. La razón es simple, si un factor se asume que es causa (entre otras) de una variable superficial, parece razonable suponer que el grado en que los individuos poseen ese factor es un determinante de la puntuación en las variables superficiales conectadas causalmente con el mismo” (2003, p.357).

Variable latente. “Es una variable no observada, sino inferida. Se supone que afecta a variables observadas” (Catena et al., 2003, p. 408).

Web 2.0. El término Web 2.0 comprende aquellos sitios web que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la *World Wide Web* (WWW). Un sitio Web 2.0 permite a los usuarios interactuar y colaborar entre sí como creadores de contenido generado por usuarios en una comunidad virtual, a diferencia de sitios web estáticos donde los usuarios se limitan a la observación pasiva de los contenidos que se han creado para ellos. Ejemplos de la Web 2.0 son las comunidades web, los servicios web, las aplicaciones Web, los servicios de red social, los servicios de alojamiento de videos, las wikis y blogs. Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Web_2.0

Web 3.0. Este término no tiene una definición única y se encuentra bajo construcción. Está relacionado con la accesibilidad a la información y su uso, la utilización de la inteligencia artificial, grandes conglomerados de datos, la visualización 3D y el establecimiento de redes semánticas.

Wiki. Un wiki o una wiki (del hawaiano wiki, ‘rápido’) es un sitio web cuyas páginas pueden ser editadas por múltiples voluntarios a través del navegador web. Los usuarios pueden crear, modificar o borrar un mismo texto que comparten. Véase: <http://es.wikipedia.org/wiki/Wiki>

World Wide Web. En informática, la World Wide Web (WWW) o Red informática mundial comúnmente conocida como la web) es un sistema de distribución de documentos de hipertexto interconectados y accesibles vía Internet. Con un navegador web, un usuario visualiza sitios web compuestos de páginas web que pueden contener texto, imágenes, vídeos u otros contenidos multimedia y navega a través de esas páginas usando hiperenlaces.

Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web

XBASE. Lenguaje de gestión de base de datos basado en microcomputadoras, publicado inicialmente por la empresa Ashton-Tate en formato interpretado (DBASE) y que dio lugar

a una gran variedad de variaciones de intérpretes y compiladores como Clipper, FoxPro, Visual FoxPro etc.

XML. Acrónimo en inglés de eXtensible Markup Language ('lenguaje de marcas extensible'), es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible. Deriva del lenguaje SGML y permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que HTML es a su vez un lenguaje definido por SGML) para estructurar documentos grandes. A diferencia de otros lenguajes, XML da soporte a bases de datos, siendo útil cuando varias aplicaciones se deben comunicar entre sí o integrar información. Véase: http://es.wikipedia.org/wiki/Extensible_Markup_Language

B. Instrumento de investigación

Administración del conocimiento en función de las capacidades tecnológicas y de gestión del conocimiento para las áreas que desarrollan software administrativo en una macrouniversidad

Estimado participante:

Gracias por colaborar en este estudio. Esta información formará parte de una base de datos que servirá para entender cómo se relacionan las capacidades tecnológicas y la gestión del conocimiento para la innovación en las áreas que desarrollan software administrativo en una macrouniversidad.

Por favor responda con honestidad cada pregunta. Si no está seguro de una respuesta seleccione la respuesta más aproximada.

Todas las respuestas recabadas son confidenciales y se utilizarán los resultados globales para analizar las capacidades tecnológicas de las áreas de desarrollo de software administrativo.

Si tiene alguna duda por favor póngase en contacto con:

Mtro. Israel Ortega Cuevas

Correo electrónico: iortega@unam.mx.

Programa de Doctorado en Ciencias de la Administración.

B.1 Datos de caracterización

Años cumplidos:		Años completos laborando en desarrollo de software	
Dependencia:	<input type="checkbox"/> Dirección General de Personal <input type="checkbox"/> Dirección General de Presupuesto <input type="checkbox"/> Dirección General de Proveduría <input type="checkbox"/> Dirección General de Servicios Administrativos <input type="checkbox"/> Dirección General de Obras y Conservación		
Rango de edad	<input type="checkbox"/> De 20 a 30 años <input type="checkbox"/> De 31 a 40 años <input type="checkbox"/> De 41 a 50 años <input type="checkbox"/> Más de 50 años		
Licenciatura:			Cuenta con título: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Maestría:			Cuenta con el grado: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Doctorado:			Cuenta el grado: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

En los últimos tres años asistió a capacitación relacionada con desarrollo de software y/o Administración de proyectos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Si contestó que sí, la capacitación fue a:	
<input type="checkbox"/> Curso <input type="checkbox"/> Diplomado <input type="checkbox"/> Especialización	

Instrucciones: Lea atentamente cada enunciado y señale la opción que mejor se ajuste a las características del departamento en el que Ud. Labora.

B.2 Capacidades tecnológicas distintivas al desarrollo de software

		Nunca	Casi Nunca	Ocasionalmente	Casi Siempre	Siempre
Clave:	Capacidad de absorción: habilidad de una organización para identificar, asimilar y utilizar nuevos conocimientos, procesos y tecnologías del entorno externo a la organización.					
CAB						
Sección: identificación de nuevos procesos y tecnologías						
CAB01	Estoy atento a los cambios que tienen los lenguajes de programación.					
CAB02	Monitoreo periódicamente sí los componentes de software que utilizamos han cambiado					
CAB03	Me mantengo atento de nuevas herramientas de software que pueden ser valiosas en nuestras actividades					
CAB04	Busco nuevos métodos de administración de proyectos que pueden ser utilizadas en el desarrollo de software.					
CAB05	Asisto a eventos de tecnología que son relacionados a nuestras actividades.					
CAB06	Utilizo sitios web que indican las vulnerabilidades de los componentes de software					
CAB07	Identifico herramientas que revisan la calidad del código					
CAB08	Me mantengo informado de políticas de usabilidad, visibilidad y experiencia del usuario que son dictadas por las comunidades de software.					
CAB09	Monitoreo comunidades externas que desarrollan componentes de código abierto que pueden ser utilizados en nuestros aplicativos					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
CAB10	Efectúo búsquedas especializadas en la red Internet de nuevas herramientas de código abierto.					
CAB11	Monitoreo el cambio de las herramientas de código abierto que utilizamos en nuestros desarrollos.					
CAB12	Realizo búsquedas especializadas en Internet de nuevas herramientas comerciales/propietarias de generación del software.					
CAB13	Monitoreo el cambio de las herramientas comerciales/propietarias que utilizamos en el desarrollo del software.					
CAB14	Identifico nuevos componentes de software comerciales/propietarios que agreguen nuevas funcionalidades a nuestros desarrollos.					
Sección: asimilación de tecnologías y procesos						
CAB15	Evalúo la utilidad de cada nueva tecnología en nuestros aplicativos					
CAB16	Explico cómo utilizar componentes de software ya explorados en los proyectos futuros.					
CAB17	Ejemplifico la manera en que los componentes de software nos permiten simplificar los procesos de desarrollo de los aplicativos.					
CAB18	Busco que el software de código abierto que utilizamos esté respaldado por una comunidad activa de desarrolladores.					
CAB19	Busco que las herramientas de software que utilizo estén respaldadas por una empresa comercial reconocida.					
CAB20	Analizo nuevas herramientas que permiten mejorar el código fuente.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
CAB21	Propongo que las aplicaciones de software adopten funcionalidades de usabilidad, visibilidad y experiencia del usuario que sean factibles en nuestros desarrollos.					
CAB22	Realizo pruebas para que las aplicaciones de software proporcionen mejores tiempos de respuesta gracias a nuevos componentes.					
CAB23	Participo en reuniones donde explico cómo actualizar las herramientas de desarrollo a partir de nuevos componentes de software.					
CAB24	Cuando se publica una vulnerabilidad cuento con un procedimiento de reemplazo de componentes críticos.					
Sección: transformación de tecnologías y procesos						
CAB25	Reescribo rutinas de software como resultado de analizar componentes de software de terceros.					
CAB26	Elaboro nuevas rutinas con base en buenas prácticas de programación.					
CAB27	Cuento con un procedimiento de actualización de bibliotecas de software.					
CAB28	Reemplazo componentes de software por otros que den mejores tiempos de respuesta.					
CAB29	Utilizo componentes de software que mejoren la forma de interacción del usuario con el aplicativo.					
CAB30	Utilizo herramientas que permiten una mejor visibilidad de la información en un aplicativo.					
CAB31	Adapto componentes de software para utilizarnos en un aplicativo.					
CAB32	Utilizo herramientas de software que ayuden a simplificar los procesos que se requieren en mi organización.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
CAB33	Las herramientas de software que adopto permiten modernizar los procesos administrativos de la organización.					
Sección: explotación a partir del perfeccionamiento de procesos y fomento de innovación externa						
CAB34	Mejoro los procesos que realizan las áreas administrativas con base en el análisis de las herramientas existentes fuera de la organización.					
CAB35	A partir de la incorporación de nuevas tecnologías de componentes de software he automatizado procesos administrativos.					
CAB36	Los usuarios detectan que los procesos administrativos se han vuelto sencillos como resultado de aplicar nuevos componentes de software.					
CAB37	Los componentes de software externos que se adoptan en nuestros desarrollos permiten que el acceso a la información de la gestión administrativa sea más rápida.					
CAB38	Se propicia que las actividades de desarrollo de software influyan sobre otras áreas técnicas y trasciendan de la organización.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Aprendizaje tecnológico: Habilidad de los equipos de la organización para implementar nueva tecnología, acumular conocimiento, tecnológico y alinear la visión personal de la tecnología a la organización.						
APT01	En el equipo de trabajo se alienta el crecimiento personal a partir del aprendizaje de nuevas tecnologías.					
APT02	Se fomenta en el equipo de trabajo el aprendizaje a partir de la presentación del trabajo individual.					
APT03	El equipo de trabajo tiene la política de resguardar que se va aprendiendo.					
APT04	En el equipo de trabajo buscamos implementar las tecnologías aprendidas en beneficio de los procesos de la organización.					
APT05	En el equipo de trabajo creamos manuales de aprendizaje de nuestros aplicativos.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Liderazgo de servicio: habilidades con que se motiva por el líder a los involucrados a un proyecto (equipos, clientes y comunidad) con competencia de guía, autoaprendizaje, discusiones constructivas, autonomía, motivación y verifica el bienestar, considerando el entorno y las metas a lograr.						
LID01	El administrador/director/líder de proyecto: a) indica cómo nuestros proyectos se alinean a los objetivos organizacionales					
LID02	b) identifica la experiencia de cada miembro del equipo					
LID03	c) asigna tareas de acuerdo con nuestras habilidades y conocimiento					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
LID04	d) realiza una reunión después de la planificación del proyecto para indicarnos cómo debemos realizar la ejecución del proyecto					
LID05	e) fomenta el uso de la tecnología para lograr que trabajemos con una visión compartida					
LID06	f) hace reuniones para que el grupo aprenda de las actividades diarias					
LID07	g) alienta que nos auto coordinemos para mejorar la eficiencia de nuestras tareas					
LID08	h) permite que los equipos con mayor experiencia trabajen con base en sus conocimientos					
LID09	i) coordina paso por paso a los equipos con menor experiencia para que logren los objetivos solicitados					
LID10	j) cuando finaliza un proyecto realizamos una reunión donde exponemos nuestros aprendizajes.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Comunidades de práctica: Habilidad de sustentar grupos de personas con preocupaciones comunes, que trabajan en procesos similares, que se reúnen en forma informal para compartir conocimientos en beneficio propio y de la organización.						
COP01	En nuestra organización se fomentan desde la dirección la formación de grupos de discusión de las actividades de trabajo.					54
COP02	Participo en reuniones no formales donde se habla de las actividades que realizo.					
COP03	Se realizan reuniones fuera de la oficina donde se tratan asuntos del trabajo.					
COP04	Utilizo sitios en línea (blogs, tableros, etc.) para comunicar como realizamos nuestro trabajo.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Redes de conocimiento y colaboración: Establecimiento de relaciones de colaboración y compartir conocimiento con otras sedes, <i>campus</i> , departamentos, escuelas, institutos, centros de investigación de desarrollo en la organización.						
RED01	En la organización se comparte el conocimiento del desarrollo de software con otras sedes y/o áreas departamentales.					
RED02	El personal se reúne presencial o virtualmente con otras sedes y/o áreas departamentales para compartir cómo solucionamos problemas de la organización a partir del desarrollo de software.					
RED03	Se tienen eventos con otras sedes y/o áreas donde nos reunimos para hablar sobre cómo modificamos componentes de software de código abierto.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
RED04	Se realizan eventos con otras sedes y/o áreas donde nos reunimos para hablar sobre cómo utilizamos componentes de software propietario					
RED05	Se mantienen reuniones con otras sedes y/o áreas para hablar sobre nuevas tendencias de administración de proyectos y liderazgo					
RED06	Se forma con otras sedes y/o departamentos una red interna de conocimiento relacionado al software con un objetivo bien establecido					
RED07	En la organización se permite asistir a redes internas donde encontramos ayuda para mejorar la calidad del trabajo de desarrollo de software					

B.3 Prácticas de gestión de conocimiento (basadas en el modelo SECI de Nonaka y Takeuchi)

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Socialización: Son las actividades de compartir el conocimiento individual en experiencias grupales, por medio de la explicación, observación, imitación y la práctica						
SOC01	En el equipo de trabajo se realizan interacciones para: a) recibir consejo acerca del trabajo asignado					
SOC02	b) comentar problemas encontrados					
SOC03	c) encontrar soluciones al trabajo solicitado.					
SOC04	Cuando se termina un trabajo asignado: a) recibimos retroalimentación del revisor					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasionalmente	Casi Siempre	Siempre
SOC05	b) recibimos retroalimentación de otro miembro del equipo.					
SOC06	En la ejecución de nuestro trabajo utilizamos buenas prácticas.					
SOC07	Se cuenta con un espacio físico o virtual para compartir el conocimiento que adquirimos al realizar nuestro trabajo.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasionalmente	Casi Siempre	Siempre
Exteriorización: son los esfuerzos de compartir experiencias en equipos de trabajo utilizando metáforas, analogías, conceptos, modelos para el plasmado en diagramas, mapas mentales, plantillas y procesos.						
EXT01	Se realizan reuniones para elaborar:					
	a) diagramas de procesos					
EXT02	b) mapas mentales					
EXT03	c) plantillas de trabajo.					
EXT04	En las reuniones de trabajo se elaboran minutas.					
EXT05	Se elaboran las buenas prácticas en equipo.					
EXT06	Se utiliza el software de colaboración para:					
	a) asignar trabajo					
EXT07	b) realizar seguimiento del trabajo asignado					
EXT08	c) recibir retroalimentación.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Combinación: son las actividades dirigidas a sintetizar la información de los departamentos de la organización en un producto de conocimiento para su diseminación entre los miembros de la organización.						
COB01	Se utiliza software de control de versiones para obtener información de los grupos de desarrollo.					
COB02	Se recuperan métricas de calidad del software elaborado por los grupos de desarrollo.					
COB03	Se adoptan herramientas de software que utilizan otros departamentos de la organización.					
COB04	Se realizan reuniones entre departamentos para dar a conocer nuestras buenas prácticas.					
COB05	Se conocen las herramientas de software que utilizan otros departamentos.					

Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
-------	---------------	---------------------	-----------------	---------

Internalización: Reinterpretación del conocimiento socializado, exteriorizado, combinado y la formulación de nuevas disertaciones de acción a partir de la práctica y la inferencia de impacto en el ambiente.					
INT01	Cuando se termina un desarrollo de software: a) se muestra el funcionamiento ante otros departamentos				
INT02	b) se recibe retroalimentación de otros departamentos				
INT03	c) se apropia el uso de buenas prácticas para realizar el trabajo futuro.				
INT04	Se reutilizan componentes de otros departamentos de desarrollo de software.				
INT05	Se modifican componentes desarrollados por otros departamentos.				
INT06	Se adoptan las buenas prácticas que utilizan otros departamentos.				

B.4 Innovación pública con relación a las áreas que desarrollan software para la administración universitaria

		Nunca	Casi Nunca	Ocasionalmente	Casi Siempre	Siempre
Innovación de producto: valor agregado para la organización en función del software elaborado.						
INP01	Se elaboran productos de software con nuevas funciones para nuestros usuarios					
INP02	Se utilizan herramientas de código abierto modificadas/adaptadas en nuestra organización que permiten implementar nuevos aplicativos.					
INP03	Se desarrolla software que reemplaza a los productos comerciales.					
INP04	Se utilizan herramientas comerciales en el desarrollo de productos de software que nos permiten implementar nuevos procesos.					
INP05	Las herramientas comerciales pueden ser sustituidas en forma rápida para implementar nuevos procesos.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasionalmente	Casi Siempre	Siempre
Innovación de servicios: surgimiento de nuevos servicios y reconfiguración a los servicios actuales, como resultado de incorporar nuevos productos de software						
INS01	El software que elaboramos mejora los servicios que ofrece nuestra organización.					
INS02	Los aplicativos que realizamos simplifican los trámites administrativos.					
INS03	El software que liberamos a producción está pensado para ser utilizado en forma descentralizada.					

		Nunca	Casi Nunca	Ocasio- nalmente	Casi Siempre	Siempre
Innovación organizacional: cambios formales o informales que se dan a partir de la implementación de productos de software						
INO01	El software que se libera a producción modifica rutinas de quienes operan/trabajan con el sistema informático.					
INO02	Los aplicativos producidos en el departamento pueden establecer nuevos roles en la organización.					
INO3	La formación de nuevos departamentos va acompañada de nuevos productos de software elaborados en la organización.					

C. Macrouniversidades Latinoamericanas

Relación de Universidades pertenecientes a la Red de Macrouniversidades de América Latina y el Caribe. Véase: <http://www.redmacro.unam.mx/>

El orden es alfabético por país.

No.	Universidad	País
1	Universidad de Buenos Aires, UBA	Argentina
2	Universidad Nacional de La Matanza, UNLAM	Argentina
3	Universidad Nacional de Córdoba, UNC	Argentina
4	Universidad Nacional de La Plata, UNLP	Argentina
5	Universidad Nacional del Nordeste, UNNE	Argentina
6	Universidad Mayor de San Andrés, UMSA	Bolivia
7	Universidade de São Paulo, USP	Brasil
8	Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP	Brasil
9	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, UNIRIO	Brasil
10	Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG	Brasil
11	Universidad Nacional de Colombia, UNAL	Colombia
12	Universidad Nacional, Costa Rica, UNA	Costa Rica
13	Universidad de Costa Rica, UCR	Costa Rica
14	Universidad de la Habana, UH	Cuba
15	Universidad de Chile, UCh	Chile
16	Universidad Central de Ecuador, UCE	Ecuador
17	Universidad de El Salvador, UES	El Salvador
18	Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC	Guatemala
19	Universidad Nacional Autónoma de Honduras	Honduras
20	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP	México
21	Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS	México
22	Universidad de Guadalajara, UdeG	México
23	Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM	México
24	Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL	México
25	Universidad Veracruzana, UV	México
26	Instituto Politécnico Nacional, IPN	México
27	Universidad Autónoma de Tamaulipas, UAT	México
28	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN	Nicaragua
29	Universidad de Panamá, UP	Panamá
30	Universidad Nacional de Asunción, UNA	Paraguay
31	Universidad Nacional Mayor de San Marcos, UNMSM	Perú

No.	Universidad	País
32	Universidad de Puerto Rico, UPR	Puerto Rico República
33	Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD	Dominicana
34	Universidad de la República, UDELAR	Uruguay
35	Universidad Central de Venezuela, UCV	Venezuela
36	Universidad de los Andes, ULA	Venezuela
37	Universidad del Zulia, LUZ	Venezuela

D. Estudio bibliométrico: Modelos de administración del conocimiento y capacidades tecnológicas

El aporte al conocimiento que se espera de una investigación es que permita ofrecer nuevos datos o correlaciones. Para corroborar que el estudio de las unidades de análisis de esta investigación, no ha sido abordado a profundidad con relación a la administración del conocimiento y capacidades tecnológicas, se realizaron varias consultas a bases de datos y en especial a la *Web of Knowledge: Science Citation Index*, ya que no sólo agrupa referencias bibliográficas, sino también citas a trabajos publicados, resúmenes e información de autores, con más de 5800 revistas científicas. Se eligió de esta base de datos, primero por su potencialidad de crear informes de citas por área de conocimiento para determinar aquellos documentos más citados y en segundo motivo porque no sólo indexa las publicaciones principales de ciencias en inglés sino porque también toma las referencias de *SciELO Citation Index*, orientada a las principales publicaciones de ciencias, ciencias sociales, artes y humanidades de España, Portugal y Latinoamérica.

Las búsquedas realizadas se presentan en la Tabla D.1 y se realizaron las siguientes consideraciones para su construcción: las variables “capacidades tecnológicas” y “administración del conocimiento”⁵ están determinadas como constructos teóricos por la literatura científica (que utiliza al inglés como referencia) y se consideran temas clave. Las palabras “modelo” y “software” son utilizadas ampliamente, por lo que se debe tener cuidado como selección de palabra clave, y debe buscarse además en el título de la investigación, ambas con el símbolo “*” para escudriñar su inclusión en cualquier parte del título o de las palabras clave.

⁵ En el capítulo 4 se discute la pertinencia de utilizar el concepto de administración del conocimiento y no el de gestión del conocimiento, sin embargo, en la literatura académica se utiliza la palabra clave “*knowledge management*” para referirse a este concepto.

Tabla D.1 Búsqueda en Web of Knowledge: Science Citation Index de las palabras clave: capacidades tecnológicas, administración del conocimiento, software y modelo

No. Consulta	Búsqueda	Resultados
1	TS=("technological capabilities") AND TS =("knowledge management") Bases de datos= WOS, CCC, SCIELO, Período de tiempo=Todos los años Idioma de búsqueda=Auto	51
2	TS=("technological capabilities") AND TS =("knowledge management") AND (TS>(*model*) OR TI>(*model*)) Bases de datos= WOS, CCC, SCIELO Período de tiempo=Todos los años Idioma de búsqueda=Auto	18
3	TS=("technological capabilities") AND TS =("knowledge management") AND (TS=(model*) OR TI>(*model*)) AND TS>(*software*) Bases de datos= WOS, CCC, SCIELO Período de tiempo=Todos los años Idioma de búsqueda=Auto	2

Notas: Significado de etiquetas: TS = TEMA, TI = TÍTULO

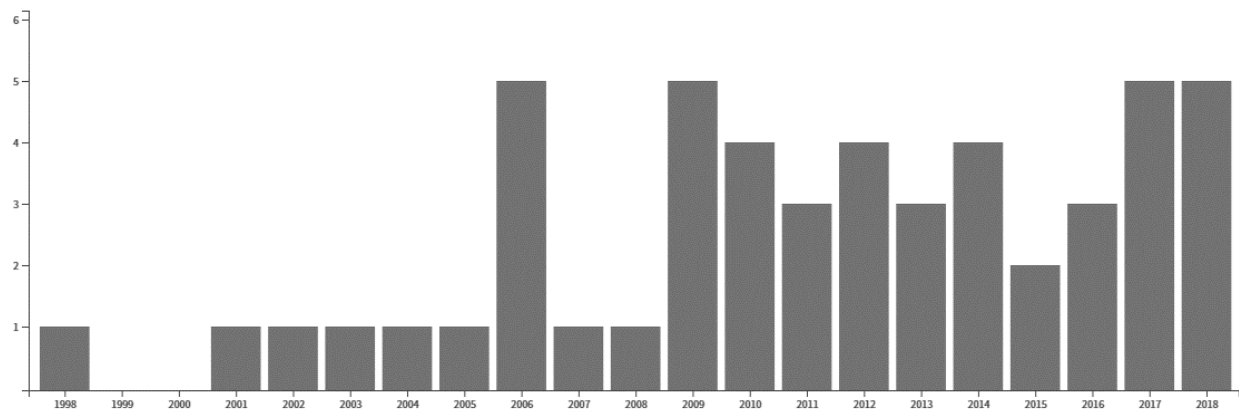
Bases de datos: WOS, Colección principal de *Web of Science*; CC, *Current Contents Connect* (revistas académicas de todo el mundo, SCIELO, *SciELO Citation Index* (Literatura académica en Latinoamérica, Portugal y España).

La primera consulta mostrada en la Tabla D.1 busca encontrar los referentes que vinculen las variables de “capacidades tecnológicas” y “administración del conocimiento”. El resultado son 51 documentos, con un incipiente inicio entre 1998 y 2005, y cuyo estudio se ha mantenido más o menos constante a partir del 2009 con la publicación de entre 3 y 5 trabajos anuales. Al realizar una agrupación por Áreas de investigación se encuentra que la mayoría de las publicaciones son de economía empresarial —*business economics* con 46 publicaciones—, seguidos por ciencias de la computación —*computer science* con 34 publicaciones—. Un área donde se presentan pocos estudios y que es de interés para la investigación presente es la de administración pública —*public administration* con 4 publicaciones—(Figura D.1).

De esta primera consulta, se pueden recuperar cuales son los autores más citados respecto a las palabras claves. El principal, con 69 citas es el Dr. Paulo Figueiredo (2011)

con su publicación “*The Role of Dual Embeddedness in the Innovative Performance of MNE^[6] Subsidiaries: Evidence from Brazil*”⁷ en *Journal of Management Studies*, seguido por la publicación “Competing - and learning - in modular markets”⁸ (Sanchez y Collins, 2001) con 60 citas.

Figura D.1 Publicación anual entre 1998 y 2019 de las publicaciones científicas en Web of Knowledge: Science Citation Index que contienen las palabras clave "technological capabilities" y "knowledge management"



Notas: Gráfica creada a partir de datos ingresados en <http://apps.webofknowledge.com.pbidi.unam.mx>

En esta primera consulta se observa que el predominio son investigaciones hacia la industria, la ingeniería y ciencias de la computación y las investigaciones en gestión de

⁶ Las MNE o *Multinational Enterprise*, se definen como “enterprises that show the potential to pursue the continual improvement of their competitive advantage at the interface between their local economies and global corporate networks [empresas que muestran el potencial para buscar la mejora continua de su ventaja competitiva en la interfaz entre sus economías locales y las redes corporativas globales]” (Birkinshaw et al., 2005; Cantwell and Janne, 1999; Forsgren et al., 2006, citado en Figiereiro, 2011, p.417).

⁷ Este documento tiene dos hallazgos importantes: 1) las filiales o subsidiarias de una multinacional con oficinas en Brasil desarrollaron simultáneamente vínculos intensivos en conocimientos con contrapartes internas y externas específicas y sobre la base de un aumento constante de la calidad lograron niveles de rendimiento innovadores más altos que las filiales que desarrollaron esos vínculos con una calidad inalterada a lo largo del tiempo, 2) la determinación de efectividad de los vínculos identificados en el trabajo de investigación respecto al desempeño innovador.

⁸ Esta publicación es relacionada con la adopción de un enfoque modular para la arquitectura de diseños y productos mejora el desarrollo del producto y proporciona un marco para la gestión del conocimiento y el aprendizaje organizacional.

operaciones, quedando relegada la investigación en administración pública y universidades (Figura D.2).

Figura D.2. Mapa de árbol de las publicaciones científicas en Web of Knowledge: Science Citation Index que contienen las palabras clave "technological capabilities" y "knowledge management"

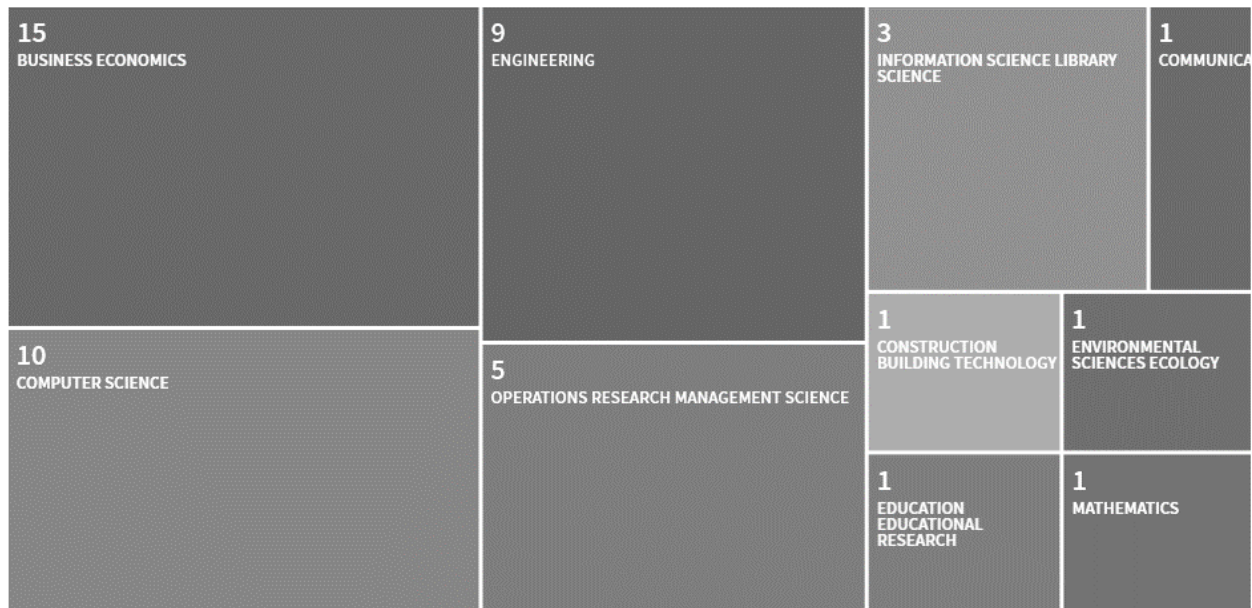


Notas: gráfico creado a partir de datos ingresados a:
http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=UA&SID=5F5bvfqurnunEnqOHXr&field=SJ_ResearchArea_ResearchArea_en&yearSort=false

La segunda consulta se realiza con la finalidad de encontrar aquellos modelos relacionados a los constructos señalados, de las que se obtienen 18 referencias. En la determinación de las áreas de investigación que han sido estudiadas, se generó nuevamente un mapa de árbol (Figura D.3), encontrándose que las áreas más estudiadas son referidas a la economía empresarial (*business economics*) con 15 citas, seguido de ciencias de la computación (*computer science*) con 10 citas. De estos 10 registros, utilizando un nuevo filtrado de temas, se halla que 9 registros son referidos también al tema de economía empresarial. Se observa además que desaparece el tema de administración pública.

Una tercera consulta que restringe la selección anterior se realizó para encontrar las publicaciones que señalen un modelo de capacidades tecnológicas, administración del conocimiento y software.

Figura D.3 Mapa de árbol de las publicaciones científicas en Web of Knowledge: Science Citation Index que contienen las palabras clave "technological capabilities", "knowledge management" y "*model*".



Notas: gráfico creado a partir de datos ingresados a: Fuente:
http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=UA&SID=5F5bvfqurnunEnqOHXr&field=SJ_ResearchArea_ResearchArea_en&yearSort=false

La tercera consulta regresa dos resultados, el primer de Eldridge y Navarro (2008), que examina los vínculos entre el aprendizaje organizacional y el uso de tecnologías web⁹ y su impacto en la respuesta del cliente, con un modelo basado en ecuaciones estructurales¹⁰, validado por el análisis factorial de 130 PYME del sector de las comunicaciones en España. Los hallazgos de este estudio sugieren que, aunque las tecnologías web ayudan a las PYME a ofrecer un servicio más competitivo, demasiado énfasis en la tecnología sin incorporar el proceso de aprendizaje podría fácilmente resultar en un sistema fallido. La segunda publicación, “*Design Capabilities in Software Innovation Settings*” de Zapata-Roldan (2017). En este estudio se propone un modelo del ciclo de desarrollo para la industria del software, este modelo considera las capacidades de diseño en entornos de innovación del software. Las capacidades son agrupadas en tres

⁹ Para aclarar el término consulte en el glosario los términos *Sitio Web*, *Web 2.0*, *Web 3.0* y

¹⁰ El modelado de ecuaciones estructurales es desarrollado en el capítulo 6.

dimensiones: organizacionales (humanas y de estrategia), estructurales (de tecnología y de administración del conocimiento) y relacionales (de asociación y transferencia). Variables que se utilizan en este estudio con las capacidades tecnológicas, de absorción y de innovación.

E. Misión, Visión y Funciones de las dependencias de atención a la administración en la UNAM

Misión, visión y funciones de la Dirección General de Personal

Dependencia	Misión	Visión
Dirección General de Personal	Dirigir, gestionar y resolver los asuntos laborales, nominales y de servicio al personal de la UNAM, coadyuvando al cumplimiento de las funciones sustantivas de la Institución.	Se atiende a la comunidad con trámites y servicios modernos, sencillos y de calidad; se encuentran fortalecidas las relaciones laborales; el personal está capacitado y se contribuye a una gestión institucional de vanguardia
	Funciones	
	<p>Atender y efectuar los movimientos de alta e incidencias del personal, según las disposiciones normativas y legales.</p> <p>Cubrir las remuneraciones al personal y autorizar los pagos por honorarios por servicios profesionales prestados a la institución.</p> <p>Otorgar y difundir las prestaciones, servicios y estímulos estipulados en los contratos colectivos de trabajo.</p> <p>Expedir las constancias de empleo, hojas de servicio, credenciales, certificaciones y demás documentos relacionados con el personal.</p> <p>Acreditar al personal ante otras instituciones y, en su caso, atender y gestionar los servicios que éstas otorguen.</p> <p>Administrar los expedientes del personal.</p> <p>Seleccionar y contratar al personal administrativo de base para cubrir las vacantes en las diferentes entidades y dependencias, en término de las disposiciones legales aplicables y a los contratos colectivos de trabajo.</p> <p>Dirigir las acciones en materia de capacitación y adiestramiento al personal de base tendientes a su mejoramiento y desarrollo en términos del contrato colectivo de trabajo y demás disposiciones aplicables.</p> <p>Coordinar el reclutamiento, evaluación, contratación, capacitación y desarrollo del personal de confianza de las entidades y dependencias universitarias.</p> <p>Autorizar y expedir los finiquitos correspondientes con motivo de jubilaciones, pensiones, renuncias y despidos del personal.</p> <p>Atender y desahogar los asuntos derivados de la aplicación de los contratos colectivos de trabajo, así como, formular y suscribir acuerdos y convenios para el mejor desarrollo de las relaciones laborales.</p> <p>Coordinar y participar en las revisiones salariales y contractuales, así como, integrar la representación de la Universidad ante las comisiones mixtas contractuales y coordinar su funcionamiento.</p> <p>Planear, organizar y coordinar los programas y servicios de los Centros de Desarrollo Infantil y de Jardín de niños de la Institución.</p> <p>Conforme a las atribuciones previstas en la Legislación Universitaria, contratos colectivos de trabajo y demás disposiciones, difundir las normas y establecer criterios y procedimientos en materia de personal</p>	

Nota: Elaboración a partir de <http://www.personal.unam.mx/dgpe/acerca-dgpe.action>

Misión, visión y funciones de la Dirección General de Presupuesto

Dependencia	Misión	Visión
Dirección General de Presupuesto	Formular e integrar el presupuesto universitario anual, con base en los programas de actividades, obras y servicios de la Institución, asistiendo técnicamente a las entidades académicas y dependencias universitarias en los procesos de programación presupuestal, mediante acciones que permitan mejorar las normas, estructuras y procedimientos administrativos en materia de presupuesto.	Ser una dependencia vanguardista, eficiente y eficaz en la administración del presupuesto universitario, que contribuya en la consolidación de una Universidad de calidad y mantener su liderazgo en materia de educación media superior y superior, investigación y extensión de los beneficios de la cultura a la sociedad.
	Funciones	
	<p>Proponer criterios e indicadores para configurar el anteproyecto de presupuesto universitario.</p> <p>Coordinar el proceso de programación y presupuestación, a fin de formular el anteproyecto de presupuesto general anual de la Institución, considerando la opinión técnica del Consejo de Planeación.</p> <p>Someter a consideración del Rector el anteproyecto de presupuesto general anual.</p> <p>Asistir técnicamente a las autoridades universitarias que lo requieran en los procesos de programación presupuestal.</p> <p>Publicar el presupuesto aprobado por el Consejo Universitario para conocimiento de la comunidad universitaria y de la sociedad.</p> <p>Realizar estudios y acciones que permitan mejorar las normas, estructura y procedimientos administrativos en materia de presupuesto.</p> <p>Elaborar y actualizar el Organigrama General de Organización de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como el Manual General de Organización.</p> <p>Coordinar los estudios y la dictaminación de propuestas para la modificación de estructuras orgánicas y niveles salariales de plazas administrativas.</p> <p>Establecer normas y políticas de operación presupuestal, así como indicadores para la evaluación y seguimiento del ejercicio de las entidades académicas y dependencias universitarias.</p> <p>Dirigir la actualización de Guías Técnicas para la elaboración de los manuales administrativos de las entidades académicas y dependencias universitarias, asesorándolas y otorgándoles el registro de los Manuales de Organización y Procedimientos</p> <p>Participar en los comités y demás cuerpos colegiados en los que de acuerdo a la normativa universitaria se le designe como representante.</p> <p>Las que les confieran el Secretario Administrativo y la Legislación Universitaria.</p>	

Nota: Elaboración a partir de <https://presupuesto.unam.mx/index.php?op=17>

Misión, visión y funciones de la Dirección General de Servicios Administrativos

Dependencia	Misión	Visión
Dirección General de Servicios Administrativos	Proporcionar servicios administrativos de calidad para las entidades y dependencias universitarias que coadyuven en el desarrollo eficaz y eficiente en las actividades sustantivas de la Universidad Nacional Autónoma de México, observando siempre la normatividad y políticas institucionales establecidas.	Ser la dependencia universitaria que ofrece servicios administrativos de calidad a la Institución, teniendo como premisas a las mejora continua y valoración permanente de los procesos administrativos desarrollados.
Funciones		
Coordinar, en representación de la Secretaría Administrativa, las acciones conjuntas en materia de servicios institucionales.		
Apoyar a la Secretaría Administrativa de la UNAM en las tareas de planeación y evaluación institucional.		
Controlar y administrar los contratos de arrendamiento de inmuebles que realizan las entidades académicas y dependencias universitarias.		
Administrar los recursos presupuestales asignados a la Unidad Coordinadora de Servicios Institucionales.		
Propiciar la comunicación y fungir de enlace entre la Secretaría Administrativa de la UNAM y las Secretarías y Unidades Administrativas de las entidades académicas y dependencias universitarias.		
Realizar diagnósticos para evaluar el funcionamiento de los servicios administrativos institucionales que proporciona la Administración Central.		
Administrar la Tienda UNAM.		
Coordinar el proceso de nombramiento de secretarios administrativos y jefes de unidad administrativa, coordinadores administrativos y puestos homólogos, que se desempeñarán en las entidades académicas y dependencias universitarias.		
Atender las solicitudes de vehículos nuevos, así como evaluar las reasignaciones de unidades usadas que presenten las entidades académicas y dependencias universitarias.		
Controlar y supervisar que las adquisiciones de boletos de avión realizadas por entidades académicas y dependencias universitarias correspondan a lo establecido en los contratos suscritos entre la UNAM y las aerolíneas correspondientes;		
Coordinar el aseguramiento del Sistema de Gestión de la Calidad en la UNAM.		
Participar en los comités y demás cuerpos colegiados en los que de acuerdo con la normativa universitaria se le designe como representante.		
Las que les confieran el Secretario Administrativo y la Legislación Universitaria.		

Nota: Elaboración a partir de <http://www.dgsa.unam.mx/site/funciones.html> y <http://www.dgsa.unam.mx/site/presentacion.html>

Objetivo y funciones de la Dirección General de Obras y Conservación

Dependencia	Objetivo
-------------	----------

Dirección General de Obras y Conservación	La Dirección General de Obras y Conservación, es una dependencia administrativa y de servicio, cuyo objetivo fundamental es coadyuvar en el cumplimiento de los fines sustantivos de la Universidad Nacional Autónoma de México, mediante la planeación, proyecto y construcción de las obras de ampliación requeridas; así como la conservación, rehabilitación y mantenimiento de las edificaciones, espacios abiertos, equipos e instalaciones electromecánicas existentes que forman parte del patrimonio inmobiliario institucional.
	Funciones
	Elaborar los Planes Maestros Inmobiliarios, los Programas de Desarrollo Inmobiliario y sus correspondientes Programas Anuales de Obra; evaluar técnica y económicamente las solicitudes de obra que presentan las entidades académicas y dependencias universitarias, de conformidad con las Políticas en Materia de Obra y Servicios Relacionados con la Misma; así como con los Lineamientos en Materia de Planeación, Presupuestación y Programación de Obras que se proponen a las autoridades universitarias.
	Adjudicar los contratos; coordinar, supervisar y evaluar la ejecución de planes, estudios, anteproyectos y proyectos ejecutivos de obras, acciones de conservación y mantenimiento, de acuerdo con la Normatividad en Materia de Obra y Servicios Relacionados con la Misma estableciendo para ello los procedimientos necesarios; así como emitir dictámenes sobre capacidad técnica e infraestructura de las entidades académicas y dependencias universitarias en la adjudicación de los contratos de obras de reacondicionamiento, mantenimiento y conservación.
	Elaborar los Programas de Conservación y Mantenimiento de Instalaciones, Sistemas, Infraestructura y Equipo y asesorar a las entidades académicas y dependencias universitarias para elaborar sus programas de mantenimiento a corto y mediano plazos, en el marco de la normatividad vigente y del presupuesto autorizado.
	Proporcionar y regular los servicios urbanos que requieren las entidades académicas y dependencias universitarias dentro del campus de Ciudad Universitaria; asesorar en esta materia a otros campos de la Universidad Nacional Autónoma de México para la gestión y el suministro de servicios municipales y energéticos.
	Conservar en óptimo estado la infraestructura, espacio público, vialidades, áreas verdes y deportivas de las entidades académicas y dependencias universitarias.
	Planear, normar y vigilar el crecimiento, diseño y construcción de los espacios universitarios según su género, atendiendo a las funciones sustantivas de la Universidad, así como a las que se requieren para su organización y administración;
	Proponer al Comité Asesor de Obras de la UNAM, en coordinación con la Oficina del Abogado General, la actualización de la normatividad que regula el proceso de planeación, programación, contratación de obras y servicios relacionados con la misma.
	Promover el cumplimiento de la Normatividad de Obras vigente en la Universidad;
	Participar en los comités y demás cuerpos colegiados en los que, de acuerdo a la normativa universitaria se le designe como representante.
	Las que les confieran el Secretario Administrativo y la Legislación Universitaria.

Nota: Elaboración a partir de <https://www.obras.unam.mx/pagina/index.php/dgoc/index/page/objetivo>

Misión, visión y funciones de la Dirección General de Proveduría

Dependencia	Misión	Visión
Dirección General de Proveduría	Proporcionar bienes y servicios de manera ágil y coordinada que brinden un apoyo eficaz y eficiente a las actividades sustantivas de las entidades y dependencias universitarias, así como satisfacer las necesidades de nuestros usuarios, en lo referente a calidad, precio y oportunidad en los artículos, bienes y servicios solicitados por las mismas	Constituirse como una instancia de servicio de las entidades y dependencias universitarias para la adquisición y suministro de materiales y equipo, así como la contratación de servicios. La gestión de la dependencia se organiza para la aplicación de los procesos de trabajo que garanticen las mejores condiciones para las adquisiciones en términos de precio, tiempo, calidad y oferta de servicios conexos en el marco y con apego a la normatividad vigente.
<p>Funciones, vía el Comité de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios de la UNAM</p> <p>Revisar y, en su caso, proponer al Rector y al Patronato, las políticas y demás normas relativas a las adquisiciones, arrendamientos y contrataciones de servicios.</p> <p>Elaborar y aprobar su Manual de Integración y Funcionamiento y el de los Subcomités de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios.</p> <p>Aprobar el calendario anual de las sesiones ordinarias de trabajo, mismo que deberá presentarse para consideración en la primera sesión del ejercicio presupuestal que efectúe el Comité.</p> <p>Tomar conocimiento del Programa Anual de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios de la UNAM:</p> <p>Autorizar en forma anual los montos que deberán observarse para cada uno de los procedimientos aplicables en las adquisiciones de bienes muebles, arrendamientos y contrataciones de servicios.</p> <p>Dictaminar en forma previa a su inicio sobre la procedencia de celebrar procedimientos de excepción a la licitación pública para la adquisición de bienes muebles, arrendamiento o la contratación de servicios, por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción que establezca la normatividad aplicable.</p> <p>Analizar cuatrimestralmente el informe de la conclusión de los casos dictaminados conforme al inciso anterior, así como de las licitaciones públicas que se realicen y, los resultados generales de las adquisiciones, arrendamientos y servicios y, en su caso, recomendar las medidas necesarias para evitar el probable incumplimiento de alguna disposición jurídica o administrativa.</p> <p>Autorizar el establecimiento de subcomités de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios en las dependencias o entidades desconcentradas, ya sea por su función o por su ubicación, cuando por el monto de sus operaciones o las características de sus funciones así se justifiquen. Los subcomités serán órganos dependientes del Comité, y su integración, operación y atribuciones serán las que para tal efecto establezca el Comité en su oportunidad.</p> <p>Autorizar los casos de reducción del plazo que deba transcurrir entre la fecha de publicación de la convocatoria y el acto de presentación y apertura de proposiciones en licitaciones públicas.</p>		

Dependencia	Misión	Visión
	<p>Vigilar que los acuerdos que tome y los compromisos que contraigan los integrantes de este se cumplan en forma oportuna, y en su caso, aplicar las medidas necesarias para su observancia-</p> <p>Difundir a través de los titulares de las dependencias y entidades universitarias, los acuerdos que adopte en el ejercicio de sus atribuciones y que sean de aplicación general.</p> <p>Autorizar los incrementos correspondientes al monto mínimo a pagar por concepto de penas convencionales.</p> <p>Resolver, todos aquellos casos en que no exista disposición expresa y que por la naturaleza del asunto a tratarse exista necesidad de emitir una resolución al respecto.</p> <p>En general, llevar a cabo todas aquellas acciones que se requieran para el mejoramiento de los procedimientos aplicables a las adquisiciones de bienes muebles y contrataciones de servicios.</p>	
<p>Nota: Elaboración a partir de http://www.proveeduria.unam.mx/app.dgpr/identidad/ y http://www.proveeduria.unam.mx/app.dgpr/acuerdo-por-el-que-se-reestructura-el-comite-de-compras/</p>		

F. Elaboración del cuestionario semi-estructurado para alimentar la matriz FODA

Las siguientes son consideraciones para la realización del cuestionario semiestructurado que da lugar a una matriz FODA: 1) se consideraron los elementos base que debe contener una matriz FODA (Thompson y Strickland, 1994) y 2) se adecuó al entorno de las áreas que desarrollan software en una macrouniversidad (ADeSAU).

Para la estructuración de la entrevista se consideraron elementos clave: se consideraron que los entrevistados “son líderes o expertos” (Kvale, 2011, p. 98) en su área (en nuestro caso, de gestión administrativa universitaria y del desarrollo de sistemas informáticos), que entrevistador conoce el tema objeto de interés y es experto en el manejo del lenguaje técnico (procedimientos, desarrollo e implementación de sistemas informáticos, administración de proyectos, infraestructura de comunicaciones, entre otros). Se aplicó el formato semi-estructurado de las entrevistas, con preguntas en forma secuencial y apertura a los cambios de secuencia para profundizar en las respuestas de los interesados. Se buscó que el proceso de la entrevista fuera una técnica a descubrimiento a posteriori (Ruiz, 2012) de la forma en que se atienden por las ADeSAU los procesos administrativo y a los impactos e innovaciones que se han realizado en el sistema socio-técnico.

Detección de fortalezas / debilidades:

1. ¿Cuántas personas se dedican al desarrollo de software administrativo en su universidad?
2. ¿Considera que para su universidad es importante del desarrollo software para la administración? / ¿Adquieren soluciones a la medida? / ¿Adquieren productos completos a los que la universidad se adecua?
3. En su organización utilizan open-source
 - a. Si es así, ¿lo modifican?
 - b. ¿Cuál es la proporción entre soluciones completas adquiridas y desarrollos propios?
4. ¿Cuántos departamentos de desarrollo de aplicaciones administrativas tienen?

5. Tienen definidos los siguientes roles en sus departamentos de desarrollo: Líder de desarrollo/Analista/Programador/Diseñador/Tester/Operación u Implementación
6. Su universidad cuenta con una infraestructura de TIC para la academia y que puede ser utilizada libremente para la gestión administrativa
- 7.Cuál es la velocidad de ancho de banda de su red interna
8. Tienen equipos exclusivos para las áreas administrativas de la universidad
9. El personal de operación está capacitado para la utilización del equipo de cómputo
10. El personal de desarrollo a la vez que hace un proyecto realiza el mantenimiento del software existente
11. Tienen un sistema de gestión del conocimiento en las áreas que desarrollan software
12. ¿El personal de desarrollo tiene certificaciones? / ¿cuáles?
13. ¿Cuántas veces al año reciben cursos de capacitación?
14. ¿Se recibe capacitación en línea?
15. ¿Sus áreas de cómputo tienen reuniones mensuales, semestrales?
16. ¿Tienen una red formal para colaborar y compartir conocimientos?
17. Realizamos actividades de vigilancia tecnológica.

Detección de debilidades / fortalezas:

1. ¿Tienen un Plan Estratégico referente a las tecnologías de la Información y Comunicación?
 - a. Si es así, tiene un apartado relacionado al desarrollo de software
 - b. El plan tiene un apartado relacionado al uso software de código abierto
2. Al liberar una solución se realiza en forma inmediata o el personal de operación determina cuando estará en operación
3. ¿Cuándo se desarrolló el software más antiguo que tienen en operación en la administración? ¿Es cliente-servidor o utiliza tecnología web?
4. El personal tiene algún programa de reconocimiento
5. Antes de liberar el software pasa por un programa de control de calidad
6. Tienen problemas con los programas adquiridos y que son soluciones cerradas
7. Se documenta el código y se tiene un repositorio de acceso a la documentación
8. ¿Qué porcentaje de su personal de primer ingreso son alumnos de la propia universidad o es su primer trabajo?

Detección de Oportunidades/Amenazas

1. Conocemos que:
 - a. hay ambientes de código abierto
 - b. Bibliotecas de software código abierto que podemos utilizar en desarrollos de proyectos
2. Tenemos relación con los alumnos de recién ingreso y los contratamos para que desarrollen código fuente
3. Nuestra universidad tiene un Plan Estratégico y nuestras áreas de software alinean el desarrollo de software de acorde a este plan.
4. Sabemos que hay herramientas de interoperabilidad que nos pueden ayudar a realizar nuestro trabajo

Detección de Amenazas/Oportunidades

1. Tenemos convenios con empresas de software propietario para utilizar sus productos.
2. Estamos al pendiente del cambio tecnológico
3. Estamos al pendiente cuando un ambiente de desarrollo será descontinuado
4. Cambiamos nuestro software basado en herramientas que son descontinuadas
5. Cuando cambian el licenciamiento buscamos formas alternativas de reemplazo

G. Estándares, especificaciones y marcos de trabajo utilizados en el desarrollo del software

Principales estándares de desarrollo de software y el uso de Tecnologías de Información

Estándar	Nombre	Descripción
IEEE 830:1998	<i>Recommended Practice for Software Requirements Specifications</i>	Especificación de requisitos de software, con el comportamiento y la descripción del sistema que se va a implementar.
IEEE 1061:1998	<i>Software quality metrics methodology</i>	Metodología para establecer los requisitos de calidad e identificar, implementar, analizar y validar el proceso y las métricas de calidad del software del producto.
IEEE 1062:2015	<i>Recommended Practice for Software Acquisition</i>	Las prácticas para la adquisición: planeación de la estrategia organizacional, implementación del proceso organizacional, determinación de los requerimientos de software, identificar proveedores potenciales, preparar los requerimientos del contrato, evaluar las propuestas y seleccionar al proveedor, administración del rendimiento del proveedor, aceptación y uso del software
ISO 9241	<i>Ergonomic requirements for office work with visual display terminals</i>	Norma enfocada a los requerimientos en usabilidad y ergonomía, tanto del software como del hardware
ISO/IEC 12207	<i>Systems and software engineering -- Software life cycle processes</i>	Define un conjunto de procesos que cubren el ciclo de vida del desarrollo de software: adquisición, suministro, desarrollo operación y mantenimiento.
ISO/IEC 15504-1:2004	<i>Software Process Improvement Capability Determination</i>	Modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas de información y productos de software
ISO / IEC 15939:2007	<i>Systems and software engineering -- Measurement process</i>	Procesos de medición aplicables a la ingeniería de software. Identifica las actividades y tareas que son necesarias para identificar, definir, seleccionar, aplicar y mejorar la medición con éxito dentro de un proyecto general o una estructura de medición organizacional.

Estándar	Nombre	Descripción
ISO/IEC 25000 SQuaRE	<i>System and Software Quality Requirements and Evaluation</i>	Proporciona una guía para el uso de las nuevas series de estándares internacionales a partir de tres vistas: interior, exterior y en uso en cuatro características: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción
(Reemplazo de la norma		
ISO/IEC 9126)		
ISO/IEC 25040:2011	<i>Systems and software Quality Requirements and Evaluation</i>	Contiene requisitos y recomendaciones para la evaluación de la calidad del producto de software y aclara los conceptos generales.
(ISO/IEC 14598)		
ISO/IEC 27002:2013	<i>Information technology - Security techniques - Code of practice for information security management</i>	Contiene once secciones principales: política de seguridad, organización de la seguridad de la información (tanto interna como de terceros involucrados con la organización), gestión de activos de información, seguridad de los recursos humanos, seguridad física y ambiental, gestión de las comunicaciones y operaciones, control de accesos, adquisición, desarrollo y mantenimiento de los sistemas de información, gestión de incidentes de la seguridad de la información, gestión de la continuidad del negocio y cumplimiento de requisitos legales
ISO/IEC/IEEE 29119:2013	<i>Software Standard</i>	Conjunto de documentos para el testeado de software: procesos de testeado (test processes, documentación (test documentation), técnicas (test techniques), testeado dirigido por palabras claves (keyword-driven testing)
ISO/IEC 38500:2015	<i>Governance of IT for the organization</i>	Marco de principios (framework) de gobierno de TI para evaluar, dirigir y monitorear, el uso de tecnologías de la información
ISO/IEC 40500:2012	W3C Web Content Accessibility Guidelines	Recomendaciones para hacer los sitios web más accesible a los usuarios en general y a las personas con ceguera y baja visión, sordera y pérdida auditiva, problemas de aprendizaje, limitaciones cognitivas, movimiento limitado, discapacidad del habla, sensibilidad a la luz.

Estándar	Nombre	Descripción
COBIT 5	Control Objectives for Information and related Technology	Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas mantenida por el ISACA (en inglés: Information Systems Audit and Control Association) y el IT GI (en inglés: IT Governance Institute).

Nota: Elaboración propia a partir de los estándares señalados

Especificaciones para el desarrollo de software

Nombre	Descripción
Unified Modeling Language - OMG	Es un lenguaje de modelado de desarrollo, de propósito general en el campo de la ingeniería de software, que pretende proporcionar una forma estándar de visualizar el diseño de un sistema
BPMN - Business Process Model and Notation - OMG	Provee de una notación y diagramación en un flujo de los procedimientos internos de una organización.
ESSENCE - OMG	Especificación para la realización de proyectos de software a partir de las mejores prácticas y métodos de desarrollo.
COSMIC - Common Software Measurement International Consortium	Métodos para la medición de un tamaño funcional de software
Modelo Vista- Controlador	Patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica del negocio de la interfaz de usuario.

Nota: Elaboración propia a partir de las especificaciones señaladas

Marcos de trabajo (Frameworks) para la administración de proyectos y gestión de calidad en la organización

Nombre	Descripción
Project Management Body of Knowledge - PMBOK (PMI)	Estándar para la administración de proyectos en general y con una extensión para el desarrollo de productos de software.
SCRUM	Marco para el desarrollo ágil de productos, no sólo de software sino cualquier proyecto con requisitos inestables y que se requiere rapidez y flexibilidad
ISO/IEC 9001	Norma que se aplica a los Sistemas de Gestión de Calidad que le permita a la organización administrar y mejorar la calidad de sus productos y servicios.
ISO 21500	Norma con conceptos y procesos relacionados para la dirección de proyectos en organizaciones

Nota: Elaboración propia a partir de los marcos señalados

H. Consideraciones para realizar un Análisis Costo-Beneficio de la implementación de una ADeSAU en una macrouniversidad de acuerdo con su rango de capacidades

Uno de los procesos cruciales para iniciar un proyecto es la elaboración de un análisis costo-beneficio, el cual es un análisis exhaustivo de características cualitativas y cuantitativas, de la situación actual y los beneficios y la relación con el costo asociado que tendrá como consecuencia la realización de los objetivos del proyecto.

En este anexo se aspira a presentar las consideraciones para preparar un análisis para la implementación de un área que desarrolla software para la administración de una macrouniversidad, entendiendo que la implementación conlleva la utilización de recursos humanos, tecnológicos y financieros. Sin embargo, hablando de los beneficios de una organización pública, éstos no se pueden cuantificar solamente en términos pecuniarios, sino por resultados asociados al valor público de donde se resalta la atención a sectores sociales, la sostenibilidad, y la aplicación de estrategias en concordancia con las lógicas locales y globales (Cabrero et al., 2000).

Una macrouniversidad tiene el propósito de forjar a los profesionistas e investigadores que buscarán las soluciones a los problemas nacionales, de ahí que los beneficios se asocian a su impacto nacional a partir de sus funciones sustantivas: docencia, investigación, cultura y vinculación.

Los factores que se deben considerar para la realización del análisis costo-beneficio depende del nivel en que se encuentran las ADeSAU de acuerdo con el rango de capacidades en que se encuentran (véase el apartado 7.1);

Capacidades operativas básicas:

- Población beneficiada al interior (alumnos, profesores, investigadores, trabajadores).
- Inversión anual en equipos, servidores de archivos, de base de datos e infraestructura básica de comunicaciones

- Estructura organizacional: jefes de departamento, personal de soporte y administrador de base de datos.
- Costo del software básico y capacitación: sistemas operativos, sistemas administradores de base de datos, servidores de archivo, software como servicio en la nube.
- Curva de aprendizaje y capacitación del personal operativo.
- Renovaciones del licenciamiento de base de datos e infraestructura de comunicaciones.

Capacidades innovadoras básicas:

- Población beneficiada: internos (alumnos, profesores, investigadores, trabajadores) y externos (organizaciones gubernamentales).
- Infraestructura TIC, local y en la nube, y de recursos humanos de atención existente en la universidad, tiempo de obsolescencia y planes de sustitución.
- Estructura organizacional, niveles jerárquicos (dirección, jefes de departamento, proyectos, analistas, programadores, administrador de base de datos).
- Costo del software básico: sistemas operativos, sistemas administradores de base de datos, servidores de archivo, software como servicio en la nube.
- Curva de aprendizaje y costo de capacitación del software de costo abierto para implementar servicios básicos,
- Renovaciones del licenciamiento de base de datos e infraestructura de comunicaciones e infraestructura de nube.

Capacidades innovadoras intermedias:

- Población beneficiada: internos (alumnos, profesores, investigadores, trabajadores) y externos (organizaciones gubernamentales)
- Infraestructura TIC, local o de infraestructura en la nube, y de recursos humanos de atención existente en la universidad, tiempo de obsolescencia y planes de sustitución.
- Estructura organizacional, niveles jerárquicos (dirección, coordinadores, subdirecciones, jefes de departamento, administrador de proyectos, analistas,

programadores, diseñadores, implementadores de pruebas, operación, administrador de base de datos.

- Costo del software básico: sistemas operativos, sistemas administradores de base de datos, servidores de archivo, software como servicio en la nube.
- Curva de aprendizaje y costo de capacitación del software de costo abierto,

Capacidades innovadoras avanzadas:

- Población beneficiada: internos (alumnos, profesores, investigadores, trabajadores) y externos (otras universidades, organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, empresas, industrias, sociedad, etc.)
- Infraestructura TIC, local o de infraestructura en la nube, y de recursos humanos de atención existente en la universidad, tiempo de obsolescencia y planes de sustitución.
- Estructura organizacional, niveles jerárquicos (dirección, coordinadores, subdirecciones, jefes de departamento, administrador de proyectos, analistas, programadores, diseñadores, integradores, implementadores de pruebas, operación, administrador de base de datos.
- Costo del software básico: sistemas operativos, sistemas administradores de base de datos, servidores de archivo, software como servicio en la nube.
- Curva de aprendizaje y costo de capacitación del software de costo abierto para implementar servicios avanzados.

I. Evolución de las tecnologías de desarrollo de software

A causa de que las tecnologías de software están en cambio constante, se presenta una evolución histórica. El propósito de este anexo es visibilizar que la realización de esta actividad requiere labores continuas de vigilancia, análisis de factibilidad, adaptación, explotación, aprendizaje de nuevas herramientas y paradigmas, etc.

En sus inicios, entre las décadas de los cuarenta del siglo XX, el software se vinculaba a un entorno propietario y cerrado, militar y científico, vinculado a grandes máquinas (*hardware*), donde el programador sólo tenía que aprender unos pocos lenguajes para dar instrucciones a una computadora. Después de la segunda guerra mundial, el uso que se le dio al software fue industrial, donde el usuario cooperaba con el programador para el desarrollo de las primeras aplicaciones de software, en una creación de tipo artesanal. En la década de los cincuenta a sesenta, en una segunda etapa, el software se desvinculó del hardware para ser implementado en varios equipos (*mainframes*) que seguían siendo demasiado voluminosos y también grandes consumidores de energía. La tercera etapa, en la década de los setenta, involucró que las actividades relacionadas con el software dieran lugar a roles como: analista, diseñador, programador. En esta época se da lugar a la ingeniería de software, consecuencia de la crisis del software, donde se presentaron problemas debido a la alta demanda del software y la ausencia de técnicas estandarizadas. En una cuarta etapa, en la década de los ochenta, se consolidaron las actividades de desarrollo del software y se masificó el uso de las computadoras, lo que dio lugar a que la computadora personal (PC) abarrotara oficinas y un poco después a los hogares. La comercialización de la internet, a finales de la década de los ochenta y hasta el año dos mil, dio lugar a una quinta etapa, donde se realizó la interconexión de esas computadoras personales con grandes servidores que pusieron miles de servicios. La red internet no sólo se trató de conectar y comunicar computadoras, ésta fue un semillero para el fortalecimiento del trabajo colaborativo, de acceso público y directo. El incremento de la complejidad que se dio en el desarrollo de software, durante esta etapa, obligó a que la industria utilizará formalmente marcos de estandarización de documentación —como el

UML, Lenguaje Unificado de Desarrollo o *Unified Modeling Language* — y de la administración de proyectos como el PMBOK (Guía de los Fundamentos para la Administración de proyectos). En una sexta etapa, donde se aprovecharon las ventajas de la conectividad, permitió el desenvolvimiento del código abierto y la consolidación del software empresarial. La necesidad de dar interoperabilidad, o dar capacidad a los sistemas de software para funcionar con sistemas existentes o nuevos desarrollos precisó a la consolidación de protocolos basados en servicios con base en lenguajes de marcado de hipertexto (XML), que permiten la transferencia de datos entre equipos de distintos diseños tecnológicos. En esta etapa se considera la importancia de incorporar la seguridad en el software con el desarrollo de protocolos y canales de comunicación codificados.

Esto ha evolucionado, en una séptima etapa, a un entorno de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), donde se interconectan globalmente millones de computadoras, miles de millones de dispositivos móviles, con cientos de lenguajes de programación activos, gran cantidad de empresas de hardware y servicios de software, a los que se suman miles de programadores de sistemas de código abierto que interactúan en un sistema complejo y de gobernanza del software (Midha y Bhattacharjee, 2012; Sadowski, Sadowski-Rasters y Duysters, 2008). El software a su vez se ha vuelto de desarrollo ágil y multipropósito: lúdico, financiero, económico, de enseñanza, científico, administrativo, etc.; lo que demanda especialización para elaborar cada tipo de aplicación. Las Características evolutivas de las tecnologías del software se muestran en la tabla siguiente.

En conclusión, desarrollar software especializado requiere de la iteración de equipos de trabajo y de un vasto cuerpo de conocimientos que está en cambio continuo: constantemente surgen nuevos sistemas operativos, se actualizan los lenguajes de programación, se realizan cambios en los métodos de administración de proyectos (en los que se incluyen los informáticos), se modernizan los dispositivos fijos y móviles, etc.

Características evolutivas de las tecnologías de software, 1940-actualidad

Etapa	Características
1ra. Etapa: Gestación (1940-1950)	<ul style="list-style-type: none"> - Las grandes computadoras creadas por los gobiernos tienen uso científico y militar. - Se desarrolla el primer software asociado al hardware. - El software es específico para cada usuario, de tipo artesanal. - El uso industrial de hardware estimuló el desarrollo de software.
2da. Etapa: Nacimiento (1950-1960)	<ul style="list-style-type: none"> - Los usuarios cooperaban en el desarrollo de mejores aplicaciones. - Desarrollo del primer software de negocios (1951). - Aparición del primer lenguaje (FORTRAN). - Surgimiento de COBOL en 1959 como lenguaje de programación 'universal'. - Con la computadora IBM/360 introducida en 1964, el sistema operativo (software) se hace compatible para diferentes tamaños de computadora. - El software es desarrollado por empresas independientes de la producción de hardware. - Primeros Sistemas de Información Gerencial. - A finales de los 60 surgen como disciplinas académicas la Ciencia de Cómputo y los Sistemas de la Información. - Lenguaje Basic (1964) - Paradigma de la programación orientada a objetos (1967) - En 1969 IBM separa los precios de software del hardware.
3ra. Etapa: Crecimiento Década de 1970	<ul style="list-style-type: none"> - Paradigma de programación estructurada (1970). - Modelo relacional de bases de datos de Codd (1970) - El software empaquetado se hace masivo para las Computadoras personales (PC). - La PC acelera el crecimiento de las ventas de Software. - IBM introduce el <i>hard disk</i> que permite almacenar grandes cantidades de información, mejora la arquitectura del hardware y diversifica las actividades de software (1971). - Surge el paradigma de la programación modular (1972) - Se presenta el Lenguaje C (1972) - Primer IDE de desarrollo, Maestro I (1975). - Surgimiento de herramientas CASE (<i>Computer Aided Software Engineering</i>, Ingeniería de Software Asistida por Computadora). - Problemas de calidad, administración y medición (crisis del software) y nacimiento de la Ingeniería de Software.
4ta. Etapa: Consolidación Década de 1980	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño dominante de la PC. - Sistema operativo MS-DOS (1981) - Se consolidan las empresas independientes de software: <i>Microsoft, Lotus, Wordperfect, Ashton-Tate, Borland</i>, entre otras. - Inicio del proyecto de software abierto, sistema operativo GNU-LINUX que da origen al movimiento de software abierto. - Homogenización de sistemas operativos y aplicaciones para la PC. - Popularización de la programación orientada a objetos a partir de la ampliación del lenguaje C por AT&T Labs (C++). - Sistema operativo MacOS (1984) - Modelo de madurez de la capacidad del software (<i>Software Capability Maturity Model</i>) (1987) - Proliferan los manejadores de base de datos relacionales (DBMS, <i>Database Management Systems</i>): <i>Oracle, Informix, Ingres y DB2</i>.

Etapa	Características
<p>5a Etapa: Uso de internet en forma comercial</p> <p>Finales de la década de 1980 hasta el año 2000</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Primer virus difundido masivamente por la internet (Morris worm) (1988) - Suites de oficina (1990) - IDE Visual Basic para Windows (1990) - IDE Visual Basic para MS-DOS (1991) - Microsoft libera <i>Windows 3.1</i> (1992) - Uso de internet en forma comercial (1992) y uso de redes internas empresariales (intranet). - Navegadores de la <i>Word Wide Web</i> (<i>Mosaic, Netscape, Explorer, Firefox</i>). - Inclusión de HTTPS en el navegador Netscape. - Herramientas de búsqueda (<i>Archie, Altavista, Yahoo, Google</i>). - Arquitecturas de objetos distribuidos (<i>RMI, Corba, COM, DCOM</i>). - Sistema operativo LINUX - Masificación de los servidores web (<i>Apache, ISS, PHP/Fl</i>) - Guía para la Administración de proyectos (PMBOK) (1996) - Especificaciones para XML por el W3C (1996) y de la Arquitectura Orientada a Servicios por Gartner (1996). - IDE Visual Basic 6.0 (1998) - Adopción de UML como estándar por el <i>Object Management Group</i> - Lenguajes orientados a la programación para la internet, <i>Back-End</i> (Java, PHP, Rubi, Python) y <i>Front-End</i> (JavaScript, Visual Basic Script). - Integración de Aplicaciones <i>Web</i> – <i>Wikis, Blogs</i>, redes sociales, (<i>Web 2.0</i>). - Bases para las pruebas de unidad (JUnit) por Eric Gamma and Kent Beck - Entorno de desarrollo integrado (IDE, <i>Integrated Development Environment</i>) <i>Eclipse, Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual Studio, Delphi, NetBeans, Oracle JDeveloper</i>. - Segunda serie de Sistema operativo para la plataforma MacOS (1999) -
<p>6a Etapa: Sistemas abiertos y software empresarial</p> <p>Década del 2000</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación del Lenguaje C# por <i>Microsoft</i> (2000) - Douglas Crockford propone una variable más simple de XML: <i>JavaScript Object Notation</i> (JSON) (2001) - Liberación del .Net Framework por Microsoft (2001) - Publicación del manifiesto por el desarrollo ágil de software (2001) - IDE de desarrollo IntelliJ IDEA - IDE de desarrollo en plataforma MAC, XCode. - Se inicia el proyecto OWASP (Open Web Application Security Project) - Difusión de los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés, <i>enterprise resource planning</i>) y los Sistemas para la administración de la relación con los clientes (CRM por sus siglas en inglés de <i>customer relationship management</i>) - Inicia el desarrollo de software de fuente abierta en comunidades virtuales de desarrolladores. - SOAP (<i>Simple Object Access Protocol</i>) se convierte en una recomendación del W3C para el intercambio de datos sobre la internet. - Aparece SQL Slammer, e infecta 75.000 servidores en los primero diez minutos dejando inutilizados miles de programas de software. - Difusión del software de código abierto. - Se establece AJAX como respuesta asíncrona para JavaScript y XML - Paradigmas de desarrollo ágiles (<i>Extreme Programming, Scrum</i>) - Virtualización de servidores

Etapa	Características
7a. Etapa: Dispositivos móviles, los grandes datos (<i>big data</i>) y surgimiento del internet de las cosas (2007 – actualidad)	<ul style="list-style-type: none"> - Se anuncia el lenguaje Android orientado a dispositivos móviles - IDE <i>Android Studio</i> (2013) - IDE <i>Microsoft Visual Studio Code</i> (2015) - Miles de millones de dispositivos móviles conectados - Más del 50% de la población mundial conectada a internet (2019). - Popularización de las aplicaciones móviles. - Software multipropósito y especializado. - Infraestructuras de software, servicios y plataforma en nube: <i>Amazon Web Services, Oracle Database Web Services, Microsoft Azure</i>. - Nubes privadas, públicas e híbridas. - Análisis de grandes datos (<i>big data</i>) - Redes semánticas (<i>Web 3.0</i>). - Comercialización de base de datos NoSQL. - Consolidación de la ciencia de datos. - Declive de la computadora personal. - Uso de microservicios y decadencia de las aplicaciones monolíticas - Métodos DevOps. - Contenedores de software. - Implementación continua. - Cambio de postura de licenciamiento del software Oracle JAVA, volviéndose de costo en entornos productivos. - Gobernanza de comercio y tecnologías - Gobierno de datos, gobierno de proyectos, gobierno del conocimiento. -

Notas: Elaboración propia con base en (Erdogmus, 2008; Florescu y Fourny, 2013; Glass, 2005a, 2005b; Huseby, 2004; Marquina, 2007; Oracle, 2019; Project Management Institute Inc., 2008; Sampedro, 2011),