



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría
Departamento de Ingeniería
Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección
de Tecnología

Título de la investigación
**MARCO PARA EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

Tesis que para obtener el Grado de Doctora
en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Presenta
Mariela Juana Alonso Calpeño



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, 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 de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Decanato de Ingeniería
Doctorado en Planeación Estratégica
y Dirección de Tecnología

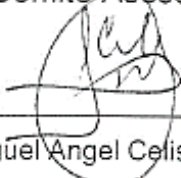
Se aprueba la Tesis:

**Marco para el desarrollo de tecnologías en Instituciones de
Educación Superior**

Nombre del Alumno

Mariela Juana Alonso Calpeño

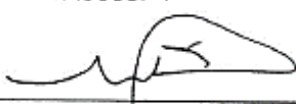
Comité Asesor



Dr. Miguel Ángel Celis Flores
Director de Tesis



Dr. Juan Carlos Pérez García
Asesor 1



Dra. Argelia Fabiola Miranda Pérez
Asesor 3



Dra. Luz María Moreno Aguilar
Asesor 2



Dra. Alejandra Aldrette Malacara
Asesor 4

Puebla, México.

Noviembre, 2022.

DEDICATORIA

Para Do y Carlos por su gran amor y confianza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque sin Él no habría esperanza.

A ti Carlos, mi amado esposo, gracias por ser mi complemento ideal y el gran ser humano que me acompaña a cada paso.

A mis ángeles que están en el cielo, sobre todo a ti, mi amada Do.

Al Dr. Miguel Ángel Celis Flores quien con su confianza me ha guiado en este proceso de aprendizaje. Gracias por su trato siempre amable y compartirme su visión sobre este tema.

Al Dr. Juan Carlos Pérez García y a la Dra. Luz María Moreno Aguilar, por brindarme su tiempo, conocimiento y experiencia para mejorar este trabajo.

A PRODEP por darme la oportunidad de una beca que me ha cambiado la perspectiva de vida y profesional.

A los docentes que participaron en la encuesta, pues sin ellos no se podría haber tenido una imagen real del problema que se plantea en este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	III
INTRODUCCIÓN.....	V
CAPÍTULO 1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática.....	11
1.3 Objetivos de la investigación	16
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	16
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
1.4 Preguntas de investigación.....	17
1.5 Justificación	17
1.5.1 <i>Conveniencia</i>	17
1.5.2 <i>Relevancia social</i>	18
1.5.3 <i>Valor teórico</i>	18
1.5.4 <i>Implicaciones prácticas</i>	18
1.6 Alcance y limitaciones.....	19
1.6.1 <i>Alcance</i>	19
1.6.2 <i>Limitaciones</i>	19
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Tecnología	21
2.2 Gestión tecnológica	24
2.2.1 Procesos sustantivos de la gestión de tecnología	26
2.2.1.1 <i>Vigilancia</i>	26
2.2.1.2 <i>Planear</i>	29
2.2.1.3 <i>Proveer/Habilitar</i>	32

2.2.1.3.1 Asimilación de tecnología	32
2.2.1.3.2 Adquisición de tecnología	35
2.2.1.3.3 Formulación y gestión de proyectos	35
2.2.1.3.3.1 Gestión ágil de proyectos con SCRUM.....	37
2.2.1.3.4 Gestión del conocimiento.....	40
2.2.1.4 Proteger.....	41
2.2.1.5 Implantar	43
2.3 Evaluación de la madurez de la tecnología	45
2.3.1 Nivel de Madurez de la Tecnología (Technology Readiness Level – TRL).....	45
2.3.2 Técnicas de evaluación de madurez cualitativas basadas en TRL	49
2.3.3 Otras técnicas de evaluación de madurez cuantitativas basadas en TRL	50
2.3.4 Técnicas de evaluación de madurez automatizada basadas en TRL	51
2.4 Valuación de tecnología.....	52
2.4.1 Métodos de valuación	53
2.4.1.1 Métodos basados en el enfoque cuantitativo	54
2.4.1.2 Métodos basados en el enfoque cualitativo.....	57
2.5 Gestión de la investigación	59
2.5.1 Enfoques de la gestión de la investigación	60
2.5.2 Tareas genéricas de la gestión de la investigación	61
2.6 Transferencia de tecnología	62
2.6.1 Tipos de Transferencia Tecnológica	63
2.6.2 Modelos de Transferencia Tecnológica.....	64
2.6.3 Mecanismos de TT.....	67
2.7 Producción de conocimiento e innovación.....	68
2.7.1 Triple hélice	68
2.7.2 Cuádruple hélice	70
2.7.3 Quíntuple hélice	71

CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE DE MODELOS DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. 74

3.1 Modelos y Marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación.	75
3.1.1 Marco universitario de investigación viable	75

3.1.2 Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria.	77
3.1.3 Marco para estructurar la gestión de la investigación interdisciplinaria.....	79
3.1.4 Marco de investigación empresarial universitaria.....	81
3.1.5 Modelo institucional de universidad emprendedora	83
3.2 Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centro o departamentos de investigación.	85
3.2.1 Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R).....	85
3.2.2 Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK	88
3.2.3 Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior.	90
3.2.4 El modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge	92
3.2.5 Marco de investigación y desarrollo traslacional para vincular la investigación universitaria en ciencia e ingeniería con resultados comerciales.	94
3.2.6 Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria (TTUI) en la India.....	96

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA 102

4.1 Tipo de investigación	102
4.2 Secuencia de los métodos.....	103
4.3 Etapa1. Método cuantitativo	103
4.3.1 Variables	104
4.3.2 Preguntas de investigación	107
4.3.3 Hipótesis.....	107
4.3.4 Diseño de la investigación.....	108
4.3.5 Población.....	108
4.3.6 Muestra	109
4.3.7 Recolección de datos	110
4.4 Etapa 2. Método cualitativo.....	111

CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....114

5.1 Resultados etapa 1	114
------------------------------	-----

5.1.1	<i>Análisis de resultados etapa 1.....</i>	<i>122</i>
5.1.2	<i>Interpretación de los resultados etapa 1</i>	<i>128</i>
5.2	Resultados de la etapa 2	129
5.2.1	<i>Desagregación de los constituyentes en los marcos elegidos</i>	<i>129</i>
5.2.1.1	<i>Conceptos base</i>	<i>129</i>
5.2.1.2	<i>Elementos de cada modelo</i>	<i>130</i>
5.3	Propuesta	139
5.3.1	<i>Propuesta de operación interna de una universidad</i> <i>emprendedora sostenible.....</i>	<i>141</i>
5.3.2	<i>Marco para el desarrollo de tecnologías en IES.....</i>	<i>144</i>
Fase 1.	<i>Inicio</i>	<i>148</i>
Fase 2.	<i>Planificación.....</i>	<i>149</i>
Fase 3.	<i>Ejecución, seguimiento y control.</i>	<i>159</i>
Fase 4.	<i>Cierre</i>	<i>162</i>
5.4	Discusión de los resultados	165
CONCLUSIONES.....		167
Trabajos futuros.....		172
REFERENCIAS.....		173
ANEXOS		187
<i>Anexo 1. Encuesta</i>		<i>187</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Gasto realizado por el sector productivo en la contratación de servicios científicos y tecnológicos en México.....	6
Figura 2	Ingresos nacionales y extranjeros por transferencia de tecnología realizados por las empresas del sector productivo, según tipo de aplicación.....	6
Figura 3	Egresos nacionales y extranjeros por transferencia de tecnología realizados por las empresas del sector productivo, según tipo de aplicación.....	7
Figura 4	Montos generados por mecanismos de TT durante el año 2018.....	9
Figura 5	Número de patentes de las IES pública y privadas en México.....	11
Figura 6	Ciclo de vida de las tecnologías. Curva S.....	21
Figura 7	Fases de una tecnología.....	22
Figura 8	Modelo del Sistema de Gestión de la Tecnología de la NMX-GT-003.....	24
Figura 9	El proceso de la función vigilar.....	26
Figura 10	Vigilancia e inteligencia competitiva.....	27
Figura 11	Temporalidad del plan estratégico.....	28
Figura 12	El plan tecnológico de la empresa.....	29
Figura 13	Proceso de auditoría tecnológica.....	30
Figura 14	Actividades del proceso de asimilación de tecnología.....	31
Figura 15	Ejemplos de información documentada para facilitar el proceso de asimilación ...	32
Figura 16	Matriz de posicionamiento para identificar el estado de desarrollo en función del nivel de asimilación de tecnología alcanzado.....	33
Figura 17	Ciclo de vida de un proyecto.....	35
Figura 18	Marco de trabajo Scrum.....	37
Figura 19	Proceso de gestión del conocimiento.....	40
Figura 20	Proceso de la función proteger.....	41
Figura 21	Figuras de la propiedad intelectual.....	42
Figura 22	Etapas de la función implantar.....	43
Figura 23	Relación entre el ciclo de vida de la tecnología y los métodos utilizados para valorarla, con respecto a los niveles de preparación tecnológica.....	51
Figura 24	Categorías de valuación tecnológica.....	53
Figura 25	Relación entre evaluación tecnológica y valoración económica.....	58
Figura 26	Proceso de Transferencia Tecnológica.....	61
Figura 27	Modelo lineal de transferencia de tecnología.....	64
Figura 28	Etapas TRL entre las que se localiza el “Valle de la muerte”	64
Figura 29	Modelo dinámico de transferencia de tecnología.....	66
Figura 30	Proceso resumido de la transferencia y comercialización de tecnologías.....	67
Figura 31	Representación esquemática del concepto de “La Triple hélice”	68
Figura 32	Representación esquemática del concepto de “La Triple hélice” en el sistema de ciencia-tecnología-empresa.....	68
Figura 33	Esquema de los cuatro pilares del modelo de innovación de la cuádruple hélice	70
Figura 34	Esquema conceptual para promover el desarrollo sostenible en la quintuple hélice.....	72
Figura 35	Marco universitario de investigación viable.....	75
Figura 36	Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria.....	77
Figura 37	Marco para la gestión de investigación interdisciplinaria.....	79

Figura 37	Marco para la gestión de investigación interdisciplinaria.....	79
Figura 38	Marco de investigación empresarial universitaria.....	81
Figura 39	Modelo institucional de universidad emprendedora.....	83
Figura 40	Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R).....	85
Figura 41	Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK.....	88
Figura 42	Enfoque del estudio para el desarrollo del modelo.....	89
Figura 43	Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior.....	90
Figura 44	El modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge.....	92
Figura 45	Proceso Stage-Gate®	94
Figura 46	Diagrama del ciclo de vida del proyecto que representa las cuatro fases del proyecto y el sistema Stage-Gate® de cinco etapas	94
Figura 47	Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria en la India	96
Figura 48	Secuencia de la investigación mixta	101
Figura 49	Procesos de los diseños mixtos secuenciales	102
Figura 50	Proceso de revisión de literatura	112
Figura 51	Metodología seguida para esta investigación	112
Figura 52	Contexto del Marco para el desarrollo de tecnologías en Instituciones de Educación Superior en un modelo de quintuple hélice	139
Figura 53	Propuesta de operación interna de una universidad emprendedora sostenible	140
Figura 54	Marco para el desarrollo de tecnologías en IES	144
Figura 55	Modelo de actividades para un proyecto de TT	145
Figura 56	Perspectiva del Marco para desarrollar tecnologías en IES con respecto al Modelo de actividades para un proyecto de TT propuesto por <i>Vega-González y Vega-Salinas (2018)</i> y evaluación del ciclo de vida a través del TRL	146
Figura 57	Fase 1- Inicio. Marco para desarrollar tecnologías en las IES	148
Figura 58	Refinamiento de la pila de requisitos de un proyecto	150
Figura 59	Planificación con Scrum	150
Figura 60	Esquema para representar un mapa de ruta tecnológica de un tema de investigación	152
Figura 61	Gestión de cambios de ingeniería dentro de Scrum	154
Figura 62	Integración de la gestión de riesgos en el marco Scrum	155
Figura 63	Matriz de gestión de riesgos	157
Figura 64	Fase 2 – Planificación. Marco para desarrollar tecnologías en las IES	158
Figura 65	Fase 3 – Ejecución, monitoreo y control. Marco para desarrollar tecnologías en las IES	159
Figura 66	Fase 4 – Cierre. Marco para desarrollar tecnologías en las IES	162
Figura 67	Actividades propuestas en cada una de las etapas del marco para desarrollar tecnologías en las IES	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ingresos obtenidos por actividades de colaboración con la industria en las 10 universidades mejor posicionadas.....	4
Tabla 2	Herramientas de vigilancia tecnológica	27
Tabla 3	Herramientas de planificación tecnológica	30
Tabla 4	Herramientas para la implementación tecnológica	44
Tabla 5	Niveles TRL	45
Tabla 6	Niveles TRL respecto a pruebas y validación	46
Tabla 7	Escala utilizada por CONACYT (Métrica TRL y conceptos del Modelo Nacional de Gestión de Tecnología)	47
Tabla 8	Técnicas de evaluación de madurez cualitativas	48
Tabla 9	Técnicas de evaluación de madurez cuantitativas	49
Tabla 10	Técnicas de evaluación de madurez automatizada	50
Tabla 11	Métodos cuantitativos y opciones aplicables a cada uno de ellos	55
Tabla 12	Características de los métodos con enfoque cuantitativo	56
Tabla 13	Ejemplos de métodos cualitativos	57
Tabla 14	Tareas genéricas para organizar y estructurar la Gestión de la Investigación en las universidades	60
Tabla 15	Etapas del método seguido para la selección del marco para la gestión de proyectos	87
Tabla 16	Parámetros clave considerados para recomendar un modelo adecuado para la transferencia de tecnología desde la academia en la India	95
Tabla 17	Resumen de las características de los modelos correspondientes a la administración de organizaciones de investigación	97
Tabla 18	Resumen de las características de los modelos correspondientes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación	98
Tabla 19	Clasificación de los vacíos identificados en la literatura	103
Tabla 20	Clasificación de las variables del estudio	105
Tabla 21	Población considerada para la investigación	108
Tabla 22	Tamaño de muestra para cada estrato	109
Tabla 23	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de Gestión tecnológica	114
Tabla 24	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de Gestión tecnológica	114
Tabla 25	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de Gestión de proyectos	116
Tabla 26	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de Gestión de proyectos	116
Tabla 27	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de evaluación Tecnológica	118
Tabla 28	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de evaluación tecnológica	118
Tabla 29	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de valuación tecnológica	120

Tabla 30	Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de valuación tecnológica	120
Tabla 31	Tabla resumen de respuestas en cada variable	121
Tabla 32	Tabla resumen de respuestas otorgadas a cada variable en los Institutos Tecnológicos Descentralizados	122
Tabla 33	Tabla resumen de respuestas otorgadas a cada variable en las Universidades Tecnológicas	122
Tabla 34	Tabla resumen de respuestas otorgadas a cada variable en las Universidades Politécnicas	122
Tabla 35	Conceptos base de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación	128
Tabla 36	Conceptos base de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación	129
Tabla 37	Elementos constituyentes de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación	130
Tabla 38	Elementos de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación	131
Tabla 39	Elementos de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación	133
Tabla 40	Procesos que involucra la Gestión de tecnología	136
Tabla 41	Procesos que involucra la Evaluación de tecnología – Grado de madurez tecnológica utilizando TRL	137
Tabla 42	Herramientas tecnológicas para el control de proyectos	163

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1	Ranking de los 10 países con mayor colaboración universidad industria en I+D.	3
Gráfica 2	Investigación contratada en OTT durante el año 2018	8
Gráfica 3	Patentes solicitadas por nacionales, por tipo de solicitante (2013-2019)	10
Gráfica 4	Patentes concedidas a nacionales, por tipo de solicitante (2013-2019)	10
Gráfica 5	Distribución de frecuencia a la pregunta procesos institucionales de Gestión tecnológica	113
Gráfica 6	Distribución de frecuencia a la pregunta procesos individuales de Gestión tecnológica	114
Gráfica 7	Respuestas de los PTC – Proceso institucional de Gestión de proyectos	115
Gráfica 8	Respuestas de los PTC – Proceso individual de Gestión de proyectos	116
Gráfica 9	Respuestas de los PTC – Proceso institucional de Evaluación tecnológica	117
Gráfica 10	Respuestas de los PTC – Proceso individual de Evaluación tecnológica	118
Gráfica 11	Respuestas de los PTC – Proceso institucional para la Valuación tecnológica ...	119
Gráfica 12	Respuestas de los PTC – Proceso individual para la valuación tecnológica	120
Gráfica 13	Respuestas afirmativas otorgadas a cada variable en los Institutos Tecnológicos Descentralizados – Enfoque institucional	123
Gráfica 14	Respuestas afirmativas otorgadas a cada variable en las Universidades Tecnológicas – Enfoque institucional	123
Gráfica 15	Respuestas afirmativas otorgadas a cada variable en las Universidades Politécnicas – Enfoque institucional	124
Gráfica 16	Respuestas afirmativas otorgadas a cada variable en los Institutos Tecnológicos Descentralizados – Enfoque individual	124
Gráfica 17	Respuestas afirmativas otorgadas a cada variable en la Universidades Tecnológicas – Enfoque individual	125
Gráfica 18	Respuestas afirmativas otorgadas a cada variable en la Universidades Politécnicas – Enfoque individual	125

RESUMEN

En la literatura pueden encontrarse investigaciones respecto a las causas tanto internas como externas que han impedido a lo largo del tiempo que las Instituciones de Educación Superior (IES) detonen la transferencia tecnológica. Muchas de esas investigaciones se han enfocado en realizar propuestas para atender a las identificadas como causas externas, pero en menor medida a las consideradas causas internas.

Dichas causas internas se refieren en mayor medida a la carencia o debilidad en los procesos que involucra la gestión de la investigación en las IES, por lo que resulta relevante enfocarse en atender esta causa, ya que de acuerdo a lo que afirman Nguyen & Meek (2016), el proceso de investigación hacia la innovación requiere de una estrategia y métodos para desarrollarla, ello implica utilizar lo que ha sido desarrollado al respecto, o bien, generar algo que integre los procesos requeridos para lograr llevar las ideas hacia la investigación y en este proceso caracterizar los resultados hacia la innovación.

Esta investigación tiene como objetivo proponer un marco conceptual que guíe el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos que se generan en las Instituciones de Educación Superior para superar las brechas hacia la Transferencia Tecnológica.

Para ello se realizó una investigación de tipo mixto. Primero se llevó a cabo una investigación de tipo cuantitativo, descriptivo, no experimental, transeccional con el fin de verificar si en las IES se identificaban las debilidades señaladas en la literatura como barreras para detonar la transferencia tecnológica. Para ello se aplicó una encuesta a 288 investigadores que laboran en 24 IES pertenecientes a los subsistemas del Tecnológico Nacional de México, específicamente a Institutos Tecnológicos Descentralizados, así como a Universidades Tecnológicas y Politécnicas ubicadas en el estado de Puebla. Se encontró que, efectivamente, los desarrollos tecnológicos que generan no están guiados por procesos que permitan su caracterización hacia la transferencia tecnológica.

Posteriormente, se llevó a cabo una investigación de tipo cualitativo que involucró una revisión integrativa de literatura a través de una metodología de búsqueda y evaluación para inclusión, con lo que fue posible identificar 11 trabajos que sirvieron como base teórica fundamentada de la propuesta.

Como resultado de este proceso se propone un marco que conjuga cuatro procesos señalados en la literatura como fundamentales para superar las barreras de los desarrollos tecnológicos que generan las IES hacia la transferencia tecnológica: gestión de la tecnología, evaluación tecnológica, gestión de proyectos y valuación de la tecnología. Se interrelacionan bajo un enfoque de procesos iterativos e incrementales de desarrollo ágil en el que la evaluación es un proceso fundamental. El marco incluye cuatro fases: 1) inicio, 2) planificación, 3) ejecución, seguimiento y control y, 4) cierre. La propuesta, además, se enriquece con las funciones que diversos autores apuntan como necesarias para fortalecer la gestión de investigación en las IES.

Con ello se busca inicialmente organizar las actividades de desarrollo tecnológico, reconocer su ciclo de vida, evaluar los beneficios de aplicar de manera sistemática un marco para producirlas de acuerdo con las expectativas de quienes las necesitan o solicitan. Sin duda, este significativo cambio proporcionará a las IES que lo adopten, una nueva visión respecto a la cadena de valor para el desarrollo de tecnologías por lo que se exhorta a ponerlo en marcha en una siguiente fase de investigación para validar sus resultados.

ABSTRACT

Research can be found in the literature regarding both internal and external causes that have prevented Higher Education Institutions (HEIs) from detonating technology transfer over time. Many of these investigations have focused on making proposals to address those identified as external causes, but to a lesser extent those considered internal causes.

These internal causes refer to a greater extent to the lack or weakness in the processes involved in the management of research in HEIs, so it is relevant to focus on addressing this cause, since according to what Nguyen & Meek (2016), the research process towards innovation requires a strategy and methods to develop it, this implies using what has been developed in this regard, or, generating something that integrates the processes required to manage to bring ideas towards research and in this process will characterize the results towards innovation.

The objective of this research is to propose a conceptual framework that guides the life cycle of technological developments that are generated in Higher Education Institutions to overcome the gaps towards Technology Transfer.

For it, a mixed-type investigation was carried out. First, a quantitative, descriptive, non-experimental, cross-sectional investigation was carried out to verify if the weaknesses indicated in the literature as barriers to triggering technology transfer were identified in HEIs. For this, a survey was applied to 288 researchers who work in 24 HEIs belonging to the subsystems of the National Technological Institute of Mexico, specifically to Decentralized Technological Institutes and Technological and Polytechnic Universities located in the state of Puebla. It was found that the technological developments they generate are not guided by processes that allow their characterization towards technology transfer.

Subsequently, qualitative research was carried out that involved an integrative literature review through searching and evaluation methodology for inclusion, with which it was possible to identify 11 works that served as a grounded theoretical basis for the proposal.

As a result of this process, a framework is proposed that combines four processes indicated in the literature as fundamental to overcome the barriers of technological developments generated by HEIs towards technology transfer: technology management, technological evaluation, project management and asset valuation of technology. They interrelate under a focus on iterative and incremental agile development processes in which evaluation is fundamental. The framework includes four phases: 1) initiation, 2) planning, 3) execution, monitoring and control, and 4) closure. The proposal is also enriched with the functions that various authors point out as necessary to strengthen research management in HEIs.

This initially seeks to organize technological development activities, recognize their life cycle, evaluate the benefits of systematically applying a framework to produce them in accordance with the expectations of those who need or request them. Undoubtedly, this significant change will provide the HEIs that adopt it with a new vision regarding the value chain for the development of technologies, which is why they are encouraged to implement it in a subsequent phase of research to validate its results.

INTRODUCCIÓN

Para alcanzar el desarrollo regional debe existir una articulación entre la universidad, la empresa, el estado y la sociedad, que permita generar proyectos encaminados a potenciar el desarrollo sostenible de las poblaciones (Pino et al., 2021). A nivel global países como Suecia, Bélgica, Singapur, Alemania, Reino Unido, Noruega, Finlandia, Israel, Estados Unidos y Suiza se han posicionado a través de los años como líderes en impulsar la colaboración de las universidades con la industria y el resultado de ello se ve reflejado en sus índices de competitividad e innovación (WEF, 2018). Las universidades, al transferir sus avances científico-tecnológicos hacia la sociedad, las industrias y los mercados, generan valor e incrementan la productividad basada en innovación (Cruz Novoa, 2016).

Sin embargo, en países en desarrollo como México, este acercamiento de la industria como adquirente y universidades como proveedoras de tecnologías, es un fenómeno relativamente nuevo (Becerra, 2019; Calderón et al., 2016; Frías, 2019), y por tanto, incipiente. Aun cuando varias universidades destacan a nivel nacional e internacional, no es un fenómeno que se replica en la mayoría de las que existen en el país (Pérez Cruz, 2019).

En la literatura se señalan carencias y debilidades en los procesos de gestión de la investigación como las causantes de que la transferencia de tecnologías que se producen en las Instituciones de Educación Superior hacia los mercados no despegue (Agramon & Lechuga, 2019; Alpizar & Dentchev, 2017; Álvarez et al., 2019; Benitez-Abarca & Rubio-Toledo, 2020; Bolívar-Cruz et al., 2017; Calderón-Martínez, 2014; García, 2017; B. H. Hernández et al., 2015; Jiménez & Castellanos, 2013; Martínez et al., 2018; Medellín Cabrera & Arellano Arellano, 2019; Meza & Delzo, 2017; Morales et al., 2014; Munari et al., 2017; Nuñez & Montalvo, 2015; Parakhina et al., 2017; Ponce Jaramillo & Güemes Castorena, 2016; Ramírez & Royero, 2019; Rocha & Romero, 2012; Solange & Silva, 2018; Soleimani et al., 2016; J. Solleiro & González, 2016; Soria et al., 2017; Velez et al., 2019; Yeverino & Álvarez, 2019; Zarela & Angarita, 2017).

Al respecto se han propuesto realizar cambios internos en los marcos de gestión para que las IES pasen de ser “tradicionales” a “empresariales” (Oylumlu et al., 2017); sin embargo, esta transición de la investigación hacia la innovación no es simple, requiere de una estrategia para desarrollarla y hacerla realidad, se requiere de un método, una “forma”, y esa “forma” incluye planear acciones, ejecutarlas, evaluarlas y ajustarlas de manera sistemática (Garnica & Franco, 2020), sin dejar fuera el establecimiento de reglas y procedimientos para administrar el ciclo de vida de los proyectos de investigación (H. T. L. Nguyen & Meek, 2016).

Este trabajo de investigación tiene como objetivo general proponer un marco conceptual que guíe el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos que se generan en las Instituciones de Educación Superior para superar las brechas hacia la Transferencia Tecnológica.

Para lograr este objetivo se utilizará una metodología de investigación mixta.

El desarrollo de la investigación se ha documentado en cinco capítulos. En el primero se describen los antecedentes, la problemática y el propósito de la investigación; en el capítulo dos, a través del marco teórico se establece el lenguaje técnico que prevalecerá a lo largo del documento; en el tercer capítulo se muestra el estado del arte referente a las propuestas que se han realizado sobre los modelos y marcos que podrían guiar la investigación universitaria hacia la Transferencia Tecnológica; en el capítulo cuatro se detalla la metodología de investigación seguida para lograr el objetivo general; en el capítulo cinco se muestran los resultados obtenidos y su correspondiente discusión y, finalmente, se encontrarán las conclusiones emanadas del desarrollo de esta investigación y el planteamiento de trabajos futuros que se derivan de ella.

CAPÍTULO 1. Contexto de la investigación

1.1 Antecedentes

La capacidad de innovar es un factor preponderante para impulsar la competitividad y progreso de una nación, este depende en gran medida de la creación y uso del conocimiento (CONACYT, 2017). Los países altamente competitivos y desarrollados han demostrado tener la capacidad de transformar el conocimiento en innovación a través de sinergias entre gobierno, empresas privadas, universidades e institutos públicos de investigación (Benitez-Abarca & Rubio-Toledo, 2020; Codner, 2017), confirmando así, que la Transferencia Tecnológica contribuye al desarrollo socioeconómico de regiones y países (De Moortel & Crispeels, 2018).

A finales del siglo XX surgió en Reino Unido el término “Tercera Misión en la Universidad”. Éste se refiere a que más allá de las labores de profesionalización de recursos humanos e investigación científica, la universidad también deberá fungir como actor en el desarrollo de la economía a través de la vinculación con diferentes representantes de la sociedad y transferir el conocimiento científico en sus diferentes formas a contextos en los que se requiere su aplicación (Zea et al., 2019). Para ello deberá utilizar un enfoque académico-empresarial que le permita lograr la apropiación de los beneficios económicos derivados de la investigación y alcanzar la autosuficiencia (Audretsch et al., 2015; Pérez-Hernández & Calderón-Martínez, 2014; Plewa et al., 2013).

Estos cambios responden en parte a la exigencia de que las Instituciones de Educación Superior (IES) busquen recursos financieros alternativos a los que podrían considerarse tradicionales (representados por los fondos públicos) a través de actividades de investigación y desarrollo tecnológico que resulten de relevancia para el sector productivo (Cruz Novoa, 2016).

La Transferencia Tecnológica refleja transacciones o colaboraciones a largo plazo entre adquirentes y proveedores de tecnología. En un entorno académico, la transferencia de tecnología se produce entre empresas, quienes financian los

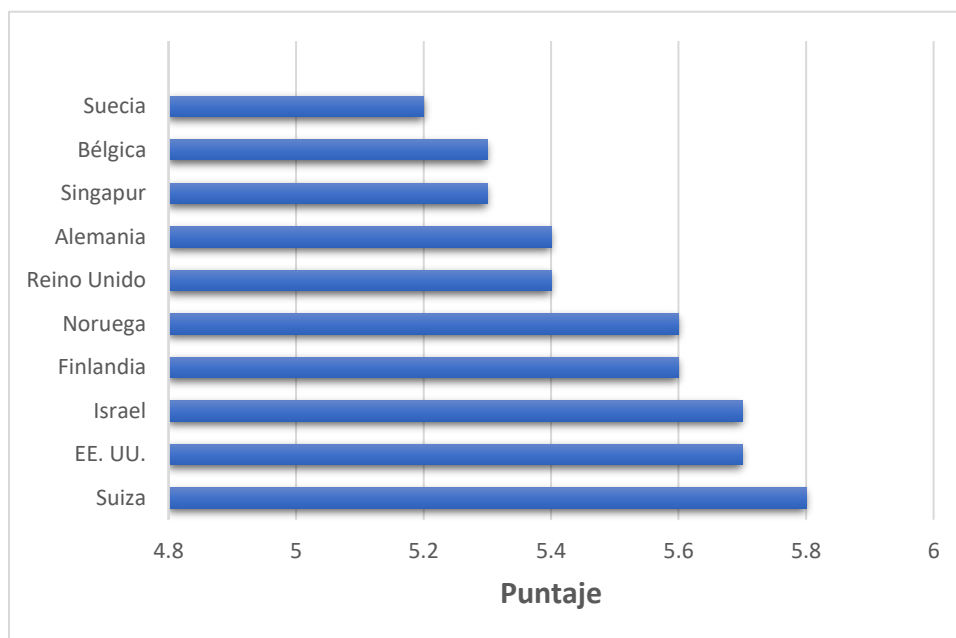
proyectos o la adquieren, y las universidades como proveedoras de tecnologías. Este engarce proporciona a las universidades un papel vital en el fomento de la innovación. Por definición, la innovación se refiere a la explotación exitosa de nuevas ideas, y éstas se consolidan en la creación de productos, procesos, formas organizativas, así como nuevos modelos de negocio, o bien, que cambian los existentes, todo ello con el fin de lograr una ventaja competitiva en las organizaciones (De Moortel & Crispeels, 2018).

En cuanto al paradigma de universidad emprendedora, este se ha incorporado en diversos países desde hace años atrás. En EE. UU. este proceso inició en los años 30 y se impulsó en 1981 con la introducción de la Ley Bayh-Dole (Devol & Lee, 2017). Por otra parte, en Corea inició en los años 60 (Labra Lillo & Myrna, 2017) y, en Europa en los años 90 del siglo pasado (Vilalta, 2013).

Estos esfuerzos han rendido frutos, así lo demuestran las cifras de diversos estudios. Por ejemplo, la Unión Europea alcanzó, durante el año 2017, un gasto total en investigación y desarrollo (I+D) por 280 mil millones de euros, del cual, el 59% fue financiado por empresas comerciales (Strandell & Wolff, 2020). También EE.UU. reportó que en el año 2018 como resultado del proceso de llevar las invenciones académicas al mercado, se generaron \$2.94 mil millones por ingresos de licencias, y 147 mil millones en ventas de productos derivados de tecnología académica (Nag et al., 2020).

Asimismo, países como Reino Unido, EE. UU., China, Japón y Corea del Sur, reportan que las empresas participaron con el 52%, 64%, 79%, 78% y 76%, respectivamente, en proyectos de I+D (Strandell & Wolff, 2020).

En la Gráfica 1 se muestra el ranking de los 10 países que cuentan con mayor número de universidades que colaboran directamente con la industria en procesos de I+D, de acuerdo con el reporte emitido por el Foro económico mundial del año 2020. Los datos corresponden al periodo 2017-2018 e incluyen el puntaje obtenido, siendo 6 el máximo a obtener. Puede observarse que, del continente americano sólo aparece el país de EE. UU.



Gráfica 1. Ranking de los 10 países con mayor colaboración universidad industria en I+D.
Fuente: (WEF, 2018).

Por otra parte, dentro de las métricas que se incluyen en el ranking global de universidades con actividades intensivas en investigación, se encuentra una que mide los ingresos de investigación que una universidad puede obtener de la industria por ayudarla con innovaciones, invenciones y consultoría; esto basado en el ingreso que cada investigador o miembro académico percibe. Las cifras mostradas para esta métrica en dicho ranking durante el periodo 2017-2018 y expresadas en dólares se muestran en la tabla 1.

Tomando como base los datos registrados en AUTM's STATT survey¹, las universidades ubicadas geográficamente en E.E. U.U. reportan alrededor de \$147 mil millones en ventas de productos derivados de tecnología académica en el año 2018. En lo que respecta a ingresos por licencias ejecutadas entre 2008 y 20018, tres sistemas universitarios destacan:

¹ STATT es la fuente autorizada de datos de ALAS desde 1991. AUTM ha desarrollado las mejores prácticas para las oficinas universitarias de transferencia de tecnología y ha facilitado las relaciones con la industria para garantizar que las invenciones con alto potencial comercial lleguen al mercado en beneficio de las personas. El informe presenta un análisis de la financiación de la investigación, las divulgaciones, las patentes, las licencias, las nuevas empresas y la evaluación comparativa, y mide el impacto que tiene la transferencia de tecnología en los EE. UU. Y Canadá.

- El Sistema de la Universidad de California con \$1,513,052,284 en ingresos y 2448 licencias.
- El Sistema de la Universidad de Texas con \$694,903,592 en ingresos y 1601 licencias y,
- el Sistema de la Universidad de Massachusetts con \$387,504,344 en ingresos y 280 licencias.

Tabla 1. Ingresos obtenidos por actividades de colaboración con la industria en las 10 universidades mejor posicionadas.

Universidad	País	Ingreso promedio del personal académico que colabora con la industria (USD)
1. Universidad de Oxford	Reino Unido	57,000
2. Universidad de Stanford	EE. UU.	107,000
3. Universidad de Harvard	EE. UU.	22,000
4. Instituto Tecnológico de California	EE. UU.	118,000
5. Instituto Tecnológico de Massachusetts	EE. UU.	108,000
6. Universidad de Cambridge	Reino Unido	30,000
7. Universidad de California, Berkeley	EE. UU.	90,000
8. Universidad de Yale	EE. UU.	36,000
9. Universidad de Princeton	EE. UU.	39,000
10. La Universidad de Chicago	EE. UU.	34,000

Fuente: (Shepherd et al., 2020).

En lo que respecta a patentes en el mismo periodo, dos sistemas universitarios tenían un gran número de patentes emitidas:

- La Universidad de California con 4335 patentes emitidas y \$426, 655,283 en honorarios legales y,
- El Sistema de la Universidad de Texas con 1883 patentes emitidas y \$99,084, 203 en honorarios legales.

Por otra parte, es de resaltar que el número de nuevas empresas (start-ups) se triplicó en 20 años al pasar de 306 en 1998, a casi 1098 en 2018. Esto puede atribuirse a un esfuerzo sostenido de las universidades para incubar tecnologías en etapa inicial a través de nuevas empresas (Nag et al., 2020).

Sin embargo, a pesar de estas cifras, este acercamiento de la industria como adquirente y universidades como proveedoras de tecnologías, es un fenómeno relativamente nuevo en países en desarrollo (P. Becerra, 2019; Calderón et al., 2016; Frías, 2019).

En las universidades latinoamericanas se comenzaron a desarrollar actividades de extensión a partir de la segunda década del siglo XX, y han ido migrando hacia la vinculación a través de la colaboración con diferentes actores que conforman el sistema de innovación en las que se reportan resultados de éxito en países como Argentina, Brasil, México Uruguay, Colombia, Chile y Costa Rica (Colombo, 2021; LISTO, 2020).

En México, la información que se puede obtener respecto a los resultados de la colaboración de las Instituciones de Educación Superior (IES) y centros de investigación con las empresas, o de Transferencia Tecnológica proviene de diversas fuentes y no se especifica qué porcentaje de ellas colabora con la industria, ya que no existen indicadores oficiales sobre licencias o contratos, regalías o beneficios económicos provenientes de las patentes (Agramon & Lechuga, 2019).

La encuesta 2017 sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET)², muestra que, en el año 2016 sólo 2,099 empresas llevaron a cabo actividades de I+D, que 3,293 realizaron al menos un proyecto para innovar sus productos o procesos y, 164 contrataron a terceros para llevar a cabo proyectos de I+D. El monto gastado por concepto de contratación de servicios científicos y tecnológicos fue de \$15,684,682 MXN tal como se muestra en la figura 1. Sin embargo, no se identifica cuántos de esos servicios fueron contratados con IES.

² Los resultados de esta encuesta están disponibles en <https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2017/#Tabulados>

En el mismo reporte se muestran los montos tanto de ingresos como egresos, nacionales y extranjeros que, por concepto de transferencia de tecnología, realizaron las empresas del sector productivo. Queda en evidencia que las empresas extranjeras invierten más por este concepto. Esto se muestra en las figuras 2 y 3. Cabe resaltar que, en estas cifras tampoco se indica qué porcentaje de esos intercambios tecnológicos fue realizado con IES.

Gasto realizado por las empresas del sector productivo en la contratación de servicios científicos y tecnológicos, según tipo de servicio			
Estados Unidos Mexicanos			
2014, 2015 y 2016			
Miles de pesos			
Indicador	2014	2015	2016
Total del gasto	13 669 148	14 667 218	15 684 682
Servicios de consultoría y asistencia técnica	6 540 623	7 012 048	7 330 267
Estudios de mercado	483 082	531 944	610 220
Recolección rutinaria de datos	794 390	779 233	686 456
Cuidados médicos especializados	397 209	451 121	566 668
Trabajos de patentes y licencias	817 076	949 846	801 678
Normalización, metrología y control de calidad	719 554	817 751	738 653
Estudios de factibilidad	226 724	128 443	158 800
Recolección de datos de interés general	12 975	27 412	117 668
Desarrollo rutinario de programas o sistemas informáticos	1 549 000	1 859 992	2 202 370
Actividades de exploración minera y petrolera	1 176 724	1 182 873	1 282 515
Ingeniería en reversa	15 063	15 746	26 271
Servicios de documentación, información y consulta de bases de datos	904 397	868 756	1 062 812
Traducción y presentación de publicaciones	32 152	41 970	100 221
Otros	180	83	83

Figura 1. Gasto realizado por el sector productivo en la contratación de servicios científicos y tecnológicos en México. Fuente: INEGI-CONACYT. Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET), 2017.

Indicador	2014	2015	2016
Total ingresos nacional	1 994 827	1 951 376	2 451 741
Ingresos Intercambio de técnicas			
Venta de patentes	7 296	16 342	13 895
Venta de inventos no patentados	32 048	45 039	50 957
Revelación de <i>Know-how</i>	46 281	45 150	46 112
Regalías por licencias de patentes	84 430	82 988	101 909
Ingresos por derechos de propiedad industrial	152 953	164 677	119 480
Ingresos Servicios con contenido tecnológico			
Ingresos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería	1 457 449	1 285 756	1 676 587
Ingresos por servicios de asistencia técnica asociado a la venta de maquinaria y equipo	82 974	89 957	95 508
Contrato independiente	131 395	221 467	347 293
Total egresos nacional	4 071 555	4 072 628	4 549 222
Egresos Intercambio de técnicas			
Compra de patentes	183	73 940	2 583
Compra de inventos no patentados	7 920	9 936	12 851
Revelación de <i>Know-how</i>	115 456	138 356	199 432
Regalías por licencias de patentes	1 891 266	2 047 005	2 296 536
Pagos por derechos de propiedad industrial	439 562	399 986	471 027
Egresos Servicios con intercambio tecnológico			
Pagos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería	1 131 807	981 254	1 116 996
Pagos por servicios de asistencia técnica Entidad federativa asociados a la compra de maquinaria y equipo	398 006	283 430	269 369
Contrato independiente	87 355	138 722	180 428

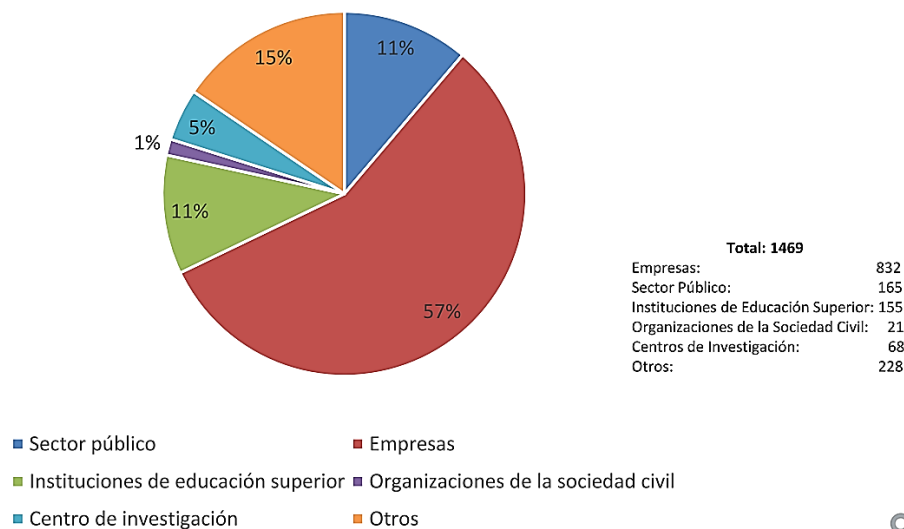
Figura 2. Ingresos nacionales y extranjeros por transferencia de tecnología realizados por las empresas del sector productivo, según tipo de aplicación. Fuente: INEGI-CONACYT. Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET), 2017.

Indicador	2014	2015	2016
Total ingresos extranjero	1 241 020	1 375 125	1 690 045
Ingresos Intercambio de técnicas			
Venta de patentes	1	4	1
Venta de inventos no patentados	1	4	4 037
Revelación de <i>Know-how</i>	4 212	18 222	15 233
Regalías por licencias de patentes	25 336	43 237	32 674
Ingresos por derechos de propiedad industrial	1	504	1 001
Ingresos Servicios con contenido tecnológico			
Ingresos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería	1 126 787	1 270 481	1 619 575
Ingresos por servicios de asistencia técnica asociado a la venta de maquinaria y equipo	84 663	42 233	15 306
Contrato independiente	19	439	2 218
Total egresos extranjero	4 775 406	6 154 067	7 516 419
Egresos Intercambio de técnicas			
Compra de patentes	11 176	21 998	16 984
Compra de inventos no patentados	1	823	1 024
Revelación de <i>Know-how</i>	266 717	389 136	473 788
Regalías por licencias de patentes	2 709 163	3 355 017	4 011 550
Pagos por derechos de propiedad industrial	1 501 326	1 967 827	2 367 334
Egresos Servicios con intercambio tecnológico			
Pagos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería	91 804	154 060	259 712
Pagos por servicios de asistencia técnica Entidad federativa asociados a la compra de maquinaria y equipo	146 015	213 469	322 617
Contrato independiente	49 204	51 737	63 411

Figura 3. Egresos nacionales y extranjeros por transferencia de tecnología realizados por las empresas del sector productivo, según tipo de aplicación. Fuente: INEGI-CONACYT. Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET), 2017.

Asimismo, en la Encuesta de Indicadores de Transferencia de Tecnología con datos correspondientes al año fiscal 2018 que emite la Red de Oficinas de Transferencia Tecnológica (Red OTT) y, con base en la respuesta de 74 Oficinas de Transferencia Tecnológica de un total de 124, se muestran los siguientes datos (Ortíz Cantú, 2020):

- En cuanto a investigación contratada puede observarse en la Gráfica 2, que ese servicio sólo lo contrataron 832 empresas. Si se considera que en México, de acuerdo a la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE), en el año 2018 existían un total de 18,523 Empresas Medianas, clasificadas en los sectores de manufactura, comercio y servicios privados no financieros (INEGI, 2019) la cifra representa tan sólo el 4.5%.



Gráfica 2. Investigación contratada en OTT durante el año 2018. Fuente: (Ortíz Cantú, 2020).

- Cabe resaltar que se desarrollaron 1469 proyectos de I+D, de los cuales el 65% fue financiado por empresas.
- El número de investigadores participantes en I+D fue de 2324, de los cuales sólo 336 provenían de IES y 278 de centros de investigación, lo que representa el 26.4% de participación, siendo en las empresas y el sector público donde más investigadores participan en I+D.
- En cuanto a los montos generados por los diversos mecanismos de Transferencia Tecnológica se reporta un total de \$2, 226,719, 663.68 MXN. El mecanismo que más generó ingresos fue el de contratos de Know How, seguido por el rubro de Investigación y desarrollo, tal como se muestra en la figura 4.

Concepto	Total	%
Asistencia técnica	264,337,143.00	11.87
Capacitación	32,134,456.00	1.44
Investigación y Desarrollo	899,105,992.00	40.38
Contratos Licenciamiento	103,122,828.00	4.63
Contratos Cesión Derechos	7,739,000.00	0.35
Contratos Cesión parcial	13,194,000	0.59
Contratos de Know How	907,086,245	40.74
Total	2,226,719,663.68	100

Figura 4. Montos generados por mecanismos de Transferencia Tecnológica durante el año 2018. *Fuente: (Ortíz Cantú, 2020).*

- A través de las 74 Oficinas de Transferencia Tecnológica encuestadas, se otorgaron 104 patentes, 11 modelos de utilidad, 9 diseños industriales y 2 derechos de obtentor. Se realizaron 73 contratos de licenciamiento de derechos de patentes y 229 contratos de cesión total y parcial de derechos de patentes.
- En el mismo periodo se realizaron 2257 asistencias técnicas, en las que el rubro de Consultoría, ensayos de laboratorio, planta piloto o de campo, así como la asistencia para obtener certificaciones fueron los más solicitados con el 47%, 16% y 11% respectivamente.

Sin embargo, en estas cifras no se especifica cuántas de ellas se relacionan con las IES, o si se trató de empresas nacionales o extranjeras.

Por otra parte, en el periodo 2013-2019 el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) reportó que el 38% de las solicitudes de patentes nacionales realizadas provenían de universidades y centros de investigación tal como se muestra en la Gráfica 3.



Gráfica 3. Patentes solicitadas por nacionales, por tipo de solicitante (2013-2019). Fuente: *Dirección divisional de patentes del IMPI, 2021.*

Asimismo, que el 48% de las patentes otorgadas a nacionales correspondían a universidades y centros de investigación (IMPI, 2021), tal como se muestra en la Gráfica 4.



Gráfica 4. Patentes concedidas a nacionales, por tipo de solicitante (2013-2019). Fuente: *Dirección divisional de patentes del IMPI, 2021.*

En la figura 5 se muestra el número de patentes que tienen las IES públicas y privadas en México, así como los principales institutos de investigación en el periodo que va de 1980 a 2017. La división por periodos muestra cómo han ido cambiando los líderes en la producción de patentes, siendo actualmente las universidades públicas las que encabezan la lista (Pérez, 2020).

Titular	1980-1993	1994-2004	2005-2017	Total
IMP	357	195	154	706
UNAM, CINVESTAV, UAM, IIE, IPN y demás IES públicas	92	160	624	876
ITESM y demás IES privadas	2	1	85	88
Total	451	356	863	1670

Figura 5. Número de patentes de las IES pública y privadas en México. *Fuente: (Pérez, 2020)*

1.2 Problemática

Con la información estadística mostrada hasta este punto se puede concluir que sí se genera tecnología en las IES y en los centros de investigación, que sí se colabora con la industria y sí se transfiere tecnología, tal como sucede en universidades públicas como: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Universidad de Guanajuato (UGTO) y, la Universidad de Guadalajara (UdG) (García, 2017).

En el estado de Puebla destacan la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE); también IES privadas como la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Iberoamericana (Pérez Santos, 2018). Sin embargo, de acuerdo con lo que afirma Pérez Cruz (2019), los esfuerzos de Transferencia Tecnológica todavía son incipientes en México.

Esto obedece de acuerdo con la literatura, a factores externos como:

- Un sistema político débil con falta de normatividad explícita para conducir la vinculación con el sector productivo (Benitez-Abarca & Rubio-Toledo, 2020; García, 2017; B. H. Hernández et al., 2015).

- Las características económicas y de financiamiento a la investigación son diferentes a las de los países desarrollados, pero se trata de dar el mismo enfoque (Álvarez et al., 2019).
- La falta de uniformidad y coherencia de prácticas relacionadas con el financiamiento de la investigación (Calderón-Martínez, 2014; García, 2017).
- La política tecnológica de los gobiernos se ha basado por muchos años en promover la incorporación de maquinaria y equipos o en facilitar la adquisición de esos bienes y su eficiente utilización, no así en generarla (Zarela & Angarita, 2017).
- Factores internos de las empresas nacionales que las lleva a ser menos propensas a la I+D (Velez et al., 2019).
- Las acciones dirigidas a establecer vínculos con la industria se caracterizan regularmente por la espontaneidad, en su concepción y ejecución (Benítez et al., 2018).
- Falta de interés por colaborar e invertir con la academia (García, 2017).
- Bajo conocimiento que las IES tienen de las necesidades de la industria y a la dificultad de ambas partes (IES e industria) para mantenerse al corriente de los progresos de cada una (Bolívar-Cruz et al., 2017).
- No se identifica el tipo de tecnología que producen las instituciones, así como la demanda regional de tecnología (Alpizar & Dentchev, 2017).
- No todas las IES difunden sus invenciones a la comunidad por lo que el sector productivo desconoce lo que ahí se desarrolla (Soria et al., 2017).
- Las IES tampoco explotan sus patentes porque reciben reconocimiento por el número de registros de propiedad industrial, no así por generar utilidades a través de ellas (Agramon & Lechuga, 2019), lo que ha propiciado la falta de actitud emprendedora por parte de la comunidad académica (Soleimani et al., 2016).

En diversas investigaciones, también se ha resaltado que al interior de las IES existe una carencia de procesos orientados a fortalecer la Transferencia Tecnológica. Se mencionan a continuación:

- La mayoría de las universidades no cuentan con departamentos de vinculación u Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT) que tengan una relación estrecha o al menos necesaria con la industria y que funcionen como catapulta de proyectos científicos y tecnológicos (Benitez-Abarca & Rubio-Toledo, 2020).
- Falta de infraestructura básica, sistemas de información y herramientas metodológicas que soporten el desarrollo de tecnología y su transferencia (Ponce Jaramillo & Güemes Castorena, 2016).
- Ausencia de componentes metodológicos relacionados con la gestión de proyectos de ciencia, tecnología e innovación (Martínez et al., 2018; Parakhina et al., 2017), lo que ha impedido que los criterios empresariales influyan en el diseño e implementación de los resultados científicos en la práctica productiva (Benítez et al., 2018).
- Ausencia de planeación de tiempo, costos, calidad, y riesgos del proyecto (Morales et al., 2014; Rocha & Romero, 2012; Solange & Silva, 2018).
- Muchos de los desarrollos se encuentran en etapa embrionaria y no se conoce su potencial comercial (Munari et al., 2017).
- Los investigadores no identifican los requisitos de pertinencia y oportunidad que debe cumplir una tecnología para ser competitiva a nivel industrial (Pérez-Hernández & Calderón-Martínez, 2014).
- Se percibe una ausencia de gestión tecnológica (Benítez et al., 2018; Ramírez & Royero, 2019; J. Solleiro & González, 2016). No se aplican herramientas como la vigilancia tecnológica para la actualización de los productos, no se hacen servicios de mercadeo para un adecuado proceso de negociación y transferencia de tecnología (Meza & Delzo, 2017).

- Existe una debilidad en los procesos de valoración tecnológica para la evaluación y aprobación de las tecnologías que serán objeto de Transferencia Tecnológica (Jiménez & Castellanos, 2013; Nuñez & Montalvo, 2015).
- No existe una correcta valuación de los productos generados en el proceso de investigación (Medellín Cabrera & Arellano, 2019), por lo tanto, los precios de la tecnología que se comercializa y los salarios generados a partir de la prestación de servicios, se estiman a partir de fórmulas que no permiten obtener beneficios a las IES, ya que rara vez se generan ingresos suficientes para recuperar la inversión inicial que resultó en las tecnologías o servicios en cuestión (Solange & Silva, 2018), lo que impide también incentivar adecuadamente a profesores e investigadores (Alpizar & Dentchev, 2017).
- La información entregada por los inventores incluyen sólo costos de desarrollo y producción a nivel laboratorio, pero no un paquete tecnológico integrado (Medellín Cabrera & Arellano Arellano, 2019).
- Se desconocen aspectos relacionados con el proceso de Transferencia Tecnológica (J. Solleiro & González, 2016).
- Falta de disponibilidad de capital de riesgo y esquemas de alianzas estratégicas (Yeverino & Álvarez, 2019). Se considera que incluso, el “valle de la muerte” en el desarrollo de tecnologías, está estrechamente relacionado con la falta de vínculos adecuados para conformar redes académicas de apoyo en el desarrollo de tecnologías (Arciénaga et al., 2018).

Lo anteriormente mencionado se relaciona con los recursos intangibles que la literatura cita como relevantes en el análisis de Transferencia Tecnológica que incluye recursos humanos, tecnológicos, organizativos y de red, así como con los recursos tangibles que suelen identificarse con los activos físicos y financieros que las organizaciones poseen para llevar a cabo sus procesos productivos, ambos,

sin duda, tienen un papel clave en el desempeño de la Transferencia Tecnológica universitaria (Yeverino & Álvarez, 2019).

Esto plantea la necesidad de contar con capacidades complementarias a las de investigación científica para lograr cerrar el ciclo creación-difusión-transferencia (Jasso et al., 2017), así como especificar la manera en que los investigadores deberán documentar cómo generan conocimiento (Pérez Cruz, 2019).

Si además se reconociera en las IES, que el proceso de Transferencia Tecnológica es un proceso complejo que requiere de un esfuerzo intelectual, financiero y organizacional realizado por muchos actores que trabajan en equipo, pero también, que sin un conocimiento profundo y bien sistematizado, puede ser o considerarse ineficiente (Hilkevics & Hilkevics, 2017; Solange & Silva, 2018; Toca et al., 2018), se enfocarían en profesionalizar cada una de sus etapas para llevarla a cabo (Pérez-Hernández & Calderón-Martínez, 2014).

Para llegar a la innovación se requiere primero pasar por la investigación, la cual sin duda se ha estructurado y organizado formalmente en las IES, aunque no así su gestión (H. T. L. Nguyen & Meek, 2016). Es importante la atención al perfeccionamiento de esta función en ellas para hacerla eficiente y mejorar su desempeño (Ramos et al., 2018). Debe considerarse que para que una universidad pase de una “tradicional” a una “empresarial” es necesario que ocurran cambios internos tanto en los marcos de gestión, como en la regulación de las relaciones entre la institución, las organizaciones y el estado (Oylumlu et al., 2017).

El proceso de investigación hacia la innovación requiere de una estrategia para desarrollarla y hacerla realidad. La investigación e innovación sin método no es posible, pues necesita de una “forma” para alcanzarla. Esta “forma” está compuesta por acciones planeadas deliberadamente, ejecutadas, ajustadas y evaluadas (Garnica & Franco, 2020).

1.3 Objetivos de la investigación

A continuación, se plantean los objetivos de investigación, tanto general como específicos de acuerdo con el planteamiento del problema.

1.3.1 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es proponer un marco conceptual que guíe el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos que se generan en las Instituciones de Educación Superior para superar las brechas hacia la Transferencia Tecnológica.

1.3.2 Objetivos específicos

Para lograr el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Indagar qué porcentaje de los investigadores que laboran en las IES bajo estudio no siguen procesos relacionados con la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia.
- Indagar qué porcentaje de las Instituciones de Educación Superior bajo estudio tienen implantados procesos relacionados a la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica.
- Identificar en la literatura los procesos, herramientas, normas y otros elementos que se han integrado a marcos conceptuales, modelos o metodologías para llevar a cabo procesos relacionados con la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas en las Instituciones de Educación Superior.
- Describir a través de un marco conceptual el ciclo de vida que deberían seguir los desarrollos tecnológicos en las Instituciones de Educación Superior para llenar de manera sistemática y coherente los vacíos relativos a la gestión tecnológica, gestión de proyectos y, evaluación y valuación tecnológicas.

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Qué porcentaje de los investigadores de las IES bajo estudio siguen procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica?
- ¿Qué porcentaje de las Instituciones de Educación Superior bajo estudio tienen implantados procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica?
- ¿Qué elementos y procesos se han considerado en modelos, marcos conceptuales o metodologías para desarrollar tecnologías en las IES?
- ¿Qué secuencia debería seguir la integración de los procesos de gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas en un marco que guíe el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos en las IES y caracterizarlos hacia la Transferencia Tecnológica?

1.5 Justificación

La justificación de la investigación queda integrada por la conveniencia de la investigación, su relevancia social, valor teórico, así como las implicaciones prácticas que a continuación se desglosan

1.5.1 Conveniencia

De acuerdo a la perspectiva de Schuetzenmeister (2010), el marco conceptual propuesto corresponde a un enfoque de gestión de la investigación bajo una perspectiva de administración de organizaciones de investigación y proyectos desarrollados en grupos, centros o departamentos de investigación. Considerando que de acuerdo con Garnica & Franco (2020), el proceso de investigación hacia la innovación requiere de una estrategia para desarrollarla y hacerla realidad, es que este marco pretende proporcionar a los investigadores y/o grupos de investigación

una base inicial para guiar el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos que se generan en la IES y así buscar la oportunidad de transferirlos.

1.5.2 Relevancia social

La colaboración entre universidad e industria no se desarrolla como una demanda real del entorno empresarial a causa de la falta de un modelo de gestión (Pino et al., 2021).

Considerando que la innovación es uno de los pilares de la competitividad y progreso de un país y que la transferencia de tecnología contribuye al desarrollo de las regiones a través de la sinergia gobierno-universidad-empresa (De Moortel & Crispeels, 2018), resulta imperante que las IES adopten modelos de gestión que guíen sus proyectos de investigación hacia la innovación, y es por ello que se propone este marco.

1.5.3 Valor teórico

La literatura sobre gestión de la investigación se encuentra en una etapa emergente (Tejero & León, 2020). Los modelos de gestión para la investigación e innovación en las IES a nivel internacional todavía se encuentran en construcción, son pocos los ejemplos que se pueden hallar en la literatura, esto da evidencia de un desconocimiento desde las instituciones educativas para ejecutar estrategias que les permitan mejorar sus procesos de investigación hacia la innovación (Pino et al., 2021). Esto hace relevante la atención al perfeccionamiento de esa función en las universidades para hacerla eficiente y mejorar su desempeño (Ramos et al., 2018). Es así, que la construcción de este marco abona a la teoría de este campo de gestión poco explorado.

1.5.4 Implicaciones prácticas

El marco que resulte de esta investigación servirá para resolver una necesidad real: la falta de una estrategia organizacional para gestionar la investigación en las IES e impulsar los desarrollos hacia la innovación. Para que una universidad pase

de una “tradicional” a una “empresarial” es necesario que ocurran cambios internos en los marcos de gestión (Oylumlu et al., 2017).

1.6 Alcance y limitaciones

A continuación, se detallan los alcances y limitaciones que se perciben en la presente investigación.

1.6.1 Alcance

Esta investigación tiene un alcance mixto. La etapa cuantitativa es descriptiva, no experimental y transeccional. La etapa cualitativa incluye una revisión integrativa de literatura y teoría fundamentada para configurar el marco conceptual que será propuesto para guiar el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos generados en las IES.

El alcance de la investigación cuantitativa comprende sólo a Instituciones de Educación Superior pertenecientes a los subsistemas del Tecnológico Nacional de México (TecNM) específicamente Institutos Tecnológicos Descentralizados y, el de Universidades Tecnológicas (UT) y Politécnicas (UP) del Estado de Puebla ya que a pesar de ser dos de los subsistemas más grandes de educación superior en el estado, no destacan en los rankings de Transferencia Tecnológica (Pérez Santos, 2018).

1.6.2 Limitaciones

Una de las principales limitantes fue el no poder ampliar el espectro de la aplicación de la encuesta hacia otros estados, lo cual hubiese enriquecido sin duda los resultados obtenidos.

También lo fue el número encontrado de modelos de gestión de investigación e innovación académica, ya que eso hubiese nutrido aún más la propuesta presentada.

Capítulo 2. Marco teórico

En este capítulo se abordan los conceptos necesarios para contextualizar el desarrollo del trabajo de investigación que se presenta en los capítulos posteriores.

2.1 Tecnología

La tecnología es un concepto amplio que abarca un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos que contribuyen al diseño y construcción de bienes y servicios para satisfacer necesidades humanas. Se admite que la tecnología es consecuencia de la ciencia y la ingeniería, aunque muchos avances tecnológicos sean posteriores a estos dos conceptos (Rivas-Echeverria et al., 2016).

En Gil & Zubillaga (2006), se define como “el sistema de conocimientos y de información derivado de la investigación, experimentación o de la experiencia, y que unido a los métodos de producción, comercialización y gestión que le son propios, permite crear una forma reproducible o generar nuevos o mejorados productos, procesos, o servicios”. Asimismo, puede ser conceptualizada a partir de dos componentes principales: 1) un componente físico y artefactual que puede componerse de tangibles, como productos, herramientas, equipos, modelos y procesos y, 2) el componente blando o intangible, que consiste en el *know-how* de áreas organizacionales, software, mano de obra calificada, entre otros que han servido para idearlo, diseñarlo, construirlo, y demás (Codner, 2017).

La tecnología se caracteriza por tener un claro proceso evolutivo, el cual conforma la base de los modelos de ciclo de vida de las tecnologías, mismos que intentan definir una analogía a lo que ocurre a los seres vivos. Uno de esos modelos es llamado Modelo Curva en S, en el cual se relacionan los esfuerzos realizados en el desarrollo de una tecnología con los resultados que se obtienen de ella. Las curvas en S son de suprema importancia como herramienta para el estudio del ciclo de vida de las tecnologías y de los productos, en la cual se puede analizar toda la trayectoria que ha venido teniendo una tecnología, su nacimiento, su

desarrollo, madurez y hacia dónde apunta esta tecnología (Jiménez González et al., 2017).

El ciclo de vida de la tecnología en el modelo de la curva S, de acuerdo a Gil & Zubillaga (2006) puede dividirse en cuatro etapas, mismas que se ilustran en la figura 6, y que se describen a continuación:

- **Embrionaria o emergente:** la tecnología parece prometedora. Ofrece una posición de competencia potencialmente muy fuerte, pero presenta riesgos muy altos debido a su aplicabilidad incierta y una aceptación impredecible.
- **Crecimiento:** la tecnología va madurando, haciéndose más útil.
- **Madurez:** ha alcanzado su nivel de rendimiento adecuado.
- **Saturación/declive:** no es posible mejorar más su rendimiento, por lo que la tecnología se hace obsoleta con respecto al rendimiento comparativo de otra posible tecnología competidora que la deja fuera del mercado.

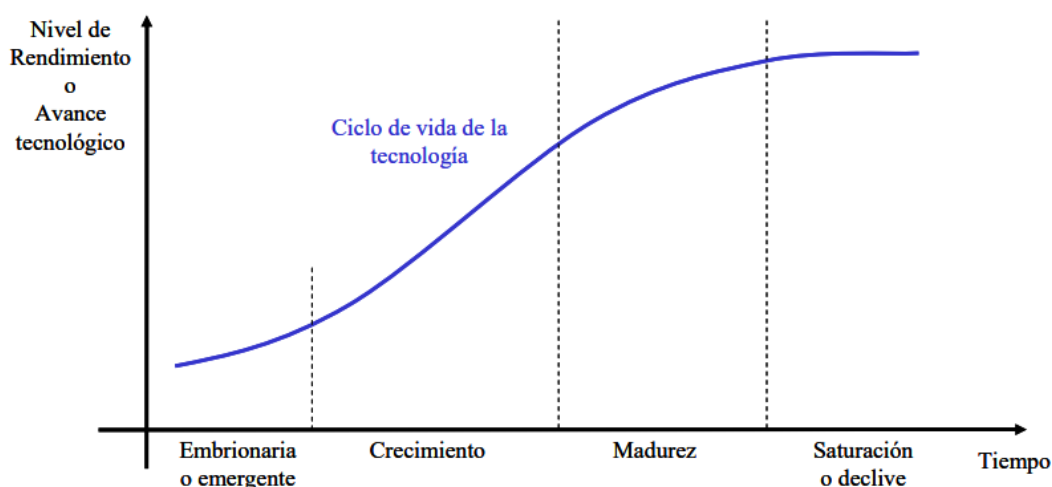


Figura 6. Ciclo de vida de las tecnologías. Curva S. Fuente: Gil & Zubillaga (2006).

Las curvas S casi siempre vienen en pares o más, porque constantemente hay varias tecnologías en competencia, cada una con su propia curva S. Se utiliza el término discontinuidad para describir la era en que dos o más tecnologías competidoras están en el mercado o en la industria. El ciclo de vida es dinámico y depende del cambio tecnológico y, de los cambios en las preferencias de los

consumidores, lo que provoca que los ciclos de vida sean cada vez más cortos (Vega, 2009).

El ciclo de vida de la tecnología, la comprensión del fenómeno de la difusión de innovaciones tecnológicas y la adopción de estas, son otras características medibles a través de las curvas en S. Por otro lado, las innovaciones tienen asociadas una serie de incertidumbres de mercado, de comercio y tecnológicas, las cuales se incrementan con la necesidad de información o conocimiento sobre las variables que intervienen en el proceso de lanzamiento de un nuevo producto o mejora de uno existente. De igual manera, la incertidumbre tecnológica se refiere a la necesidad de conocimiento adicional sobre los componentes y la forma en que se relacionan los métodos y las técnicas para que el nuevo producto funcione de forma adecuada (Zartha et al., 2017). La figura 7 muestra una curva en forma de S en la cual se identifican las etapas de una tecnología.

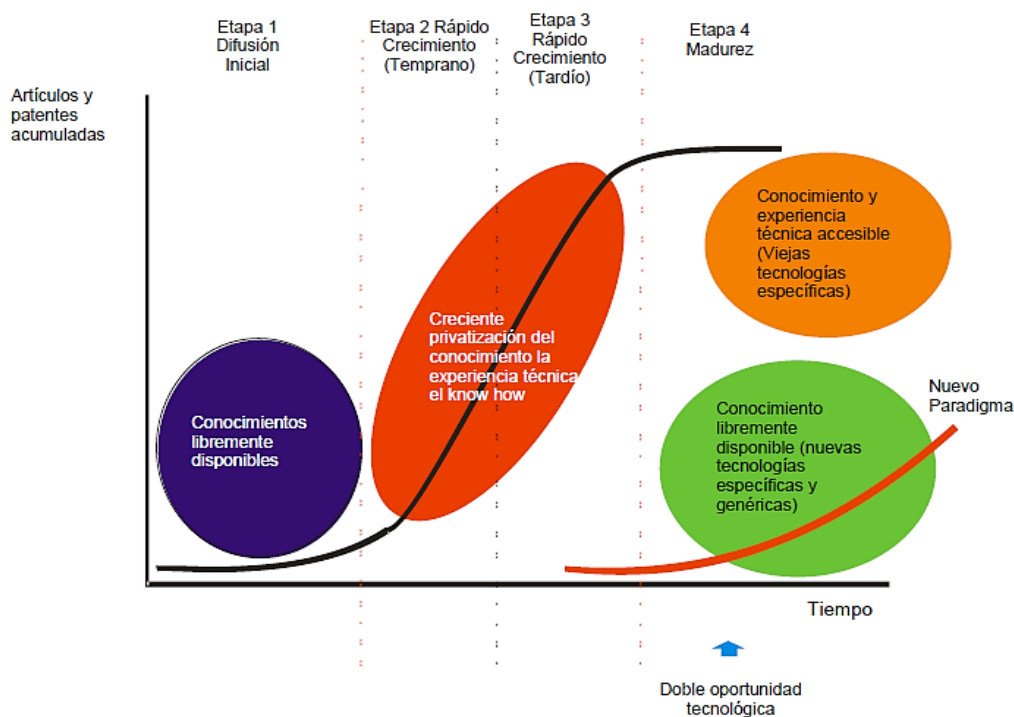


Figura 7. Fases de una tecnología. Fuente: (Zartha et al., 2017)

2.2 Gestión tecnológica

La Gestión Tecnológica surgió como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico con el sentido estratégico que se le ha conferido dentro de una organización. Se encarga de desarrollar el conocimiento científico y tecnológico para que este se aplique en la producción de bienes y/o servicios que puedan luego introducirse al mercado con un valor agregado por medio de la gestión de la innovación, lo cual permite que las empresas obtengan ventaja competitiva. El rol de la Gestión Tecnológica está asociado a mantener a una organización al tanto, sobre el conocimiento y la tecnología que se está desarrollando, así como evaluar, valorar, transferir y apoyar en el proceso de apropiación, (Jiménez-Navia et al., 2020).

La Gestión Tecnológica implica conocer el mercado, las tendencias tecnológicas y la capacidad de los competidores; adquirir, de la forma más favorable las tecnologías que no convenga desarrollar internamente, así como las que se vayan a contratar en el exterior, garantizando su financiación; supervisar adecuadamente su desarrollo y reaccionar ante imprevistos; evaluar sus resultados, proteger debidamente la tecnología generada y, obtener los mayores rendimientos de su explotación (J. L. Solleiro & Castañón, 2016).

En consecuencia, la Gestión Tecnológica debe encauzarse hacia la búsqueda de estrategias que permitan poner en marcha políticas, planes, programas y proyectos relacionados con la creación, difusión y uso de la tecnología e innovación, a partir de un proceso formal, estructurado y sistemático, en el cual se garantice la creación y/o mejoramiento de productos y servicios significativos para las instituciones y la sociedad en general (Bermudez-Hernández et al., 2019), por ello es que se fundamenta en ejecutar procesos tales como: planear, dirigir, organizar y controlar la tecnología con el fin de alinearla con la estrategia organizacional, para lograr las metas propuestas (Jiménez-Navia et al., 2020).

En México, la Norma NMX-GT-003-IMNC-2008 rige el proceso de Gestión Tecnológica y fue publicado por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. Para su elaboración contó con la participación de más de 20

instituciones, empresas y centros de investigación. Es un documento que sirve como guía para aquellas organizaciones interesadas en establecer un sistema integral de gestión o administración de la tecnología. El modelo de sistema de gestión de tecnología considera cinco procesos sustantivos de la organización que son: *vigilar, planear, proveer, proteger e implantar*, que en conjunto generan innovaciones tecnológicas, soportados por las actividades estratégicas y los procesos de operación de la organización. Los elementos de esta norma, se encuentran alineados a los elementos que establece el Premio Nacional de Tecnología e Innovación (PNTi) y son los elementos en torno a los cuales gira el Manual de Gestión Tecnológica (IMNC, 2008). Este proceso se muestra en la figura 8.

A esta norma la complementan la de Requisitos (GT-002-IMNC-2008), enfocada a facilitar la caracterización de proyectos de I+D, el desarrollo de registros y controles de cada proyecto, así como la aplicación de resultados; la de directrices para la auditoría de sistemas de Gestión Tecnológica (GT-005- IMNC-2008) que facilita la certificación y evaluación objetiva de los Modelos de Gestión de la Tecnología de las empresas, finalmente, la GT 004–IMNC-2012 que señala las Directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica (Ortiz-Cantú et al., 2013).

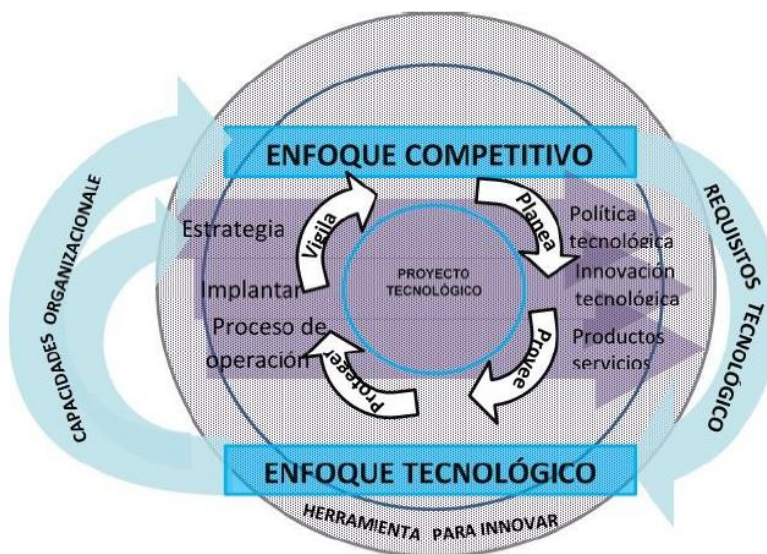


Figura 8. Modelo del Sistema de Gestión de la Tecnología de la NMX-GT-003. Fuente: (IMNC, 2008).

A nivel internacional se pueden mencionar la familia de Normas Une 166000 de I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación) elaboradas por AENOR, la Asociación Española de Normalización y Certificación, la cual está formada en la actualidad por siete normas. También la BS 7000-1:2008 para el Reino Unido; FD X50-901:1991 de Francia; Pas 1073: 2008 para Alemania y la NP4456:2007 para Portugal, entre otras (Terán et al., 2019).

2.2.1 Procesos sustantivos de la gestión de tecnología

Son cinco los procesos sustantivos que se llevan a cabo en la GT de acuerdo con el modelo del Sistema de Gestión de la Tecnología de la NMX-GT-003. Se describen a continuación:

2.2.1.1 Vigilancia

Es la búsqueda en el entorno de señales e indicios que permitan identificar amenazas y oportunidades de desarrollo e innovación tecnológica que impacten en el negocio (Terán et al., 2019). La vigilancia puede ser de cuatro tipos (J. L. Solleiro & Castañón, 2016):

- Tecnológica: centrada en el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de las amenazas u oportunidades que genera. Puede incluir:
 - Estrategias de investigación y desarrollo.
 - Fuentes alternativas para adquisición de tecnología.
 - Fuentes de financiamiento.
 - Posibles alianzas.
 - Proyectos y metodologías de investigación.
 - Datos específicos de procesos.
 - Contactos en otros centros de investigación y empresas.
 - Normas técnicas y especificaciones.
 - Resultados y avances de investigaciones relevantes.
- Competitiva: seguimiento de los competidores actuales y potenciales.
- Comercial: atención sobre clientes y proveedores.

- Entorno: aspectos sociales, legales, normativos, culturales, medioambientales, etcétera.

La norma NMX-GT-004-IMNC-2012 del IMNC (2012) se refiere a las directrices de los procesos de vigilancia tecnológica, en ella se establece que la organización debe evidenciar el uso de un proceso de vigilancia de mercados y tecnología (Ortiz-Cantú et al., 2013) y remarca el hecho de que ésta debe partir de la planeación de la empresa (CamBioTec, 2016). El proceso de vigilancia tecnológica se muestra en la figura 9. En la tabla 2 se mencionan las herramientas que pueden aplicarse en este proceso.

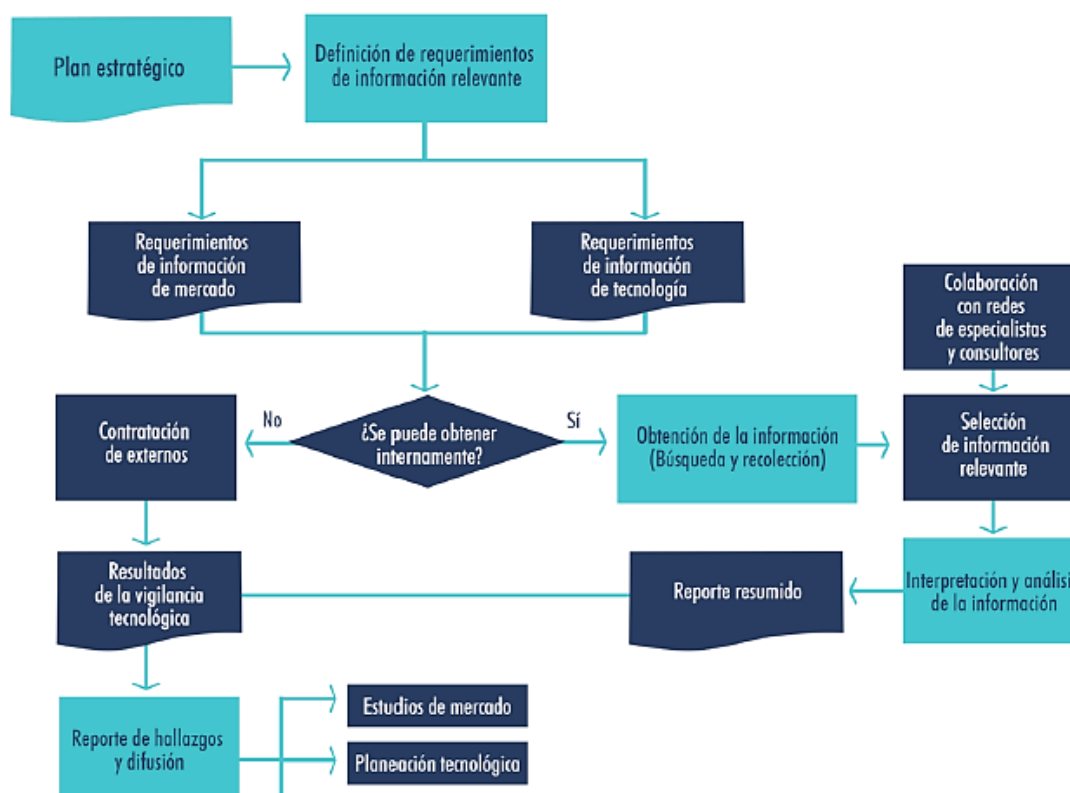


Figura 9. El proceso de la función vigilar. Fuente: (CamBioTec, 2016)

Recientemente, se ha propuesto una evolución de la vigilancia hacia la inteligencia competitiva. La Inteligencia Competitiva es un programa sistemático para identificar, coleccionar y analizar información sobre el entorno y las actividades propias de una organización, así como para utilizar oportunamente tal información

para la toma de decisiones. De tal manera, que el objetivo de la IC es reforzar la competitividad de una organización proporcionando los medios para tener respuestas oportunas y racionales a las señales que ofrece el entorno como se muestra en la figura 10. Las empresas utilizan la Inteligencia Competitiva como un insumo para su planeación estratégica y táctica en el monitoreo y la evaluación de planes, con el fin de realizar ajustes en nuevos ciclos de planeación.

Tabla 2. Herramientas de vigilancia tecnológica.

Herramientas	Ejemplos
- Benchmarking - Elaboración de estudios de mercados y clientes - Monitoreo tecnológico - Elaboración de estudios de competitividad - Consulta a acervos de información técnica/comercial/ normativa - Análisis de información (capacidades propias o subcontratadas).	Brechas con competidores, tendencias identificadas, oportunidades de negocio en nuevos mercados, centros de investigación identificados, posibles alianzas tecnológicas, nuevas tecnologías. Necesidades de los clientes, comportamiento de los competidores, nuevas tecnologías que llegan al mercado, desarrollos tecnológicos con potencial comercial, normas y cambios en legislaciones. Identificación de tendencias tecnológicas, identificación de tecnologías/identificación de competidores, identificación de socios/identificación de mercados

Fuente: (Solleiro & Castañón, 2016; Terán et al., 2019)



Figura 10. Vigilancia e inteligencia competitiva. Fuente (CambioTec. 2016)

Con la información obtenida de la Inteligencia Competitiva se determinan las alternativas tecnológicas y es posible construir mapas de ruta tecnológica con el

fin de identificar las necesidades críticas del producto en función de los requerimientos del mercado, así como obstáculos, factores de éxito, viabilidad y, finalmente la generación y ejecución de planes para desarrollar y aplicar las alternativas previamente identificadas. Los mapas de ruta tecnológica inician con la claridad de una necesidad de mercado y un análisis respecto a las capacidades tecnológicas con las que cuenta la organización con el fin de identificar las brechas de desempeño. El mapa se traza para pasar de la situación actual a aquella en la que se alcance el desempeño deseado, indicando los puntos intermedios para evaluar el avance y llegar a la transferencia y/o comercialización de una tecnología, descubrir nuevas oportunidades de mercado, o bien, guiar a los tomadores de decisiones sobre la estrategia de I+D más conveniente. Existen varios métodos para su elaboración, entre los que se pueden mencionar el Plan T y el benchmarking (CamBioTec, 2016).

2.2.1.2 Planear

Involucra los niveles de planeación estratégica, táctica y operativo. En la figura 11 se muestra la temporalidad del plan estratégico. La planeación tecnológica permite identificar los productos y/o servicios que una empresa puede ofrecer para responder a necesidades del mercado, además de que se establecen las especificaciones que deben cumplir esos productos y se plantean metas de desempeño. Aprovecha parte de la información del entorno y la traduce en un plan tecnológico alineado a los objetivos de la organización (Terán et al., 2019).



Figura 11. Temporalidad del plan estratégico. Fuente: (CamBioTec, 2016).

El proceso para desarrollar un plan tecnológico se muestra en la figura 12. Este debe partir de un diagnóstico denominado auditoría tecnológica que tiene la finalidad de registrar y evaluar, sistemática y periódicamente, el potencial tecnológico de la empresa. Sirve como radiografía para saber qué se puede lograr con lo que se cuenta y qué recursos tecnológicos faltan para cumplir con el plan tecnológico (CamBioTec, 2016).

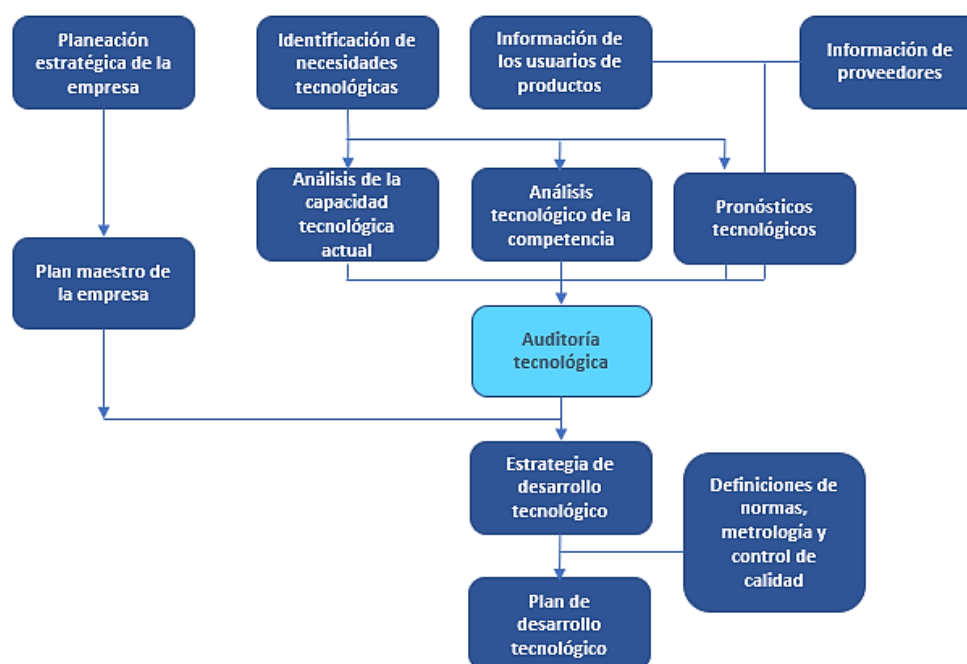


Figura 12. El plan tecnológico de la empresa. Fuente: (CamBioTec, 2016).

Asimismo, la organización debe documentar e implantar un proceso de planeación tecnológica que incluya (Ortiz-Cantú et al., 2013):

- Señalar la posición estratégica pretendida y objetivos tecnológicos.
- Plan tecnológico.
- Marco de referencia para definir la cartera de proyectos.
- Documentar el estado de avance de los proyectos en desarrollo.
- Plan de seguimiento y medición del desempeño de los procesos incorporados.
- Documentar los recursos y beneficios previstos y utilizados.

En este proceso de planeación, la auditoría tecnológica es un paso muy importante, el proceso que sigue se muestra en la figura 13.

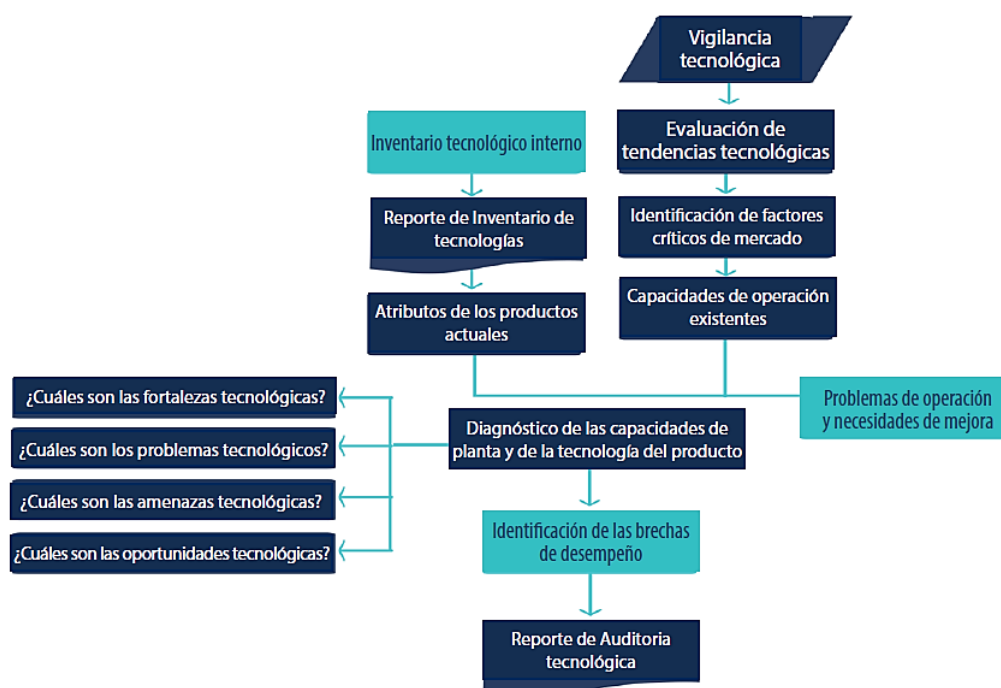


Figura 13. Proceso de auditoría tecnológica. Fuente: (CamBioTec, 2016).

En la tabla 3 se mencionan las herramientas que pueden aplicarse en el proceso de planeación.

Tabla 3. Herramientas de planificación tecnológica.

Herramientas	Ejemplos
- Conocimiento de la organización (diagnóstico a través de herramientas tales como el análisis FODA o similares). - Establecimiento de metas corporativas de corto, mediano y largo plazo. - Metas corporativas tecnológicas de corto, mediano y largo plazo. - Incorporación de tecnologías como soporte a los negocios. - Participación de la dirección en las decisiones que involucran recursos tecnológicos. - Elaboración y revisión del plan tecnológico y de la cartera de proyectos. - Mapas de ruta tecnológica. - Matrices de decisión. - Análisis de portafolio.	Líneas de acción definidas, cartera que incluya proyectos de productos nuevos o mejorados, procesos nuevos o mejorados, capacitación, adquisición de tecnología, desarrollo de tecnología.

Fuente: (Bellido, 2012; Terán et al., 2019).

2.2.1.3 Proveer/Habilitar

Es la obtención dentro y fuera de la organización, de tecnologías y recursos necesarios para la ejecución de los proyectos incluidos en la cartera (Terán et al., 2019). El objetivo de esta función es lograr que la organización cuente con los recursos intelectuales y humanos, que permitan cumplir con el plan tecnológico previamente definido. Uno de los fundamentos de la asimilación de tecnología es el acopio de la información necesaria para la operación, mantenimiento y comprensión cabal de la tecnología desarrollada o adquirida, ya que permite a la empresa tener un diagnóstico en la temática al ofrecer la posibilidad de ubicar su producto o proceso y a partir de ello, definir estrategias de asimilación y mejora.

La habilitación incluye 4 procesos relacionados con las capacidades, infraestructura y recursos necesarios para que una empresa pueda innovar en sus productos o servicios, y se pueden englobar en 4 grandes apartados:

2.2.1.3.1 Asimilación de tecnología

Consiste en un conjunto de actividades que se realizan para profundizar en el conocimiento de equipos, procesos, servicios, productos y, de las tecnologías propias o adquiridas por parte de una empresa, de tal manera que dicha organización pueda alcanzar un nivel de dominio que le permita mejorar o incluso, desarrollar nuevas tecnologías. Las actividades que involucra se muestran en la figura 14.



Figura 14. Actividades del proceso de asimilación de tecnología. Fuente: (CamBioTec, 2016).

Ejemplos de la información documentada que podrían tener disponibles respecto a productos y procesos se muestran en la figura 15

Tecnología de Producto	Tecnología de Proceso
• Diseño y especificaciones del producto • Dibujos del producto para producción y ensamble • Normas y estándares oficiales aplicables al producto • Memorias de cálculo de diseño del producto • Especificaciones de prueba (para control de calidad) • Listado de partes e insumos • Especificaciones de materias primas, componentes y materiales auxiliares • Instructivos de ensamble o formulaciones y composiciones • Instructivos de uso y aplicación • Modelos de prototipo y muestras físicas homologadas • Manuales de operación del producto • Reportes de pruebas clínicas • Reportes de seguimiento de desempeño del producto • Manuales de mantenimiento del producto • Especificaciones de empaque • Patentes de producto • Marcas que amparan el producto	• Especificaciones y hojas de proceso • Normas oficiales y estándares aplicables al proceso • Memorias de cálculo del proceso • Diagramas de flujo del proceso • Descripción del proceso paso a paso • Balances de materiales y energía • Especificaciones de subproductos, su uso y su manejo • Cálculos de rendimientos y costos • Procedimientos y normas para la protección contra la contaminación, seguridad e higiene y tratamiento de desechos • Manuales de control de calidad

Figura 25. Ejemplos de información documentada para facilitar el proceso de asimilación.
Fuente: (CamBioTec, 2016).

Asimismo, la capacitación y actualización constituye el otro elemento fundamental para la asimilación, pues solamente se puede alcanzar el dominio de procesos, técnicas, metodologías y la organización necesaria para la operación eficiente y confiable, cuando los diferentes niveles de personal pueden comprender las bases de sus actividades y el significado que tienen en el contexto de todo el proceso productivo. Incluye cuatro etapas: planificación (que debe partir de un diagnóstico de necesidades), organización, ejecución y, evaluación. Es deseable que la organización tenga un inventario de sus capacidades, basado en un análisis por grados y disciplinas de aplicación.

El aprendizaje tecnológico es el conjunto de actividades a través de las cuales, las empresas u organizaciones acumulan conocimiento técnico y experiencia para operar, adaptar y mejorar los procesos de producción y operación, y constituye una base indispensable para el cambio tecnológico y crecimiento productivo de las empresas. Este aprendizaje relacionado con la innovación tecnológica puede basarse en experiencias como: aprendizaje haciendo, por utilización, por interacción y, a través de benchmarking y alianzas estratégicas.

Antes de iniciar planes o programas internos de asimilación, la organización o empresa debe realizar un diagnóstico que le permita identificar la posición que ocupa en términos generales esta función y el grado de avance en cada área. CONACYT propuso una matriz de posicionamiento en la que identifican seis estados de desarrollo empresarial en función del nivel alcanzado de asimilación de tecnología. Esto se muestra en la figura 16.

GRADO DE MADUREZ TECNOLÓGICA			IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD	
	HACIA DENTRO (Procedimientos y métodos de manufactura)	HACIA FUERA (El producto en el mercado)	HACIA DENTRO Productividad, mano de obra, equipo y materiales.	HACIA FUERA Mercadotecnia (calidad, servicio, imagen, participación, etc.)
1. Dependencia completa	Se desconoce producto y proceso. Las decisiones están en manos del propietario de la tecnología.	No se conoce el uso del producto, ni el mercado que satisface.	Altos costos.	Sólo en mercados cautivos.
2. Dependencia relativa	Hay experiencia en fabricar el producto, las decisiones locales se limitan a sugerencias. No se conoce la flexibilidad del proceso.	Se busca, a través del producto licenciado, saber lo que quiere el usuario.	No es competitivo vía productividad.	Se busca mantener posición en mercado local.
3. Creatividad incipiente	Se inician adaptaciones y sustituciones en materias primas, diseño y especificaciones. Cualquier modificación requiere la participación del licenciador.	Se identifican las especificaciones que dan valor de uso al producto en nuestro mercado y se empiezan a optimizar.	Es de los líderes en el mercado nacional en eficiencia, costos y calidad	El servicio y la calidad proporcionan la imagen de la empresa en desarrollo.
4. No dependencia	Se empieza a capitalizar el cambio menor, la mejora evolutiva y la curva de aprendizaje, basándose en la operación de la planta.	Se dominan las aplicaciones y uso del producto. Se da servicio como parte importante.	Se compete a nivel mundial en cuanto a costos globales.	Se es líder en el mercado nacional y se exporta en condiciones favorables de demanda mundial
5. Autosuficiencia	Se generan productos y procesos nuevos por extrapolación. Se puede competir con el licenciante en nuestro mercado. No hay dependencia de un solo proveedor de materia prima, equipo, refacciones, etc.	Se dominan aplicaciones y uso del producto, así como las variables críticas de diseño. Se da servicio propio autogenerado.	Se es competitivo en todos y cada uno de los renglones de costo.	Se acredita marca y nombre mundialmente. Se empieza a exportar sistemáticamente.
6. Excelencia	Se optimiza el uso de los recursos propios, en forma totalmente competitiva. Se domina el mercado y se tiene una fuerte posición de negociación con proveedores.	Se compete a nivel mundial con personalidad e identidad de productos propios. I&D para satisfacer necesidades del futuro.	Procesos y productos en constante optimización. Se tiene una clara posición ventajosa en cuanto a costos y calidad.	Se reconoce a nivel mundial la calidad, costo y servicio de los productos. Los clientes mundiales nos buscan.

Figura 16. Matriz de posicionamiento para identificar el estado de desarrollo en función del nivel de asimilación de tecnología alcanzado. Fuente: (CamBioTec, 2016).

2.2.1.3.2 Adquisición de tecnología

Esta se realiza cuando una organización decide incorporar tecnología desarrollada por otra entidad (empresa, IES, centro de investigación, entre otros) para cumplir oportunamente con sus objetivos tecnológicos. Está en función de la identificación de las necesidades concretas de producción y comercialización, de las capacidades tecnológicas internas, del tipo y complejidad de la tecnología requerida, de la competitividad tecnológica, de la urgencia que se tenga para incorporar la innovación, de las opciones de financiamiento y, de los riesgos en la adquisición de tecnología (costo, tiempo y posible dependencia tecnológica respecto del proveedor). Los métodos utilizados para adquirir tecnología son: compra, franquicia, contratación de personal, alianzas y asociaciones de riesgo compartido (Joint ventures), acuerdos de subcontratación para fabricar los componentes o piezas de ensamble, licenciamiento de patentes, diseños industriales, modelos de utilidad, derechos de autor, marcas y otras figuras de propiedad intelectual, transferencia de tecnología mediante la provisión de Know how y asistencia técnica, proyectos de investigación y desarrollo de tecnología contratados por la organización con centros de investigación, universidades centros tecnológicos, u otros.

2.2.1.3.3 Formulación y gestión de proyectos

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Tiene un principio y un final definidos. Se considera finalizado cuando se han llevado a cabo los objetivos, cuando no es posible que se cumplan los objetivos o cuando no existe la necesidad que inició el proyecto. Con todo proyecto se crea un producto, servicio o resultado único. Los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales que durarán mucho más que los propios proyectos. Se llevan a cabo en todos los niveles de una organización. Pueden involucrar a una sola persona, una sola unidad o múltiples unidades dentro de la organización. Un proyecto puede generar: a) un producto que puede ser un componente de otro elemento o un elemento final en sí mismo;

b) la capacidad de realizar un servicio; c) un resultado tal como un producto o un documento.

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto. Este marco de referencia básico se aplica independientemente del trabajo específico del proyecto involucrado. Las fases pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas. Todos los proyectos pueden configurarse dentro del ciclo de vida genérico que se muestra en la figura 17.

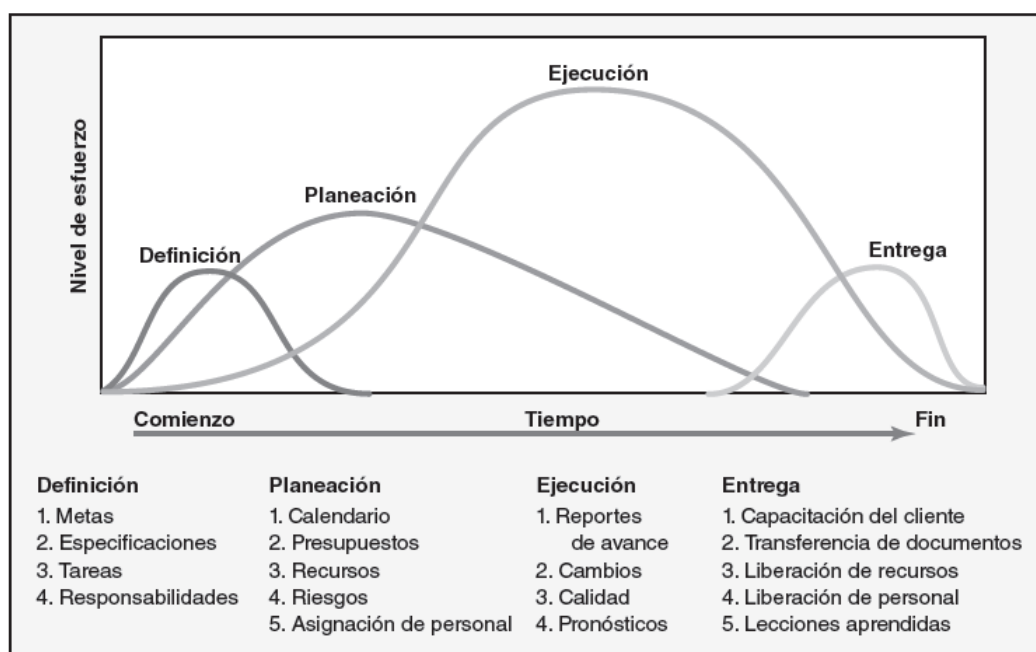


Figura 17. Ciclo de vida de un proyecto. Fuente: (Clifford & Erik, 2009).

Debido a que un proyecto involucra actividades, tiempo y recursos, es necesario llevar cabo un proceso detallado de administración que permita manejar adecuadamente los recursos para que sean usados de la manera más eficiente, pero también para que se cumplan los objetivos planteados. Incluye dos fases:

1. La fase inicial incluye la selección de proyectos con el fin de priorizarlos por nivel de importancia para después organizar y asignar los recursos necesarios para que se puedan ejecutar. El proceso de elegir ideas para convertirlas en proyectos debe considerar desde la relevancia que puede

tener para la organización el realizar la idea, pasando por considerar los recursos disponibles, el tiempo que pueda tomarse, así como los riesgos para su ejecución, los cuales aparecen por el carácter incierto que tiene todo proyecto. Deben considerarse también criterios como coherencia del proyecto con la misión de la empresa y sus objetivos estratégicos, probabilidad de éxito, plazo de ejecución respecto a los requerimientos del mercado, alcance técnico del proyecto, competitividad de los resultados frente a tecnologías y soluciones existentes, potencial de aplicación práctica de los resultados, impacto ambiental, relación costo-beneficio y, potencial de generación de productos comercializables y posible valor de mercado de los mismos.

2. La segunda fase es su seguimiento y gestión. Como es muy probable que las organizaciones tengan en marcha varios proyectos a la vez y que los operen de manera paralela, es relevante que cuenten con un portafolio de proyectos que se gestione de manera adecuada para evitar retrasos y sobre costos (Project Management Institute, 2017).

2.2.1.3.3.1 Gestión ágil de proyectos con SCRUM

Existen Guías de referencia para la gestión de proyectos, las cuales se pueden remitir a los que han emitido, por ejemplo, el Project Management Institute (PMI) y el SCRUMstudy, este segundo enfocado a la gestión de proyectos ágiles.

La gestión ágil de proyectos ha tomado relevancia debido a las características actuales de los proyectos, esto es, se trata de proyectos difíciles de definir con detalle en el principio, por lo que tienen requisitos muy inestables por la velocidad del entorno de negocio (Gasca, 2017). Ahora se construye el producto mientras se modifican y aparecen nuevos requisitos. El cliente parte de una visión medianamente clara, pero el nivel de innovación que requiere, y la velocidad a la que se mueve su sector de negocio, no le permiten predecir con detalle cómo será el resultado final (Palacio, 2015). La gestión ágil de proyectos, por tanto, asume un enfoque adaptativo, pasando de un proceso de planificación lineal a uno iterativo, integrando al cliente de manera activa en todo el proyecto, con entregas

incrementales y retroalimentación activa de los requerimientos que le permiten al equipo entregar una solución de valor al cliente (Gasca, 2017).

Scrum es uno de los marcos de gestión más utilizado actualmente³. Este Framework dicta dividir un proyecto en sprints (ciclos cortos de trabajo). Generalmente solo duran de una a cuatro semanas.

Cada sprint debe terminar con la finalización de una versión viable o un borrador del entregable final del proyecto. Mediante el uso de iteraciones cortas, el enfoque de gestión de proyectos de Scrum permite a un equipo de trabajo entregar una versión funcional del producto final con frecuencia y es lo suficientemente flexible para utilizarse en cualquier tipo de proyecto. El marco de gestión se muestra en la figura 18.

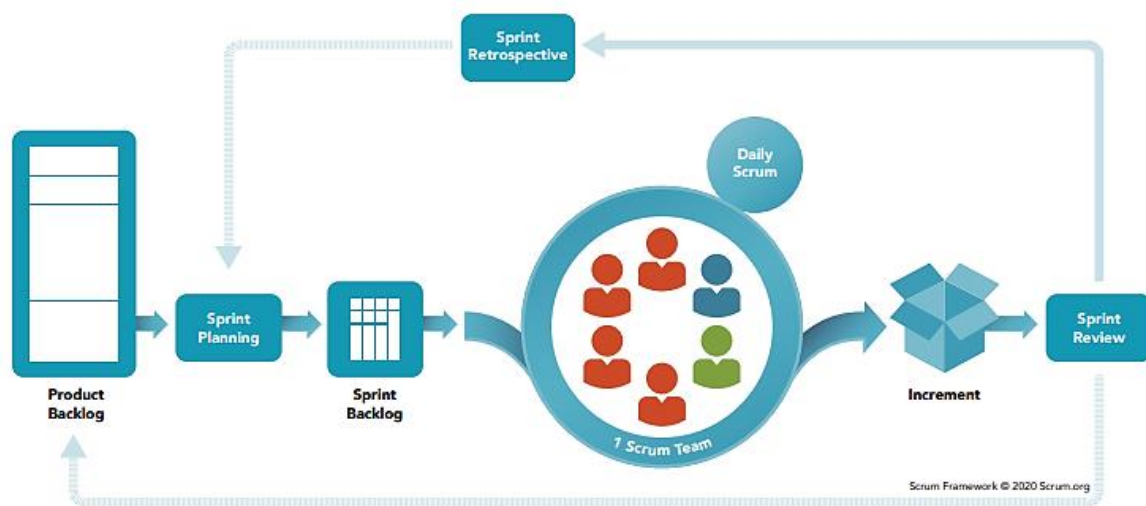


Figura 18. Marco de trabajo Scrum. Obtenido de: <https://www.scrum.org/resources/scrum-framework-poster>

Donde:

- **Pila de producto (Product Backlog):** son los elementos que componen parte del proyecto y brindan informaciones muy generales e iniciales, tales como un fallo, un requerimiento, una referencia o una necesidad del cliente.
- **Reunión de planeación del Sprint (Sprint Planning Meeting):** es la reunión de planificación del sprint donde las partes involucradas del equipo

³ <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/frameworks-agile.html>

se reúnen para decidir qué requerimientos o tareas se asignará a cada uno. Cada miembro del equipo es responsable por asignar un esfuerzo necesario para llevar a cabo el requerimiento y con el resultado de la reunión se definirá la duración del sprint.

- **Pila del Sprint (Sprint Backlog):** Son los elementos que fueron identificados, evaluados y priorizados en el product backlog. Dichos elementos se han convertido en tareas y fueron aceptados en las reuniones del planeamiento del sprint que juntamente con sus respectivas historias del usuario son los requisitos formales del proyecto.
- **Ciclos cortos de trabajo (Sprint):** Es la característica principal que difiere el modelo de las demás metodologías ágiles. Es una simple interacción llevada a cabo por los miembros del equipo, siendo la unidad mínima de trabajo que se finaliza con la presentación de un entregable. Posee un tiempo mínimo de ejecución de una semana y máximo de cuatro semanas.
- **Reunión diaria Scrum (Daily Scrum):** Son reuniones realizadas por el equipo del proyecto. En estas reuniones cada miembro del equipo debería responder tres preguntas: ¿Qué hiciste ayer? ¿Qué tiene planeado para hacer hoy? ¿Qué obstáculos has encontrado en el camino? Su principal objetivo es presentar el avance de las tareas y que el equipo se apoye entre ellos. La reunión no tiene como objetivo solventar posibles dificultades, lo que se debe agendar una reunión a continuación para tratar del tema en cuestión.
- **Revisión del sprint (Sprint Review):** En esta reunión los miembros del equipo y los clientes se reúnen para presentar y comprobar el trabajo realizado en el sprint.
- **Retrospectiva del sprint (Sprint Retrospective):** Esta reunión se lleva a cabo para verificar lo que ocurrió durante el sprint. El responsable de la reunión es el product owner (dueños del producto) y los principales puntos tratados son: Qué se hizo mal, qué se hizo bien y qué inconvenientes se encontraron.

Scrum trabaja en la creación de entregables en incrementos del producto. Los equipos de Scrum idealmente deben ser de 6 a 10 miembros, sin embargo puede aumentarse de acuerdo a las necesidades del proyecto y utilizarse para gestionar programas y portafolios de proyectos (SCRUMstudy, 2017).

2.2.1.3.4 Gestión del conocimiento

CamBioTec (2016), lo define como “un proceso sistemático de generación, documentación, difusión, intercambio, uso y mejora de conocimientos individuales -saberes, habilidades, experiencias, actitudes y aptitudes- y, organizacionales -políticas, procedimientos directivos y procedimientos de operación-, especificaciones, títulos de propiedad intelectual, de invención, paquetes tecnológicos, directorio de clientes y contactos, catálogos, reportes, entre otros, valiosos por su aporte competitivo a la organización”.

El objetivo es identificar, organizar y almacenar el conocimiento individual de los trabajadores y grupos de una empresa y procesarlos para hacerlos disponibles a otros integrantes de ella.

En el entendido de que el conocimiento radica en las personas y por tanto es un activo volátil, requiere pasar por un proceso de conversión, que va desde la identificación, clasificación, recuperación, hasta su transformación, es decir, lograr un ciclo virtuoso de creación, captura, almacenamiento, clasificación, organización, recuperación y uso. Así, la gestión del conocimiento se ve como el conjunto de procesos y sistemas organizacionales que permiten el incremento del capital intelectual y, mediante su gestión permanente, generar ventajas competitivas a la empresa. El proceso se muestra en la figura 19.

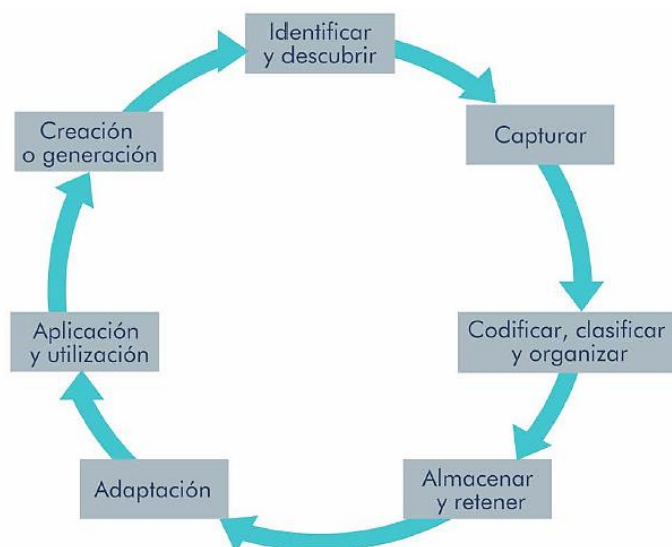


Figura 19. Proceso de gestión del conocimiento. Fuente: (CambioTec, 2016).

Para llevar a cabo el proceso, es recomendable realizar un mapeo del conocimiento sobre: 1) lo que sabe que sabe; 2) lo que sabe que no sabe; 3) lo que no sabe que sabe y, 4) lo que no sabe que sabe. Para ello puede utilizar herramientas tales como: auditorías de conocimiento, entrevistas y encuestas, observación, estudios de caso, análisis de información y bases de datos, directorio de expertos. Una vez identificado qué sabe, qué necesita y donde se encuentra el conocimiento, la organización debe buscar los medios para su captura, recuperación, clasificación, organización, almacenamiento, aplicación y finalmente, creación de conocimiento (CamBioTec, 2016).

2.2.1.4 Proteger

Es la salvaguarda y cuidado del patrimonio tecnológico de la organización generalmente mediante la obtención de títulos de propiedad intelectual (Terán et al., 2019). Es importante recalcar, que sin una estrategia de protección la empresa deja su patrimonio tecnológico a merced de la piratería (CamBioTec, 2016). El proceso se muestra en la figura 20

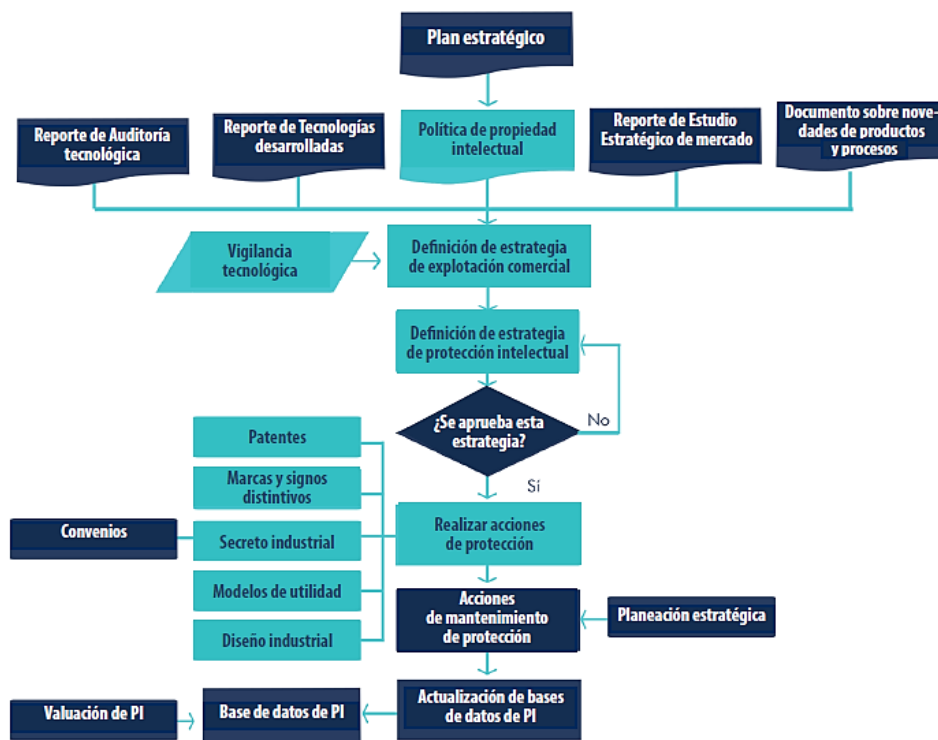


Figura 20. Proceso de la función proteger. Fuente: *CamBioTec*, 2016).

La organización debe evidenciar (CamBioTec, 2016; Ortiz-Cantú et al., 2013):

- Las políticas relacionadas con la protección de la propiedad intelectual de la organización.
- Los criterios y mecanismos de protección de la propiedad intelectual.
- El diseño de un plan que incluya como se documentará la propiedad intelectual, la creación de un acervo documental y la explotación de los recursos de dicha propiedad de la organización.
- La existencia y salvaguarda de los títulos y registros de su propiedad intelectual.
- Los convenios de confidencialidad establecidos con aliados estratégicos y proveedores.
- La estrategia de explotación comercial hacia un nivel visionario.

La propiedad intelectual a través de sus figuras legales genera instrumentos fundamentales para el quehacer de las empresas pues permiten apropiar el

conocimiento que generan y su explotación comercial en condiciones preferenciales. Las figuras que puede adoptar se muestran en la figura 21.

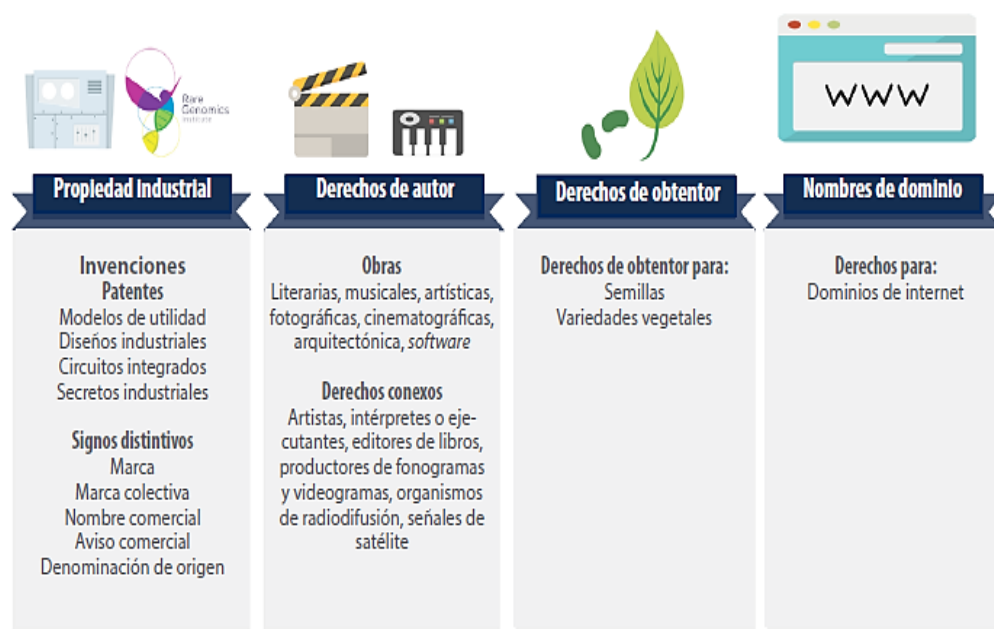


Figura 21. Figuras de la propiedad intelectual. Fuente: (CamBioTec, 2016).

La efectiva gestión de la propiedad intelectual es la maximización económica de los conocimientos propios (derivados del esfuerzo de I+D, o de la experiencia), de conocimientos ajenos (el uso legal de derechos de PI de otros) y de conocimientos del dominio público. El patrimonio generado por las innovaciones protegidas, debe ser administrado y explotado (CamBioTec, 2016).

2.2.1.5 Implantar

Es la realización de los proyectos de innovación hasta el lanzamiento final de un producto nuevo o mejorado en el mercado, o la adopción de un proceso nuevo o sustancialmente mejorado dentro de la organización. Incluye la explotación comercial de dichas innovaciones y las expresiones organizacionales que se desarrollan para ello (Terán et al., 2019).

En esta etapa es importante contar con una estrategia de negocios claramente definida para que las acciones de innovación organizacional estén debidamente

enfocadas y alineadas con la operación futura de la organización en un entorno dado y con su estrategia tecnológica. Esto significa que las innovaciones organizacionales seguramente se producirán como resultado de atender las oportunidades que se presentan en el mercado, pero contando para ello con capacidades y tecnologías que propicien innovaciones de producto o proceso (CamBioTec, 2016). De acuerdo con el Modelo de Gestión de Tecnología del Premio Nacional de Tecnología e Innovación de México, la función Implantar consta de cuatro procesos: innovación del producto, innovación del proceso, innovación de mercadotecnia e innovación organizacional, tal como se muestra en la figura 22.

Se debe proporcionar evidencia de (Ortiz-Cantú et al., 2013):

- Los proyectos tecnológicos incluidos en la cartera.
- Los beneficios derivados de los proyectos.
- Los resultados con objeto de decidir la protección de su propiedad intelectual.
- La cobertura e impacto de las innovaciones tecnológicas desarrolladas y,
- Las modalidades organizacionales para el uso y/o explotación comercial de las innovaciones.



Figura 22. Etapas de la función implantar. Fuente: (CamBioTec, 2016).

En la tabla 4 se mencionan las herramientas que pueden aplicarse a este proceso.

Tabla 4. Herramientas para la implementación tecnológica.

Herramientas	Ejemplos
• Innovación de proceso • Innovación de producto • Innovación en mercadotecnia • Innovación organizacional • Auditorías tecnológicas • Uso de indicadores y métricas para medir y evaluar el desempeño de la innovación en la organización.	Productos, procesos, estructuras organizacionales, modelos de negocio y métodos de comercialización que representen una innovación, conocimiento de proveedores tecnológicos, capacidades para desarrollo de pruebas, capacidades para elaboración de prototipos. Los indicadores para auditoría podrían referirse a <i>Procesos fundamentales de innovación</i>: generación de concepto de nuevo producto, desarrollo de nuevo producto, innovación de proceso, adquisición de tecnología; ii) <i>Procesos facilitadores o de habilitación</i>: conocimiento del mercado, liderazgo, obtención de recursos, uso de sistemas y herramientas; iii) <i>Resultados</i>: competitividad. Podría ser también: tiempo de respuesta, nuevo producto o servicio, características del servicio, reducción de costos, Transferencia Tecnológica, satisfacción del cliente, calidad, mejora continua, patentes y publicaciones, ingresos por propiedad intelectual y éxito del negocio. Asimismo, utilidad de operación, participación en el mercado y posición competitiva.

Fuente: (Bellido, 2012; CamBioTec, 2016; Terán et al., 2019)

2.3 Evaluación de la madurez de la tecnología

Se han realizado una gran cantidad de investigaciones para desarrollar herramientas y métodos que pueden proporcionar información sobre la madurez de la tecnología y realizar un seguimiento a través de la progresión del ciclo de vida del desarrollo de la misma con el fin de proporcionar una gestión continua del riesgo y un mejor soporte de decisiones (Azizian et al., 2009).

La madurez se define como la caracterización del desarrollo físico que se cuantifica por la disponibilidad. También como el estado o calidad de estar completo. Demostrar un alto nivel de madurez de las tecnologías, antes de incorporarlas a los programas de desarrollo de productos los coloca en una mejor posición para tener éxito (McConkie et al., 2013).

2.3.1 Nivel de Madurez de la Tecnología (Technology Readiness Level – TRL)

La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), en la década de los 80, instituyó una métrica para evaluar el nivel de madurez de la tecnología

(TRL), inicialmente de siete niveles, -actualmente con nueve-, y desde entonces se ha utilizado como una herramienta sistemática para evaluar la madurez de una tecnología particular y para permitir una comparación consistente entre diferentes tipos de tecnologías (tabla 5). Los niveles se extienden desde los principios básicos de la nueva tecnología hasta llegar a sus pruebas con éxito en un entorno real. La evaluación se realiza a través de una lista de requisitos que califican la tecnología para el siguiente nivel, el nivel asignado a la tecnología es el nivel más alto que cumple con los requisitos. Esta metodología es ampliamente aceptada y aplicada, y se extiende a las ramas más diversas de las economías desarrolladas (Lemos & Chagas, 2016).

Tabla 5. Niveles TRL.

Nivel	Descripción	Tipo de investigación
1	Principios básicos observados y reportados.	Investigación
2	Concepto y/o aplicación tecnológica formulada	
3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica	
4	Validación de componente y/o disposición de estos en entorno de laboratorio.	
5	Validación de componente y/o disposición de estos en un entorno relevante.	Desarrollo tecnológico
6	Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante	
7	Demostración de sistema o prototipo en un entorno real	Innovación
8	Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones	
9	Sistema probado con éxito en entorno real	

Fuente: (ECD, 2014).

Si bien muchas de las métricas de nivel de madurez se han centrado en el hardware, la NASA y el Departamento de Defensa (DoD) también han desarrollado un conjunto similar de métricas para la aplicación al desarrollo de software y han propuesto por separado un Nivel de disponibilidad de software (Tan et al., 2011). Asimismo Straub 2015, propuso el nivel 10 TRL enfocado a

considerar la integración del hardware y software, se enfoca en el uso de la tecnología de manera recurrente como parte de un sistema probado, validado y certificado de uso con niveles característicos y aceptables de solución de problemas y reparación no planificados requeridos. Respecto al software, que éste fuese usado de forma recurrente por su cuenta o como parte de un sistema certificado de uso de hardware y hardware, probado, validado y certificado con niveles caracterizados y aceptables de solución de problemas y reparaciones no planificadas requeridas. Pero, esta propuesta aún no ha sido adoptada por el TRL. Desde el punto de vista de pruebas y validación la clasificación por niveles sería la que se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Niveles TRL respecto a pruebas y validación.

Nivel	Descripción	Entorno	Producto
1	Idea básica.	Laboratorio	Refinamiento del pre concepto
2	Concepto o tecnología formulados.		
3	Prueba de concepto.		
4	Validación a nivel de componentes en laboratorio.	Simulación	Refinamiento del concepto
5	Validación a nivel de componentes en un entorno relevante.		Desarrollo tecnológico
6	Validación de sistema o subsistema en un entorno relevante.		
7	Validación de sistema en un entorno real.	Entorno real	Desarrollo del sistema y Demostración
8	Validación y certificación completa en un entorno real.		Producción y despliegue
9	Pruebas con éxito en entorno real.		

Fuente: (ECD, 2014; Olechowski et al., 2015)

En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con respecto a la evaluación de proyectos de innovación y basado en el TRL considera las características mostradas en la tabla 7 para cada nivel.

Tabla 7. Escala utilizada por CONACYT (Métrica TRL y conceptos del Modelo Nacional de Gestión de Tecnología).

	Nivel TRL	Etapas	Elementos clave
Desarrollo de la invención	1	Investigación básica	Principios básicos observados y reportados. Artículos científicos publicados sobre los principios de la nueva tecnología
	2	Investigación de laboratorio. Concepto tecnológico y/o aplicación tecnológica formulada. Investigación aplicada.	Publicaciones o referencias que subrayan las aplicaciones de la nueva tecnología. Inicio de la invención
Validación de concepto	3	Investigación de laboratorio	Prueba experimental de concepto Primera evaluación de la factibilidad de un concepto y su tecnología.
	4	Desarrollo Tecnológico. Validación tecnológica a nivel laboratorio	Validación de un prototipo inicial con componentes integrados en laboratorio con baja confiabilidad de comportamiento.
Desarrollo de prototipo	5	Desarrollo Tecnológico. Tecnología validada en laboratorio, pero en condiciones de un entorno relevante (condiciones que simulan condiciones existentes en un entorno real).	La integración de los componentes empieza a ser de alta confiabilidad. Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico. Proceso de planeación del negocio.
Producción piloto y demostración	6	Demostración tecnológica. Tecnología demostrada en un ambiente relevante (Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico).	Preproducción de un producto, incluyendo pruebas en un ambiente real.
	7	Desarrollo de Producto.	Demostración de prototipo a nivel sistema en un ambiente operativo real (sistema real). Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real.
Introducción inicial al mercado	8	Desarrollo de Producto. Sistema completo y evaluado. Manufacturabilidad probada y validada para ambiente real.	Sistema completo y certificado. Producto o servicio comercializable. Resultados de las pruebas del sistema en su configuración final.
Expansión de mercado	9	Producto terminado. Pruebas con éxito en entorno real. Despliegue. Tecnología disponible en el mercado.	Aplicación comercial

Fuente: (CONACYT, 2015).

2.3.2 Técnicas de evaluación de madurez cualitativas basadas en TRL

Estas técnicas aprovechan la naturaleza cualitativa inherente al TRL para desarrollar otras escalas basadas en definiciones específicas de varias disciplinas, otras aprovechan el concepto de TRL para proporcionar lugares alternativos para evaluar otras facetas del desarrollo del producto. Aunque son rápidas e iterativas, las métricas cualitativas dependen en gran medida del conocimiento tácito, y por lo tanto son subjetivas. Si bien la idea de las métricas basadas en definiciones es permitir la flexibilidad y la facilidad de uso, las descripciones se pueden interpretar ampliamente, lo que lleva a una evaluación inexacta. Una de las principales deficiencias de las métricas cualitativas es que cada una por sí sola no es suficiente para proporcionar una comprensión holística de los desafíos que rodean a los sistemas complejos. Cada uno puede ser adecuadamente aplicable a tecnologías independientes, pero los sistemas complejos que comprenden múltiples tecnologías que interactúan entre sí son difíciles de evaluar con métodos como el TRL. (Azizian et al., 2009). Se describen brevemente en la tabla 8.

Tabla 8. Técnicas de evaluación de madurez cualitativas.

Técnica	Descripción
Nivel de Madurez Tecnológica – Technology Readiness Assessment (TRA)	La Evaluación de Madurez Tecnológica (TRA) se trata de un proceso formal, sistemático, basado en métricas y un informe adjunto, que evalúa la madurez de los llamados Elementos Críticos de la Tecnología (CTE). Lo lleva a cabo a través de dos pasos: 1) Identificar los CTE candidatos: basado en algo similar a la ingeniería de sistemas de jerarquía funcional con el fin de definir los componentes clave del sistema desde el punto de vista funcional o físico. 2) Realizar una segunda revisión para refinar y/o corregir la identificación inicial: se evalúan dos series de cinco criterios cada una, con el fin de determinar dos cualidades del componente o tecnología. Estos es, si es crítico o novedoso (Sung et al., 2017).
Nivel de Madurez de manufactura-Manufacturing Readiness Level (MRL)	Utiliza 10 niveles. Gestiona el riesgo asociado, con las capacidades tecnológicas y de fabricación inmadura. El objetivo es proporcionar una hoja de ruta para garantizar que se desarrollen capacidades de fabricación maduras (Luke, 2017).
Nivel de Madurez de Integración- Integration Readiness Level (IRL)	Cuenta con 9 niveles. Ayuda a entender la madurez de integración de un sistema dentro de otro, para ayudar a reducir los riesgos de integración en sistemas complejos. Se utiliza para evaluar la integración de dos tecnologías que fueron evaluadas por un proceso TRL (Eder et al., 2017).
Nivel de Madurez de Transferencia – Technology Readiness Transfer Level (TRRL)	Es una escala de 9 niveles que describe el progreso de la transferencia de tecnología a una nueva aplicación. Modifica las definiciones de TRL para abordar la transferencia de la tecnología espacial, a la no espacial (Azizian et al., 2009).

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores citados.

2.3.3 Otras técnicas de evaluación de madurez cuantitativas basadas en TRL

El impulso a los sistemas de campo en menos tiempo, menos costos y sin poner en peligro la confiabilidad del sistema y los objetivos de la misión, ha enfatizado la necesidad de métodos y herramientas más sofisticados para evaluar la madurez de tecnologías y sistemas complejos. Se han hecho intentos para desarrollar técnicas cuantitativas para proporcionar con precisión la información sobre la madurez de la tecnología, que en esencia es un riesgo programático. El resultado de las técnicas cuantitativas se deriva de operaciones matemáticas entre dos o más métricas del sistema y, por lo tanto, el valor del resultado no siempre es indicativo de la tecnología o la madurez del sistema, sino también del riesgo involucrado en el desarrollo del producto (Azizian et al., 2009). Estos se describen en la Tabla 9.

Tabla 9. Técnicas de evaluación de madurez cuantitativas.

Técnica	Descripción
Nivel de Madurez del Sistema – System Readiness Level (SRL)	La SRL es una matriz normalizada de comparaciones por pares de TRL e IRL de un sistema. Es un método cuantitativo que proporciona información sobre la madurez del sistema como un producto de $IRL \times TRL$ (Sauser et al., 2006, 2008).
SRL Max	El SRL Max es un modelo matemático cuantitativo que apunta a maximizar el SRL bajo los recursos de restricción. El objetivo del SRLmax es el logro de la SRL más alta posible en función de la disponibilidad de recursos, como el costo y el cronograma (Magnaye et al., 2010).
Madurez de Tecnología y Evaluación del Riesgo (TRRA)	TRRA es un modelo de riesgo cuantitativo que incorpora TRL, el grado de dificultad (RD3) para mover una tecnología de una TRL a otra, y Technology Need Value (TNV). La TRRA amplía el concepto de la matriz de riesgo al integrar la "probabilidad de falla" en el eje y y la "consecuencia de la falla" en el eje x (Azizian et al., 2009).
Metodología de Análisis de Tecnología Integrada	ITAM es un modelo matemático cuantitativo que integra varias métricas del sistema para calcular la madurez acumulativa de un sistema basado en la disponibilidad de sus tecnologías constitutivas. Las métricas del sistema incluyen TRL, delta TRL, Grado de dificultad de I+D y Valor de necesidad de tecnología (TND) (Azizian et al., 2009).

Técnica	Descripción
Niveles de Madurez Tecnológica para el futuro - Technology Future Readiness Levels (TFRL)	Se proponen niveles de madurez futuros (FRL) y, un índice de preparación futura (FRI). En el proceso, se determina la importancia de una FRL y se cuantifica el estado de su implementación. Posteriormente se calcula un factor de preparación futura (preparación porcentual). Luego se proporciona un FRI, basado en la contribución de estos factores individuales de preparación futura para todo el espacio de pensamiento futuro y la capacidad de pensamiento futuro. Los TFRL se basan en los enfoques de administración de la tecnología que se requieren para tecnologías emergentes, disruptivas, de comodín o de señal débil en un entorno específico como la Industria 4.0 (Botha, 2018).

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores citados.

2.3.4 Técnicas de evaluación de madurez automatizada basadas en TRL

Las técnicas automatizadas evalúan la madurez de la tecnología y los sistemas utilizando una herramienta dirigida por tecnólogos y adquirentes. El usuario alimenta la información de la herramienta que se utiliza para generar un resultado indicativo de la madurez del producto. Estas técnicas pueden realizar análisis cuantitativos en segundo plano, pero el usuario no necesita realizar ningún cálculo. Se describen brevemente en la Tabla 10.

Tabla 10. Técnicas de evaluación de madurez automatizada.

Técnica	Descripción
Calculadora TRL	Herramienta basada en Microsoft Excel que permite la aplicación de las definiciones de TRL al desarrollo de tecnología. La calculadora calcula un nivel TRL basado en las respuestas a una serie de preguntas por parte del usuario y muestra la salida gráficamente.
Calculadora MRL	Herramienta basada en Microsoft Excel que permite la aplicación de las definiciones de MRL al desarrollo de tecnología. Calcula el nivel de LMR en función de las respuestas a una serie de preguntas en varios hilos relacionados con la preparación para la fabricación.
Modelo de gestión de programas tecnológicos (TPMM)	TPMM es un modelo de actividad de desarrollo de tecnología, dividido en fases que se califican por puerta utilizando las TRL. El modelo define cada TRL como una etapa y establece los criterios de salida (puerta) para cada etapa de TRL. Cada etapa de TRL tiene una lista de verificación asociada de actividades que deben lograrse antes de pasar a la siguiente etapa. El TPMM está compuesto por siete fases de desarrollo tecnológico.
Nivel de Madurez del Sistema MoD del Reino Unido	Captura resultados clave de los nueve niveles de desarrollo de productos descritos por el modelo V de ingeniería de sistemas en una herramienta basada en Excel. Estas salidas están confinadas y rastreadas en una matriz. Cada salida se evalúa en una escala SRL de 9 niveles.

Fuente: (Azizian et al., 2009).

En la figura 23 se muestra la relación entre el ciclo de vida de la tecnología y los métodos utilizados para valorarla, con respecto a los niveles de preparación tecnológica.

Probert et al. (2013), indican que muchas empresas se abstienen de utilizar métodos de evaluación formales hasta que la tecnología se vuelve más madura (y por lo tanto más segura) y confían en el criterio de los expertos o en la “intuición”.

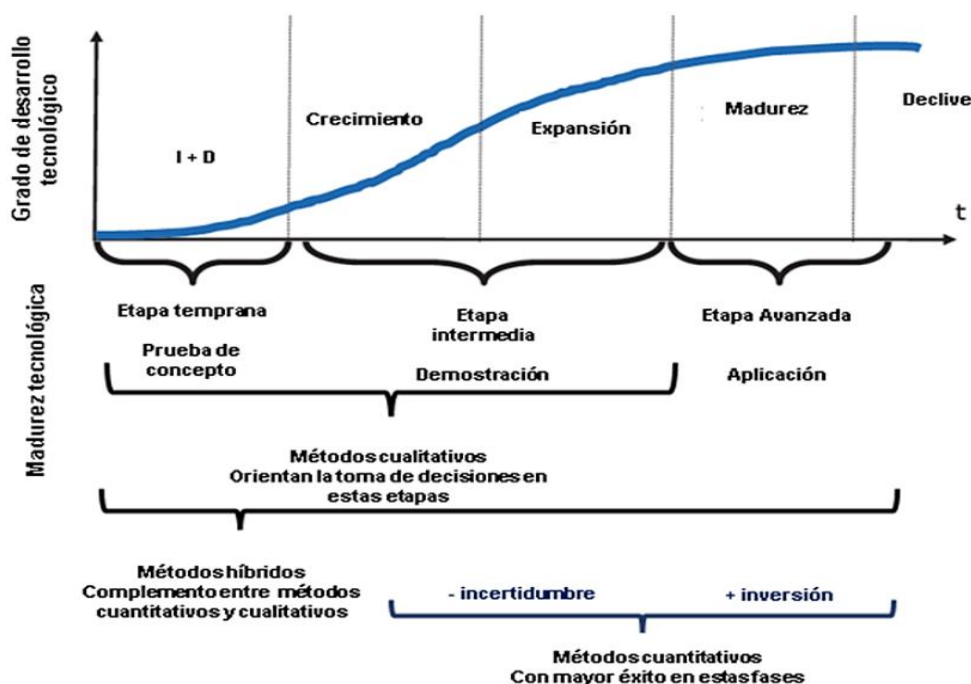


Figura 23. Relación entre el ciclo de vida de la tecnología y los métodos utilizados para valorarla, con respecto a los niveles de preparación tecnológica. Fuente: (Jiménez Hernández et al., 2018).

2.4 Valuación de tecnología

La valuación tecnológica o valoración económica de las tecnologías, es un tema en expansión que se asocia a la estimación del valor de un activo tecnológico, generalmente en el marco de actividades de TT (Jiménez Hernández et al., 2018), y de la gestión de la tecnología (Jiménez-Navia et al., 2020; Jiménez, 2015; Sánchez, 2017). Permite la definición de un precio, facilita la determinación de una forma de cobro, así como el diseño de los términos de transferencia más adecuados a ofrecer a potenciales interesados (Medellín Cabrera & Arellano

Arellano, 2019). La valuación tecnológica se orienta a la determinación del valor intrínseco de un activo tecnológico a diferencia de sólo la fijación de un precio. Adicionalmente, busca determinar el máximo beneficio económico mediante el uso de información de manera eficaz y con una serie de métodos razonables (Jiménez & Castellanos, 2013).

Resulta necesaria tanto en el sector público como privado; en el primero para implementar esquemas, políticas o programas relacionados con I+D para efecto de préstamos o transferencias de tecnología. En el sector privado, para apoyar la toma de decisiones relativas a inversiones, concesión de licencias y alianzas estratégicas (Cárdenas et al., 2016). La premisa de la valuación es que se pueden hacer estimaciones razonables de valor para la mayoría de los activos, ya que los principios básicos siguen siendo los mismos (Mazzariol & Thomas, 2016).

El concepto de valuación tecnológica ha evolucionado desde el enfoque puramente contable, hasta incluir aspectos intangibles como el conocimiento y las capacidades organizacionales e involucrar aspectos sociales en la medición del impacto de la tecnología en contextos determinados (Pärs & Sander, 2015; Samper, 2017).

2.4.1 Métodos de valuación

De acuerdo con Jiménez & Castellanos (2013), se pueden identificar tres categorías de acuerdo a las técnicas que se reportan en la literatura para valorar tecnología (figura 24). La primera agrupa los métodos tradicionales, que se enfocan en la tecnología dura y la determinación de su valor económico. En la segunda categoría se encuentran los activos intangibles, y finalmente en la tercera categoría, se hace referencia a aquellos métodos que hacen referencia a la medición del impacto social de la tecnología (Jiménez & Castellanos, 2013).

La valuación puede hacerse a través de los enfoques cualitativos y cuantitativos (Lagrost et al., 2010; Soranzo et al., 2017).



Figura 24. Categorías de valoración tecnológica. Fuente: (Jiménez & Castellanos, 2013).

2.4.1.1 Métodos basados en el enfoque cuantitativo

Tres métodos clásicos de valoración cuantitativa se utilizan predominantemente: el método basado en el costo, el basado en el mercado y, el basado en el ingreso (Wirtz, 2012).

Métodos basados en costo.

Se basa en el principio de que existe un vínculo entre los costos incurridos durante el desarrollo de un activo y el valor final del mismo. Esto implica una correlación directa entre costos y valor. El enfoque del costo mide los beneficios futuros de la tecnología al cuantificar la cantidad financiera de dinero que se requeriría para reemplazar (o desarrollar) la capacidad de servicio futuro de la tecnología en cuestión. Los diferentes métodos basados en los costos, que se pueden aplicar a activos de valor de Propiedad Intelectual, se derivan del principio del costo de reemplazo, en el que un inversor no pagará más por una inversión que el costo para obtener una inversión similar en utilidad (Lagrost et al., 2010).

Métodos basados en el mercado

En el caso del enfoque basado en el mercado, el valor de los activos se evalúa en función de las transacciones con los activos similares. Este método solo se puede usar si hay suficiente cantidad de transacciones con el activo similar en el pasado reciente entre partes no relacionadas y la información de precios de estos

intercambios está disponible para el público. Sin embargo, generalmente estas condiciones no se cumplen (Pärs & Sander, 2015).

Métodos basados en los ingresos

El método basado en los ingresos intenta calcular el valor presente del flujo de ingresos futuros proyectados que surgen del objeto del activo durante su vida económica esperada (Lagrost et al., 2010). En cuanto a ventajas y desventajas, Wirtz, (2012), considera que el enfoque del costo es relativamente fácil de procesar pero tiene una debilidad conceptual, que no evalúa los beneficios de los activos, sino su costo. El enfoque de mercado tiene el problema de que las transacciones comparables son difíciles de encontrar y los precios concretamente pagados difícilmente pueden verse como precios de equilibrio real. El enfoque de ingresos parece ser el enfoque más apropiado para muchas situaciones de evaluación.

Entre los tres enfoques clásicos: costo, mercado e ingreso, los conceptos y las teorías son claramente diferentes. Los métodos basados en los costos obviamente están orientados hacia los aspectos históricos del activo, mientras que los métodos basados en el ingreso analizan los beneficios futuros. Finalmente, los métodos basados en el mercado pueden vincularse al presente, ya que están tratando de establecer comparaciones con activos y transacciones de activos similares que ocurren en el mercado (Lagrost et al., 2010). En la tabla 11 se identifican los principales métodos opcionales y aplicables a cada uno de los métodos de valuación cuantitativa.

Tabla 11. Métodos cuantitativos y opciones aplicables a cada uno de ellos.

Métodos de enfoque cuantitativo	Opciones
Costos	• Costo histórico de creación • Costo de reposición o remplazo • Costo de reproducción • Costo de oportunidad • Costo de cambiar de una tecnología a otra • Método de analogía
Mercado	• Comparación de transacciones de ventas
Ingresos o flujo de caja	• Prima de precio • Prima de volumen • Separación de ingresos • Flujo de efectivo descontado • Flujos de caja incrementales • Ahorro de regalías • Método Tech Factor • Valoración de la ventaja competitiva • Desagregación la regla del 25% • Excess Profit
Otros	• AHP (Proceso Analítico Jerárquico) • Método de los escenarios • Árbol de decisiones (DTA) • Método Kellogs&Charnes • Método IPScore • Opciones reales • Método de Black-Scholes • Simulación de Montecarlo • Método binomial • Medidas indirectas (proxies) • Bases de datos de acuerdos de licencias

Fuente: elaboración propia a partir de (Aznar et al., 2017; Conesa, 2017; Ishii, 2016; Lagrost et al., 2010; Medellín Cabrera & Arellano Arellano, 2019; Samuel et al., 2018; Soranzo et al., 2017; Vega-González et al., 2010; Vélez Pareja, 2016).

En la Tabla 12 se muestra un resumen de los métodos con enfoque cuantitativo, con el fin de puntualizar su enfoque de uso, qué información requieren como entrada para ser utilizados, así como los aspectos que no cubre su alcance.

Tabla 12. Características de los métodos con enfoque cuantitativo.

Métodos con enfoque cuantitativo			
	Basado en costo	Basado en el mercado	Basado en el ingreso
Adecuado para	- Planificación contable tributaria y - Litigios - Informes externos - Licencias	Para la mayoría de los propósitos, excluyendo contabilidad y el informe externo	- Valuación de la empresa para adquisición o fusión - Venta y licencia de Propiedad Intelectual - Fines gerenciales
Requiere considerar	- Costos de reproducción - Costos de reemplazo - Depreciación física - Obsolescencia funcional	- Oferta y demanda del mercado activo - Transacciones similares y comparables - Un multiplicador para transferir los precios importantes	- El flujo de efectivo futuro - Duración del flujo de efectivo (vida útil del activo). - Tasa de descuento apropiada, que toma en cuenta el riesgo involucrado con el flujo de efectivo
Aspectos no incluidos en su alcance	- Puede ser difícil estimar los costos indirectos - Es complicado si los gastos no aparecen por separado en los estados financieros - No se relaciona con ningún valor de mercado - No evalúa los beneficios futuros que surgen del activo (no confirma que adquirirá valor).	- No se puede aplicar en casos de activos únicos - Hay información limitada sobre transacciones y secretos comerciales - Es un reto encontrar activos de PI similares - Para garantizar que las transacciones del mercado sean comparables, se necesita información suficiente sobre los precios, el alcance y los términos y condiciones relacionados con el intercambio o la venta del activo de PI.	- Puede ser difícil proyectar un flujo de efectivo futuro razonable - Es difícil predecir la probabilidad de éxito o evaluar el riesgo, ya que no existe un valor estándar para estas tecnologías - No es fácil garantizar la objetividad de los resultados de la valuación.

Fuente: elaboración propia a partir de (Drivas & Panagopoulos, 2016; Grimaldi et al., 2017; Hernández-García et al., 2018; Ishii, 2016; J. Kim et al., 2015; Kopczewska & Kopyt, 2014; Lagrost et al., 2010; Lawryshyn et al., 2017; Pärs & Sander, 2015; Saaranto, 2016; Wirtz, 2012).

2.4.1.2 Métodos basados en el enfoque cualitativo

Los métodos cualitativos se usan con mayor frecuencia para el manejo de la estrategia. A través de una evaluación de valor y calidad de activos, estos métodos se pueden usar para ayudar en el proceso de toma de decisiones, ya sea por problemas internos o externos, a optimizar la gestión de la cartera de activos, identificar oportunidades y/o riesgos, evaluar la rentabilidad de una cartera de

activos, realizar una evaluación competitiva para ayudar a comprender la posición de la cartera de activos acorde con el panorama competitivo (Lagrost et al., 2010).

En la Tabla 13 se muestran algunos ejemplos de ellos.

Tabla 13. Ejemplos de métodos cualitativos.

Método	Uso	Criterios de puntuación	Proceso
IP SCORE (Oficina danesa de Marcas registradas)	Proporciona un marco útil para evaluar y gestionar estratégicamente patentes.	Legal, tecnología, mercado, finanzas, estrategia. Aproximadamente 40 indicadores de valor forman una imagen completa de la patente, incluidos sus riesgos y oportunidades relativas, y luego es utilizada por la administración para tomar decisiones estratégicas.	Cada criterio de puntuación tiene de cinco a diez preguntas de índice asociadas. Cada pregunta se relaciona con un indicador de valor diferente y califica las fortalezas y debilidades de las patentes.
PRISM (Empresa QED Intellectual Property Ltd)	Evalúa las carteras de PI de las empresas con el objetivo de maximizar su valor comercial.	Cobertura de PI, capacidad de defensa, rentabilidad, crecimiento de los ingresos, atributos de PI, adopción de la industria, posición competitiva o capacidades de la empresa	A través de un cuestionario de opción múltiple, este método, aplicado principalmente a las patentes, clasifica los activos de PI contenidos en una cartera al revisar los objetivos del negocio, al analizar el entorno competitivo y al realizar una auditoría de Propiedad intelectual.
IPQ (Empresa Ocean Tomo)	Este cociente se utiliza para calificar y calificar una cartera de patentes o patentes a través de una metodología estadística.	Se basa en aproximadamente 50 variables que usan métricas que guardan correlación significativa con el valor de una patente como: número de referencias a patentes anteriores generadas durante el proceso de búsqueda, número de citas, número y calidad de reivindicaciones, el tamaño de la familia de patentes, así como el resultado de las oposiciones a la solicitud de patente también pueden ser una indicación de valor	Con este método, es posible evaluar el potencial de una patente. De hecho, un alto puntaje IPQ debería indicar que la patente que se evalúa debería ser estadísticamente más probable que genere beneficios económicos. Además, este puntaje IPQ permite comparaciones, por ejemplo, entre una cartera

Fuente: (Lagrost et al., 2010).

A menudo se considera que estos métodos son fáciles de entender porque se basan en nociones lógicas y comúnmente entendidas que son fácilmente captadas por una gran audiencia. Esto constituye una ventaja real en comparación con los métodos cuantitativos, porque se pueden incluir instrumentos como los mapas de ruta (Probert et al., 2013).

Finalmente, es importante mencionar que la evaluación tecnológica y la valoración económica de la tecnología o valuación se complementan (figura 25), ya que la evaluación tecnológica incluye a la valoración económica de tecnologías o valuación como una de sus etapas, en el marco de procesos de selección, transferencia o comercialización de tecnologías, y también para procesos internos de inventario tecnológico y determinación de las capacidades tecnológicas de la organización (Jiménez, 2015).

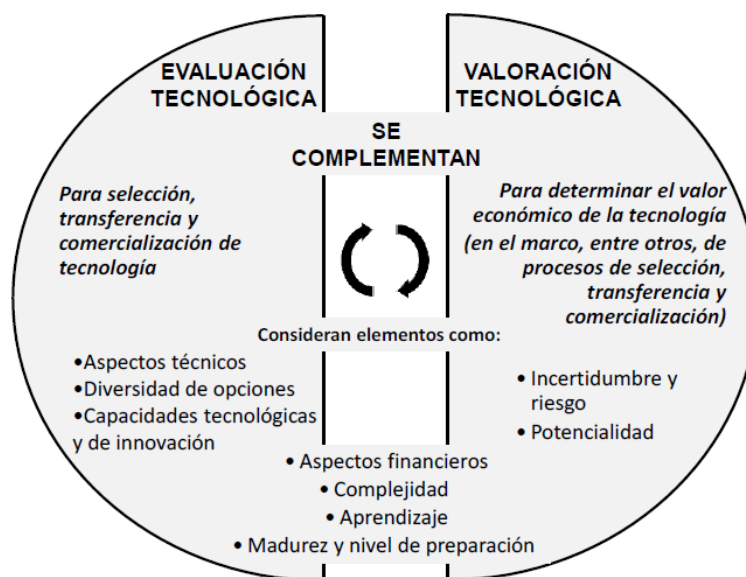


Figura 25. Relación entre evaluación tecnológica y valoración económica. Fuente: (Jiménez, 2015).

2.5 Gestión de la investigación

La gestión de la investigación en las universidades se reconoce como el proceso sistemático que permite capitalizar el conocimiento de los distintos actores de la universidad para utilizarlo en el desarrollo de ventajas competitivas que favorezcan el logro de los objetivos misionales de la institución. Esto lo logra a través de la determinación de las prioridades de la organización en materia de necesidades científicas y tecnológicas, proporcionando los lineamientos necesarios para desarrollar los proyectos de investigación, planteando los medios adecuados para ampliar el mercado del conocimiento con el propósito de generar mayores recursos y afianzar alianzas entre el Estado-Empresa-Universidad-Sociedad, que contribuyan al desarrollo de la comunidad

científica, empresarial y social (L. E. Becerra et al., 2015). Tiene el objetivo de fortalecer y articular las actividades de investigación, desarrollo e innovación en diferentes contextos, así como fomentar la cooperación entre investigadores, grupos de investigación y redes institucionales (Ramos et al., 2018).

También se reconoce como la actividad cotidiana en la que se debe tener en cuenta el entorno institucional complejo y el constante cambio del trabajo científico para hacer posible la investigación.

La necesidad de gestionar la investigación surge de al menos tres temas interconectados:

- a) Un número creciente de organizaciones de investigación compiten por los escasos recursos proporcionados por los gobiernos o por el sector privado;
- b) la complejidad de muchos problemas científicos requiere colaboraciones interdisciplinarias o transdisciplinarias dentro o entre institutos de investigación y, a menudo, organizaciones no científicas y,
- c) muchos campos dependen de infraestructuras, instalaciones e instrumentación costosas, como aceleradores de partículas, secuenciadores de genomas, aviones, supercomputadoras o incluso satélites que requieren el apoyo del gobierno, así como la colaboración entre organizaciones.

2.5.1 Enfoques de la gestión de la investigación

La gestión de la investigación puede ser vista a través de cuatro enfoques:

- Uno encaminado a la gestión de los sistemas nacionales de Investigación y Desarrollo.
- Un nivel de organizaciones de financiamiento.
- La administración de organizaciones de investigación, por ejemplo: universidades, centros de investigación, entre otros.
- La gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación en los que se toman decisiones con referencia al entorno social de la investigación, así como a la dinámica cognitiva de un campo

científico. En este nivel se da forma a las condiciones de trabajo, la estructura de oportunidades y las limitaciones (Schuetzenmeister, 2010).

2.5.2 Tareas genéricas de la gestión de la investigación

Nguyen & Meek (2016), identifican 10 parámetros genéricos para organizar y estructurar la gestión de la investigación en las universidades con el fin de desarrollar la capacidad de investigación y mejorar sus resultados, pero también con la esperanza de garantizar que todos los elementos organizacionales apunten en esa dirección. Afirman, que cinco son más visibles que los otros. Se mencionan a continuación en la tabla 14.

Tabla 14. Tareas genéricas para organizar y estructurar la Gestión de la Investigación en las universidades.

	Tareas
Más visibles	Crear puestos de investigación.
	Crear puestos de gestión de la investigación.
	Decidir las unidades organizativas principales para la entrega de la investigación.
	Crear una oficina de investigación.
	Crear comités de supervisión de la investigación.
Menos visibles	Desarrollar reglas para la integridad de la investigación.
	Desarrollar reglas y procedimientos para administrar el ciclo de vida de un proyecto de investigación.
	Desarrollar un mecanismo para evaluar la calidad de los resultados de la investigación.
	Preparar a los investigadores y directores de investigación para las habilidades y conocimientos necesarios.
	Decidir la descentralización vertical y horizontal.

Fuente: (H. T. L. Nguyen & Meek, 2016).

Estas tareas que se consideran menos visibles se refieren a la denominada “formalización del comportamiento” que es el parámetro de diseño mediante el cual se estandarizan los procesos de trabajo de la organización orientada a la investigación (Nguyen & Meek, 2015).

2.6 Transferencia de tecnología

Según Bozeman (2000), la Transferencia de Tecnología (TT) es la movilización de *Know-how*, conocimientos técnicos o tecnología desde una unidad u organización a otra, con el objetivo de que esta última genere algún tipo de valor agregado y eventualmente produzca variantes en su producto o proceso. La TT es un proceso de transformación de la tecnología en un producto rentable, esencialmente su comercialización (Hilkevics & Hilkevics, 2017). Aunque se tratan como conceptos separados, la transferencia y la comercialización tecnológica se centran en capturar un beneficio compartido, derivado de los activos intelectuales que entran en juego en este proceso (Alcántar et al., 2017).

La TT es un proceso complejo que requiere de un esfuerzo intelectual, financiero y organizativo realizado por muchos actores (academia, gobierno, empresas) que trabajan en equipo, pero que sin un conocimiento profundo del tema y bien sistematizado, puede ser o considerarse ineficiente (Hilkevics & Hilkevics, 2017; Toca et al., 2018), esto implica que requiere de profesionalización. El proceso de la TT de acuerdo a (Pérez-Hernández & Calderón-Martínez, 2014), se muestra en la figura 26.

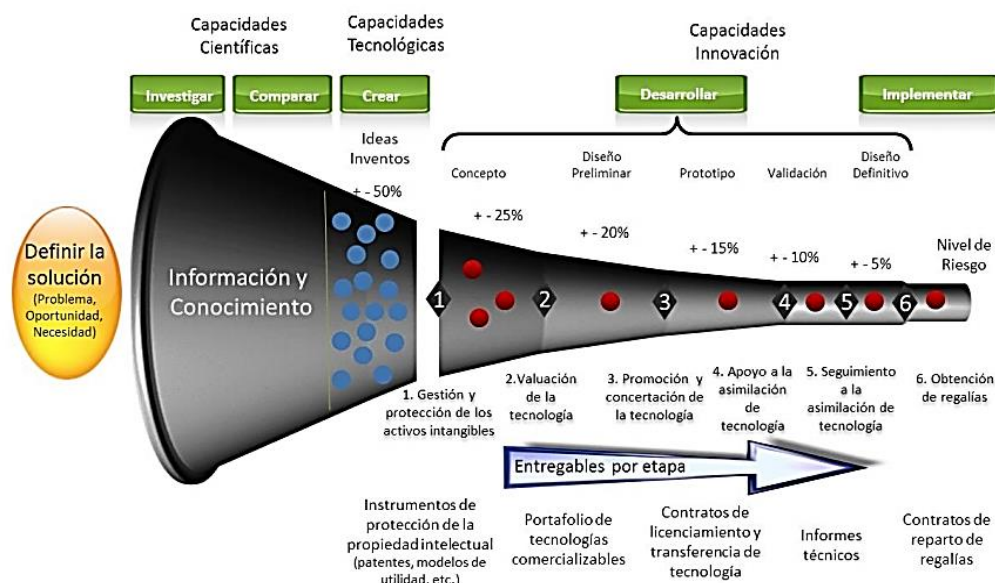


Figura 26. Proceso de Transferencia Tecnológica. Fuente: (Pérez-Hernández & Calderón-Martínez, 2014).

Transferir una tecnología a un nuevo entorno significa que esta tecnología debe ser comprensible y mantenible durante mucho tiempo. Para aplicaciones industriales, esto implica capacitación, consultoría y actualización continua de tecnología y, por lo tanto, requiere una colaboración bien planificada entre los participantes.

La transferencia de tecnología se puede estructurar en tres fases: pre-transferencia, transferencia y post-transferencia. El objetivo en la pre-transferencia es la “búsqueda e identificación mutua”. El cedente y el cesionario estudiarán y analizarán las metas organizacionales, los objetivos y el plan estratégico de cada uno para llegar a una asociación beneficiosa común. El objetivo de la etapa de transferencia es la planificación, transferencia e implementación. En esta etapa, tanto el cedente como el cesionario estudiarán y actuarán en: 1) nivel de preparación; 2) análisis de barreras; 3) establecimiento de canales de comunicación; 4) construcción de confianza, 5) modo de transferencia de tecnología; 6) acuerdo de transferencia de tecnología, 7) identificación de actividades críticas; 8) plan de implementación y gestión del proyecto; 9) creación de capacidades; 10) capacitación; 11) manejo de conflictos; 12) revisión, retroalimentación; y 13) análisis de riesgo. El objetivo de la tercera etapa posterior a la transferencia es la adopción, adaptación e innovación. En esta etapa la iniciativa máxima es del extremo cesionario. Deben estudiar y actuar sobre la absorción de tecnología, el ajuste fino de la tecnología, ver que la difusión se lleve a cabo en toda la organización, la actualización de la tecnología y crear un espíritu de innovación; mientras que el cedente creará un sistema de apoyo para complementar estos planes y actividades (Vega-González & Vega-Salinas, 2018).

2.6.1 Tipos de Transferencia Tecnológica

De acuerdo con Londoño-Gallego et al. (2018), la TT puede ser de dos tipos:

- a) **Vertical:** se presenta cuando las tecnologías se transmiten de la etapa de investigación y desarrollo a la implementación comercial. Para este proceso, la tecnología y conocimiento científico y tecnológico son

generados en universidades y/o centros de investigación y transferidos al sector productivo, o bien, son generados y transmitidos entre empresas.

- b) **Horizontal:** guarda relación con los modelos de crecimiento endógeno, en los cuales la tecnología de producción se determina dentro del mismo sistema que el producto. Las nuevas tecnologías se dan por medio de la inversión de un grupo específico, sin transmisión de conocimiento o habilidades para los fabricantes locales. Un caso particular de esta situación se presenta cuando las grandes multinacionales que realizan sus propios desarrollos establecen sus fábricas en países con mercados emergentes con el objetivo de disminuir los costos de operación, contratan personal de gestión y técnico de nacionalidades de países desarrollados, mientras que la mano de obra es en general, de carácter local y barata.

2.6.2 Modelos de Transferencia Tecnológica

Los modelos de TT se clasifican de acuerdo con sus etapas de proceso. Los que se consideran básicos, se describen a continuación.

Modelo Lineal: la TT es entendida como un proceso conformado por una secuencia lineal de etapas en el que no se contempla una aplicación desde el inicio tal como se muestra en la figura 27. Se plantea como un modelo de innovación que parte de las necesidades del mercado, acompañada de la investigación básica, para luego llevarla a la investigación aplicada e iniciar el proceso de transferencia de los resultados de investigación, considera por tanto que a partir de las actividades de I+D se ha de llegar necesariamente a la incorporación al mercado de nuevos productos o procesos. Sin embargo, este modelo en su funcionalidad no refleja un proceso de traslado de resultados de investigación a las empresas, lo cual deja a un lado mecanismos formales que logren el objetivo del vínculo en la universidad y la empresa (García Mogollón et al., 2013).

Desde el punto de vista práctico, el factor crítico de éxito para la eficiencia TT es el tiempo, y los modelos lineales son relativamente lentos, además existe una etapa del proceso de transferencia de tecnología, cuando la idea ya no es interesante

para la academia, pero aún no es interesante para los negocios. Esta etapa fue denominada como “Valle de la Muerte” (VM) y los esfuerzos para mejorar el proceso se han concentrado en el análisis de esta etapa (Hilkevics & Hilkevics, 2017).

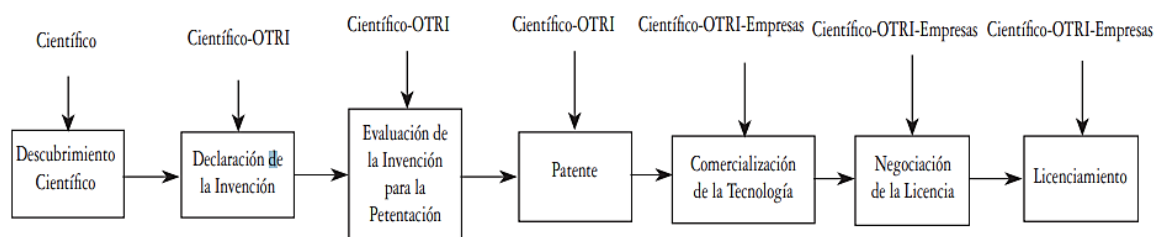


Figura 27. Modelo lineal de transferencia de tecnología. Fuente: (Arias-Perez & Aristizabal-Botero, 2011)

Como VM se denomina a una brecha que dificulta la finalización exitosa de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), impidiendo su entrada en fases de desarrollo de nuevos productos, puesta en operación y comercialización (Jiménez-Medina et al., 2021). Esta etapa se ha descrito como una brecha tecnológica cuando el TRL está entre la etapa 5 y 6, lo que implica que una invención de la tecnología está validada pero aún no demostrada (Gbadegeshin et al., 2022), tal como se muestra en la figura 28.

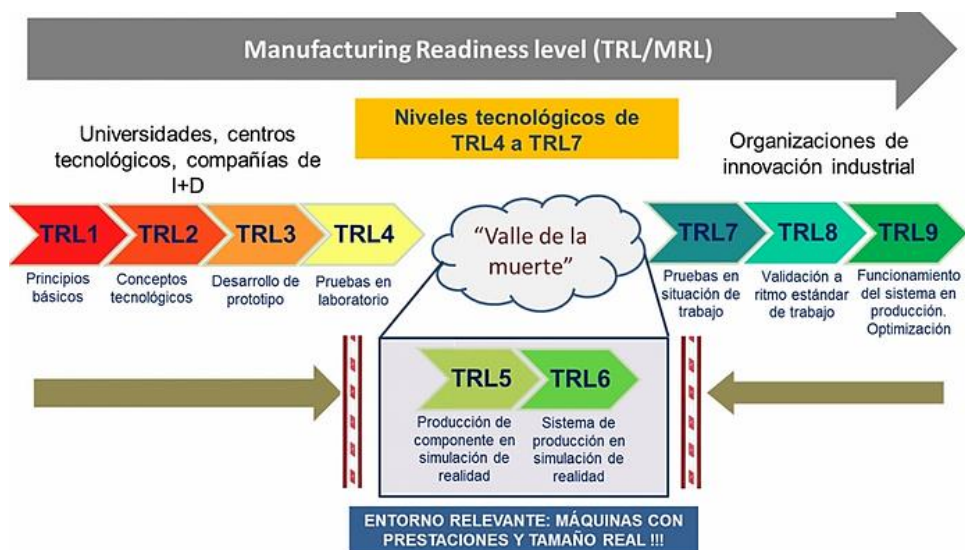


Figura 28. Etapas TRL entre las que se localiza el “Valle de la muerte”. Fuente: (CIDT-UTP, 2021).

Entre las causas que originan este VM se pueden mencionar: a) financiamiento limitado; b) falta de habilidades, competencias, recursos humanos relevantes; c) falta de cooperación con otras instituciones, empresas o centros de investigación; d) poca comprensión del entorno empresarial; e) riesgo alto del proyecto; f) tiempo insuficiente; g) retrasos burocráticos; h) desarrollos tecnológicos pobres; i) presiones institucionales; j) costos iniciales altos; k) mala aplicación de la tecnología; l) ignorar aspectos de comercialización; m) falta de demostración exitosa; n) pobre sistema de innovación; o) técnicas o procesos deficientes; p) mala administración; q) problemas de comunicación; r) problemas de propiedad intelectual; s) falta de aseguramiento de la calidad (Gbadegeshin et al., 2022). También se reconocen problemas como la falta de cultura emprendedora, de esquemas para evaluar tecnologías y de condiciones que motiven a los investigadores a avanzar hacia fases finales de la I+D+i (Jiménez-Medina et al., 2021).

Se encuentran aproximaciones que reconocen el VM como una situación problemática en el contexto de las IES, en lo que se asocian la conformación del VM con los efectos de una evolución en el modelo de las IES, resultante de los cambios en un entorno que espera un comportamiento más empresarial, de modo que induce tensiones en el interior de las entidades académicas. Se sugiere también que la mayoría de las innovaciones tecnológicas originadas en las IES se quedan en el VM y no pasan a la fase de comercialización, por tanto se reconoce que las IES deben coevolucionar con los otros componentes de la triple hélice (empresas y Estado) como condición para cumplir con objetivos de la tercera misión de comercialización y participación en el desarrollo socioeconómico (Jiménez-Medina et al., 2021).

Modelo dinámico: este modelo que se muestra en la figura 29 es similar al lineal, pero en su proceso toma en consideración el análisis de los factores internos que pueden afectar el éxito de la transferencia de conocimiento científico-tecnológico. Incorpora el modelo de difusión y toma en consideración el análisis de los factores internos que pueden afectar el proceso exitoso de transferencia de conocimiento científico-tecnológico. A pesar de ser una propuesta más integral con respecto al

modelo lineal, este no contempla el análisis de los factores externos al proceso de transferencia, entre ellos el papel del estado (De Ossa et al., 2018)

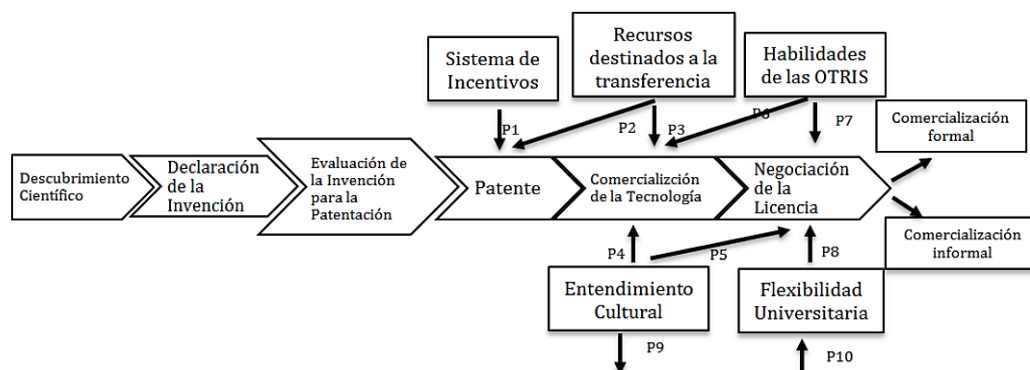


Figura 29. Modelo dinámico de transferencia de tecnología. Fuente: (Arias-Perez & Aristizabal-Botero, 2011)

2.6.3 Mecanismos de TT

La TT se logra a través de entidades como: oficinas de transferencia tecnológica (OTT), centros tecnológicos, plataformas tecnológicas, instalaciones científicas y laboratorios de homologación y ensayo, clúster tecnológico, centros de valoración de tecnologías y estructuras de comercialización, parques tecnológicos e incubadoras de empresas (Meneses, 2016), aunque también esto se logra en muchas ocasiones a través de los propios investigadores y sus contactos (Soria et al., 2017).

De acuerdo con González (2011), las figuras que aparecen en la práctica habitual de TT y conocimiento se refieren a: 1) derechos de propiedad; 2) el conocimiento científico respecto a una disciplina científica que permite la creación de nuevo conocimiento a través de proyectos de I+D; 3) el conocimiento técnico (know how), y experiencia de las personas de una organización; y 4) los bienes de equipo y Tecnologías de información y comunicaciones (TIC).

Finalmente, la TT como un proceso resumido puede ajustarse a las actividades que se muestran en la figura 30.

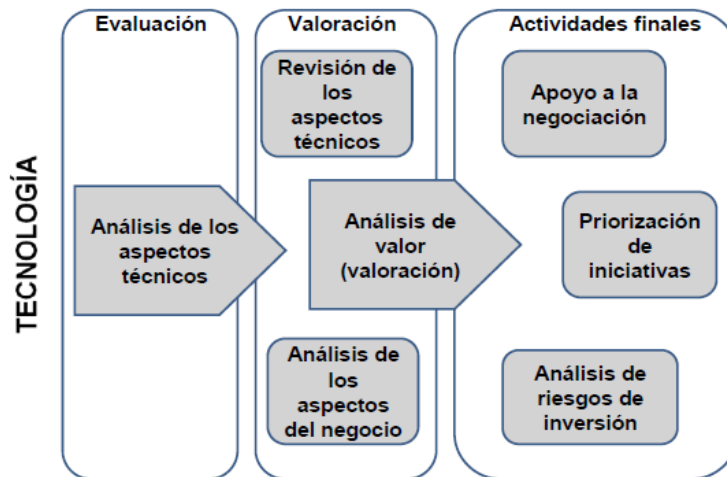


Figura 30. Proceso resumido de la transferencia y comercialización de tecnologías. Fuente: (Jiménez, 2015).

2.7 Producción de conocimiento e innovación

Los países desarrollados para generar conocimiento e innovación han implementado modelos basados en la participación de agentes heterogéneos. Estos modelos se describen a continuación.

2.7.1 Triple hélice

En la actualidad tiene vigencia a nivel internacional, donde uno de sus autores, el profesor Leydesdorff, asociado a la Universidad de Amsterdam demuestra a la comunidad científica que los vínculos entre la universidad, la empresa y el estado necesariamente están atados a la economía global, teniendo como reto construir “el estado emprendedor”. En este modelo (figura 31), se manifiesta la necesidad del emprendimiento germinado dentro de la universidad con el apoyo del estado para dar origen a las empresas innovadoras.

En algunos casos, dentro de las mismas Instituciones de Educación Superior (IES), estas actividades están desarticuladas por la falta de conocimiento y políticas de un modelo que permita la transferencia de resultados de investigación universitaria. La comercialización de tecnología es por tanto, una oportunidad que las universidades latinoamericanas aún no han explotado sistemáticamente, sin embargo, para ello es necesario se encaminen en un proceso de ajuste y aprendizaje institucional, con el fin de ir llenando las brechas que actualmente les impiden explotar eficaz y eficientemente los desarrollos tecnológicos generados a

través de sus actividades de investigación tal como se muestra en la figura 32 (García Mogollón et al., 2013).

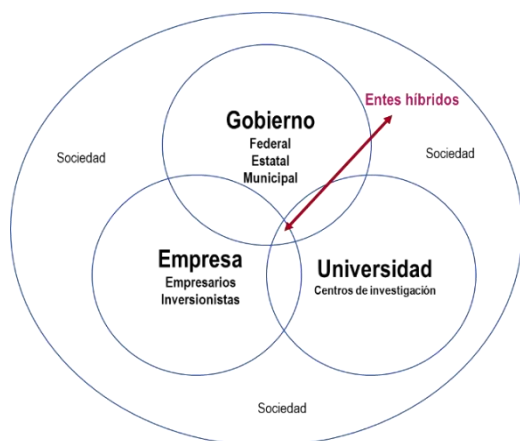


Figura 31. Representación esquemática del concepto de “La Triple hélice”. Fuente: (Castillo et al., 2014).

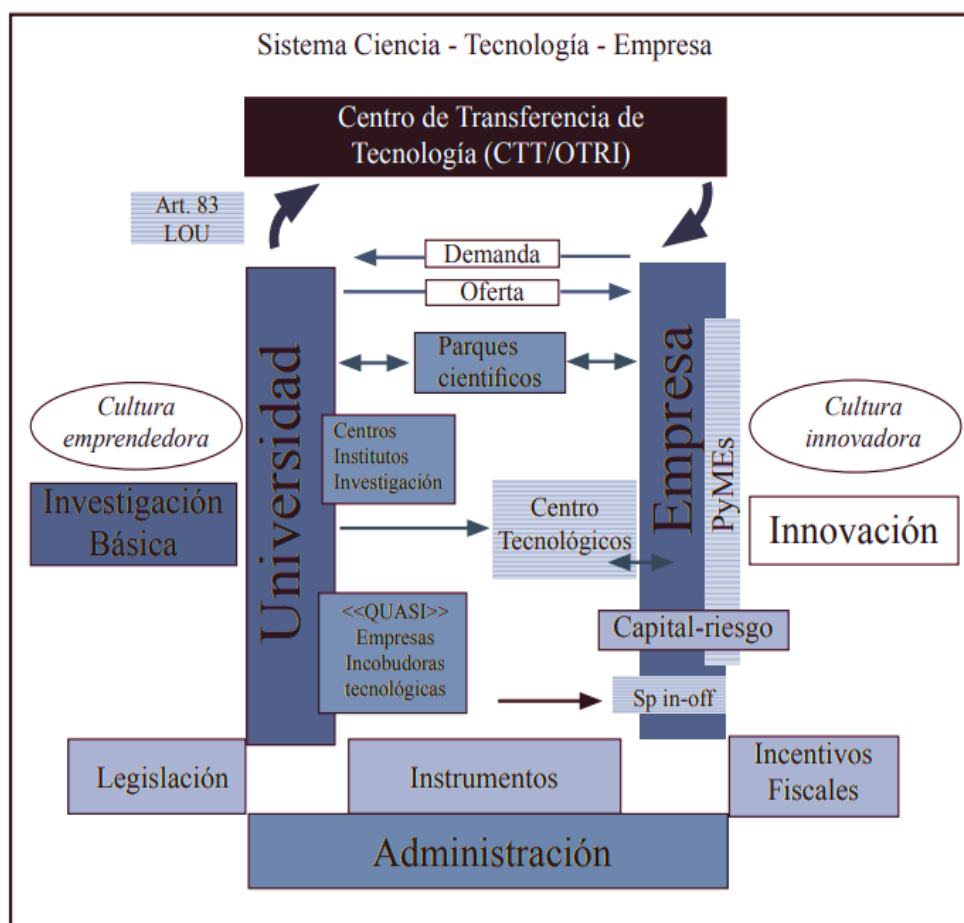


Figura 32. Representación esquemática del concepto de “La Triple hélice” en el sistema de ciencia-tecnología-empresa. Fuente: (García Mogollón et al., 2013).

2.7.2 Cuádruple hélice

Este modelo suma las perspectivas de los medios y la cultura, así como la de la sociedad civil organizada. En esta hélice, tal como se observa en la figura 33, la sociedad civil también se percibe como un usuario de la innovación, actuando como impulsor de los procesos de innovación. Así, el modelo de la cuádruple hélice (universidad-industria-gobierno-sociedad) refuerza la necesidad de que la economía del conocimiento avance en paralelo a la sociedad del conocimiento. En este sentido, los usuarios son esenciales para el modelo y fomentan el desarrollo de innovaciones que son relevantes para ellos.

Dentro de este modelo pueden identificarse cuatro enfoques:

Usuario de la innovación (consumidor que ayuda a las empresas a desarrollar y mejorar productos y servicios).

- Laboratorio centrado en la empresa (la empresa es propietaria del proceso de innovación, pero la sociedad o los usuarios participan del nuevo conocimiento).
- Laboratorio centrado en el sector público (las instituciones públicas desarrollan los procesos de innovación, para producir mejores servicios para la sociedad).
- Ciudadano (comunidad o sociedad con un papel esencial en el inicio del proceso de innovación).

La idea central de esta hélice es la representación de los “otros actores”, quienes ocupan una posición estratégica y tienen un rol protagónico en la expresión de sus necesidades y demandas dentro del grupo social. La sociedad puede incluir distintas entidades, como organizaciones financieras, ciudadanos y trabajadores, organizaciones no gubernamentales o asociaciones, entre otros (Mineiro et al., 2021).



Figura 33. Esquema de los cuatro pilares del modelo de innovación de la cuádruple hélice. *Fuente: (Sepúlveda, 2020).*

2.7.3 Quíntuple hélice

Este modelo incluye al sistema educativo, el sistema económico, el entorno natural, el público basado en los medios y la cultura y, el sistema político.

Estas cinco hélices funcionan como subsistemas en los que el conocimiento se mueve de subsistema a subsistema de manera circular. Si el conocimiento se introduce en un subsistema, un proceso de creación de conocimiento conduce a nuevos conocimientos o innovaciones. Eso no significa que la quinta hélice sea un actor real, sino más bien un impulsor de nuevos conocimientos e innovaciones en respuesta a los desafíos ambientales. La progresión de este modelo se puede relacionar con el desarrollo de una sociedad del conocimiento. En este modelo, el sistema de triple hélice se relaciona con la economía del conocimiento, la cuádruple hélice con la sociedad del conocimiento y la democracia del conocimiento y, finalmente, la quíntuple hélice con una perspectiva más amplia de transformaciones socio-ecológicas y entornos naturales (Grundel & Dahlström, 2016). La circulación del conocimiento es el componente principal del modelo

debido a que estimula nuevos conocimientos en cada subsistema y en el sistema como un todo (Carayannis et al., 2012).

La Quíntuple Hélice puede ser utilizada como marco de referencia para el desarrollo sostenible y la ecología social que apoye la toma de decisiones en relación con la creación, producción, aplicación, difusión y uso del conocimiento transformados en sistemas de conocimiento e innovación (Carayannis & Campbell, 2010).

La quíntuple hélice ha surgido como estructura transdisciplinar que incluye las perspectivas del desarrollo sostenible y la ecología social, por ello muestra que es fundamental lograr un equilibrio sostenible entre las vías de desarrollo de la sociedad y la economía, con sus entornos naturales (ecología, conocimiento e innovación) para la continuación del progreso de las civilizaciones (Carayannis et al., 2012). En este modelo se argumenta que, si una hélice específica adopta pasos hacia la sostenibilidad, habrá un gran impacto en las otras hélices y en el sistema en su conjunto. Por lo tanto, es necesario analizar los entornos donde pueden ocurrir estas interacciones para generar un movimiento de influencias positivas (Mineiro et al., 2021). También permite analizar cambios en los roles que juegan diferentes sectores de la sociedad en el contexto de su transición hacia la sostenibilidad. Este modelo no solo revela aspectos específicos de las interacciones de las partes interesadas, sino que también identifica áreas de intersección de sus intereses, tal como se muestra en la figura 34.

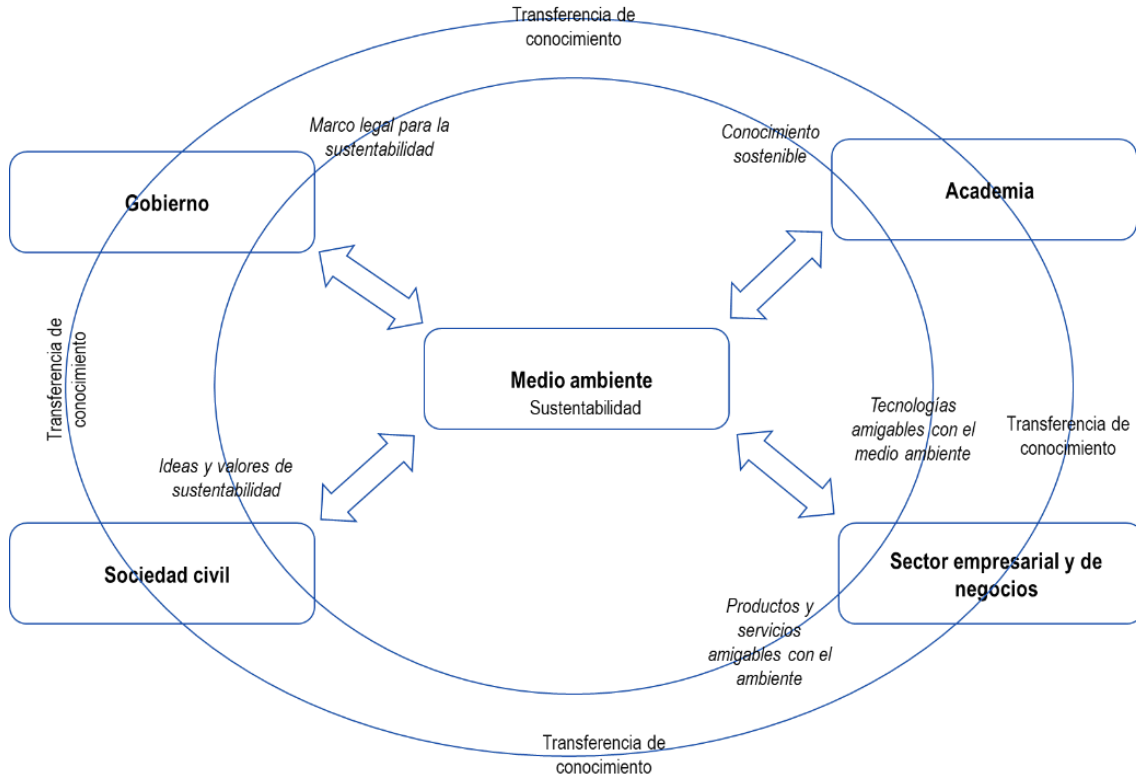


Figura 34. Esquema conceptual para promover el desarrollo sostenible en la quintuple hélice. *Fuente: adaptado de (Kholiavko et al., 2021).*

Con los temas abordados en este capítulo se ha pretendido brindar una visión general de los conceptos que se mencionarán a lo largo de este documento.

Capítulo 3. Estado del arte de modelos de gestión de la investigación.

La creatividad de la que surge la solución a un problema planteado se conjuga en un proyecto que después pasará por un proceso de investigación y desarrollo que implica varias progresiones, como la planificación, la implementación y el control, hasta llegar a la innovación (Tejero & León, 2020).

A la innovación la define, Kowang et al. (2015), como el conjunto de actividades de investigación que transforman la expresión de la creatividad humana en ideas, procesos, servicios, productos o tecnologías que se ponen a disposición de la sociedad y los mercados.

Ahora bien, el proceso de investigación hacia la innovación requiere de una estrategia y métodos para desarrollarla y hacerla realidad (Nguyen & Meek, 2015). La investigación e innovación sin método no es posible, pues necesita de una “forma” para alcanzarla. Esta “forma” está compuesta por acciones planeadas deliberadamente, ejecutadas, ajustadas y evaluadas (Garnica & Franco, 2020), es así que surge la gestión de la investigación como una propuesta para implementar un proceso metodológico, instrumental y sistemático que permita impulsar la innovación en las IES. Sin embargo, la gestión de la investigación no ha sido un asunto sencillo para las universidades a nivel internacional debido a la arraigada postura de la comunidad académica por fijar su atención en el cumplimiento de los aspectos operativos como la educación, investigación y comercialización desde una mirada tradicional, lo cual no les ha permitido generar una nueva visión de sistema en los procesos universitarios de investigación e innovación. Los modelos de gestión para la investigación e innovación en las IES a nivel internacional todavía se encuentran en construcción, son pocos los ejemplos que se pueden hallar en la literatura sobre la implementación de este tipo de modelos y la evaluación de los resultados derivados de ellos. Esto implica que existe un desconocimiento de la gestión de la investigación desde las instituciones educativas (Pino et al., 2021).

A continuación, se describen los modelos y marcos conceptuales encontrados en la literatura y agrupados de acuerdo con dos de los cuatro enfoques que plantea (Schuetzenmeister, 2010):

1. la administración de organizaciones de investigación y,
2. la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

3.1 Modelos y Marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación.

El enfoque de la Gestión de la Investigación orientado a la administración de organizaciones de investigación surge porque las administraciones universitarias han tendido a promover un control gerencial similar a las organizaciones comerciales, es decir, han tenido que establecer rutinas formalizadas de control y evaluación para mejorar la productividad y aumentar la responsabilidad de los investigadores por el uso de los recursos y el resultado de las actividades de investigación (Schuetzenmeister, 2010).

A continuación, se muestran algunos modelos y marcos conceptuales construidos bajo este enfoque.

3.1.1 Marco universitario de investigación viable

Este marco surge como respuesta a la necesidad actual de las universidades que realizan investigación de operar en entornos que cambian rápidamente y que por tanto requieren de una perspectiva de sistemas dinámicos para adaptarse y así respaldar su viabilidad de operación. Esto sugiere la necesidad de un enfoque más integral en la gestión y el mantenimiento desde un enfoque sistémico y de autosuficiencia.

El marco se desarrolla a partir de primero, una revisión de literatura sobre las funciones y propósitos de las universidades que realizan investigación, seguida de la utilización del Modelo de Sistema Viable (VSM) como una herramienta de modelado para desarrollar un marco sistémico para universidades de investigación viable, el resultado se muestra en la figura 35.

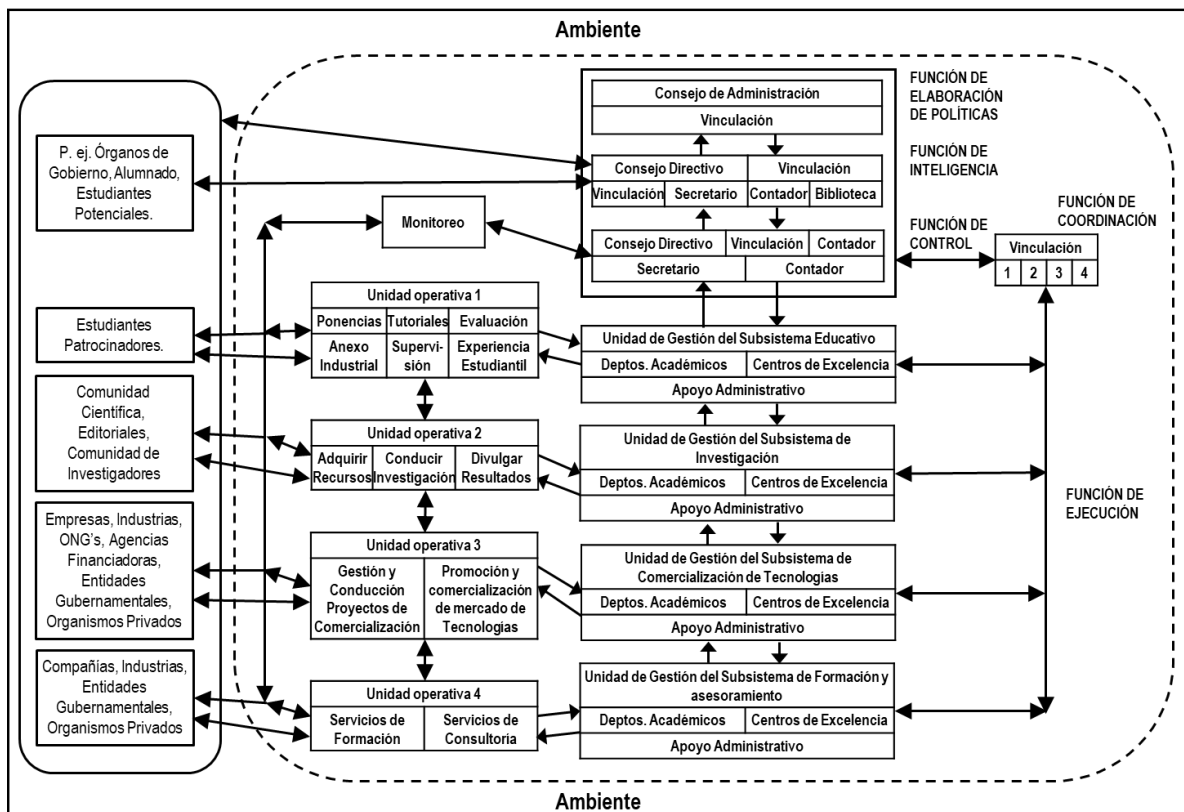


Figura 35. Marco universitario de investigación viable. Fuente: (Adham et al., 2015).

VSM es uno de los modelos de sistemas desarrollados con base en la teoría cibernética organizacional que interpreta la viabilidad del sistema en relación con su entorno y gira en torno a la comprensión del propósito del sistema, así como la internalización de los conceptos de complejidad, variedad, capacidad de respuesta, cohesión y recursividad, mientras realiza todas las funciones preespecificadas de manera cohesiva.

Bajo una perspectiva sistémica, cada subsistema se ocupa de su propio entorno con una complejidad única. Por lo tanto, cada uno tiene una variedad de requisitos específicos que deben ser cubiertos por la administración del sistema superior para responder adecuadamente a su respectivo entorno.

En el entorno, o ambiente se encuentran las partes interesadas externas a la universidad pero en estrecha relación con sus unidades operativas, las cuales

tienen la función de ejecución y mediante diferentes actividades, internamente estas unidades operativas se interrelacionan entre ellas y con las unidades de gestión del subsistema educativo que comparten las funciones de ejecución con las primeras, también se interrelacionan entre ellas y con las unidades directivas que, a su vez, tienen funciones estratégicas, de coordinación y control.

Según el funcionamiento de VSM, las universidades de investigación requieren cinco funciones principales para operar como un sistema viable: 1) la primera función es la formulación de políticas, que es responsable de formular el propósito y las políticas de la universidad; 2) de una función de inteligencia, que recopile información de sus entornos internos y externos para apoyar a los responsables políticos y líderes de la universidad; 3) una función de control, que es un mecanismo que recopila y proporciona información de los subsistemas de implementación, así como también les asigna recursos; 4) una función de coordinación que apoye las relaciones sinérgicas entre los subsistemas de implementación y; 5) el subsistema de implementación que administra sus unidades operativas que, atienden a los clientes directos y otras partes interesadas dentro del entorno del sistema. Cada una de estas unidades operativas está vinculada a la función de control a través de la función de monitorización del sistema.

Este marco pretende ayudar a líderes y administradores universitarios a comprender la interrelación de las funciones dentro de la universidad para desarrollar funciones derivadas de la tercera misión (Adham et al., 2015).

3.1.2 Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria.

El marco conceptual se desarrolló a partir de una revisión exhaustiva de la literatura respecto a los factores de éxito para la gestión de la innovación, encontrando que éstos, de acuerdo con (Pane et al., 2003; Johnston & Bate, 2007; Cooper & Kleinschmidt, 2007), podían agruparse en cinco categorías principales, que se muestran en la figura 36.

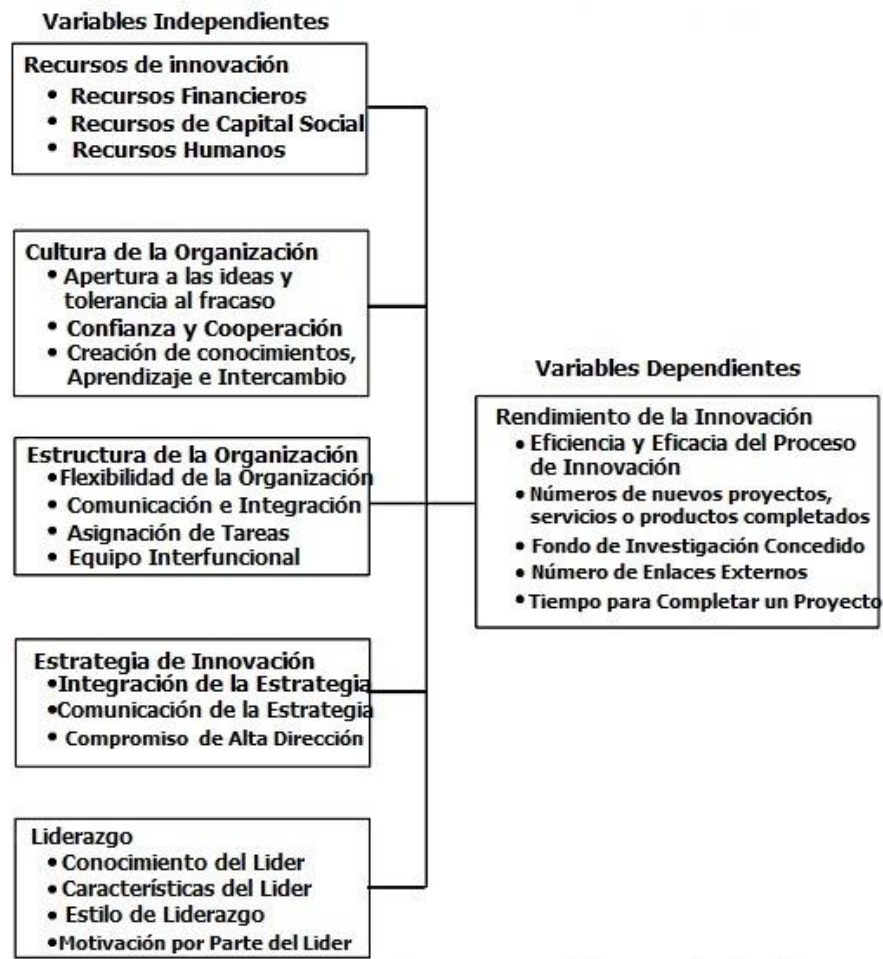


Figura 36. Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria. Fuente: (Kowang et al., 2015)

Este marco consta de 17 atributos que se agrupan en 5 factores de éxito de la gestión de la innovación como variables independientes: a) estrategia de innovación; b) liderazgo; c) estructura de la organización; d) cultura de la organización; e) innovación.

Con base en él, realizaron un estudio que tuvo como objetivos primarios medir el nivel de importancia percibido de los factores de éxito para la gestión de la innovación dentro de un grupo de investigación de una universidad que realiza

investigación en Malasia y, examinar la relación entre factores exitosos para la gestión de la innovación contra el desempeño de la innovación.

Los hallazgos del estudio revelaron que el recurso de innovación es el único factor que se correlaciona fuertemente con el desempeño de la innovación y la "estrategia de innovación", factor que se percibe como el más importante.

Considerando estos resultados, se diseñó el marco conceptual de los factores contextuales de la gestión de la innovación basado en un concepto en el que los factores contextuales de la gestión de la innovación tienen un efecto directo en el rendimiento de la innovación.

Las variables dependientes en el marco conceptual se enfocan en el desempeño de la innovación en términos de: a) eficiencia y efectividad del proceso de innovación; b) número de nuevos proyectos, servicios o productos completados, c) monto del fondo de investigación otorgado; d) Número de enlaces externos; e) duración para completar un proyecto de investigación (Kowang et al., 2015).

3.1.3 Marco para estructurar la gestión de la investigación interdisciplinaria

Con la investigación basada en proyectos transformándose en una forma importante de organización de la investigación, su coordinación y gestión se han convertido en una tarea importante en las colaboraciones de investigación interdisciplinaria y un factor clave, determinante de su éxito.

Este marco, mostrado en la figura 37, está basado en tres tipos de análisis que conforman la base metodológica para su desarrollo: 1) análisis de contenido de documentos de trabajo y contratos; 2) experiencia reflejada en equipo y análisis de acción documentada y, 3) revisión de la literatura sobre gestión interdisciplinaria y transdisciplinaria y gestión de organizaciones. Asimismo, está basado en el supuesto de que los proyectos son organizaciones temporales, razón por la cual los autores adoptaron el marco de valores en competencia propuesto por Quinn (1988) y, siguieron a Cronin, et al. (2008) en su enfoque general de la integración analítica de diferentes conjuntos de datos cualitativos.

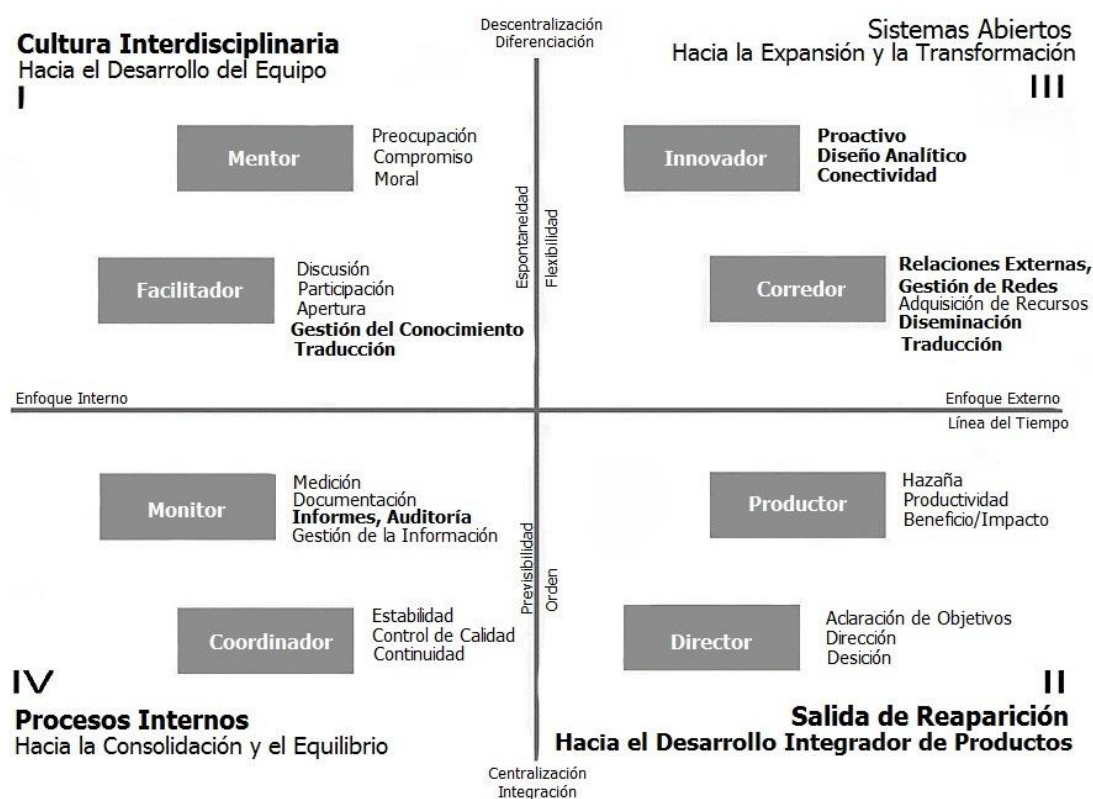


Figura 37. Marco para la gestión de investigación interdisciplinaria. Fuente: (König et al., 2013).

Con la ayuda de los tres métodos analíticos, el marco de valores en competencia se adaptó a las necesidades específicas de la gestión de la investigación en equipo y, añadieron y renombraron funciones que debe cumplir la gestión de

proyectos de investigación interdisciplinarios para diferenciarla del objetivo original del Marco de Valores Competitivos para la gestión de organizaciones empresariales. Asimismo, a través de un estudio de caso de un Proyecto Integrado Europeo, los autores desarrollaron cuatro campos de gestión esenciales y los relacionaron con la literatura existente sobre gestión de proyectos de investigación inter y transdisciplinarios.

El primer cuadrante representa la gestión de la comunicación interna y colaboración la cual puede verse como la gestión de una cultura interdisciplinaria en el equipo de investigación. La función del mentor involucra tres deberes: 1) la preocupación por las diferentes necesidades dentro del equipo del proyecto; 2) construir compromiso, lo que implica el equilibrio de diferentes actitudes personales y, 3) comunicación clara y el cumplimiento de plazos, reglamentaciones y cuestiones financieras, así como un debate abierto sobre los derechos de propiedad intelectual.

En ese mismo cuadrante, el facilitador tiene el deber de proporcionar medios para la discusión y la participación, manteniendo la apertura. El segundo cuadrante, representa el desarrollo integrador de productos de investigación trans e interdisciplinaria, entendida aquí como el resultado de la investigación.

El tercer cuadrante trata de la gestión del ámbito externo, la interfaz entre la ciencia y la política. Finalmente, el cuarto cuadrante, aborda la organización interna y la administración de un proyecto, determinada principalmente por las directrices de las instituciones que lo financian (König et al., 2013).

3.1.4 Marco de investigación empresarial universitaria

Este marco tiene como fin, servir de guía para que los responsables de la formulación de políticas y los planificadores de la educación superior desarrollen un enfoque empresarial en las investigaciones académicas, tomando en cuenta que la universidad, como base de producción de ciencia, debe explicar el conocimiento empresarial sobre los problemas económicos y sociales.

Para el desarrollo del marco se utilizó una teoría fundamentada construccionista con el fin de recopilar datos múltiples pero muy enfocados para identificar y desarrollar los conceptos que se muestran en la figura 38.

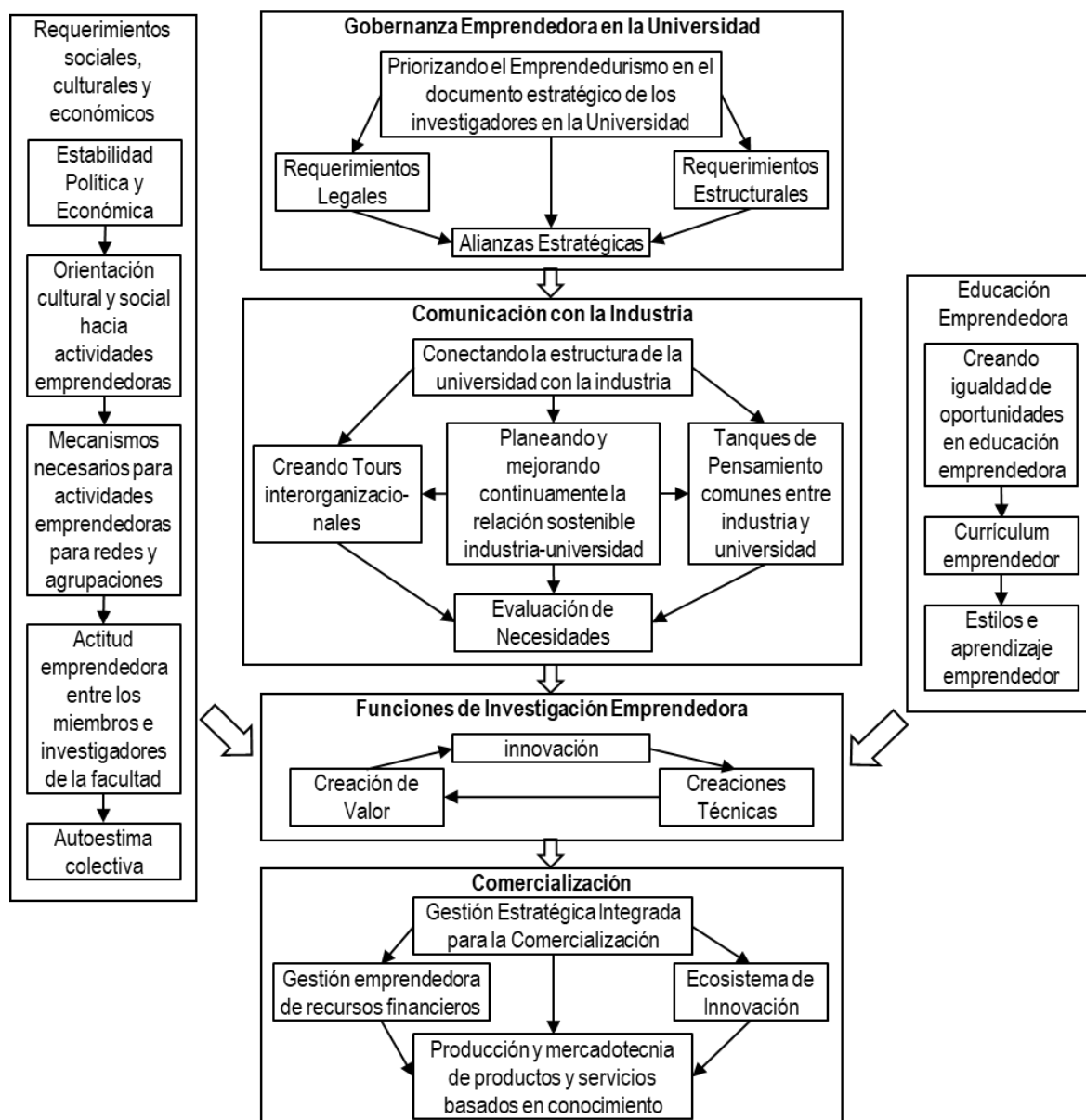


Figura 38. Marco de investigación empresarial universitaria. Fuente: (Naderibeni & Radovic, 2020).

Todas las entrevistas se escribieron de acuerdo con las teorías de Charms (2006) y se utilizaron en tres etapas de codificación abierta (para identificar códigos y

conceptos), centralizada (para categorías centrales emergentes) y teórica (para identificar e integrar categorías fundamentales).

En el modelo se concentran 6 categorías sustanciales que funcionan dentro de la organización bajo un enfoque sistémico:

1. *Gobernanza empresarial en la universidad*: antes de conectar a la universidad con la industria, la gobernanza universitaria necesita orientarse hacia el emprendimiento. Para ello es imprescindible que cuente con un documento estratégico y que formule requisitos estructurales y legales sin caer en burocracia, ya que ésta sirve para neutralizar las innovaciones en la universidad. Después de la formación de requisitos, se requieren alianzas estratégicas que propicien un beneficio mutuo entre las partes;
2. *Comunicación con la industria*: en la que se propone conectar la estructura académica de la universidad con la industria, crear tours interorganizacionales, evaluar necesidades y actividades de think tanks con el fin de fortalecer sus relaciones y mantener una comunicación más cercana;
3. *Funciones de investigación emprendedora*: innovación, crear valor y, creación de técnicas;
4. *Considerar los requisitos sociales, culturales y económicos que impulsarán a la universidad hacia la investigación empresarial*;
5. Integrar una educación emprendedora como cultura organizacional y,
6. Comercialización (Naderibeni & Radovic, 2020).

3.1.5 Modelo institucional de universidad emprendedora

El concepto de universidad emprendedora, como el que se muestra en la figura 39, tiene muchos significados e implicaciones entre los que se encuentran el de “Universidad Innovadora”, “Universidades de Mercado”, “Capitalismo Académico”, “Transferencia de Tecnología Universitaria”, y “Organización Emprendedora”. También se divide en tres clasificaciones: 1) una universidad como organización que adopta un estilo de gestión empresarial; 2) los miembros en él actúan

empresarialmente; 3) siguen patrones empresariales para interactuar con el entorno.

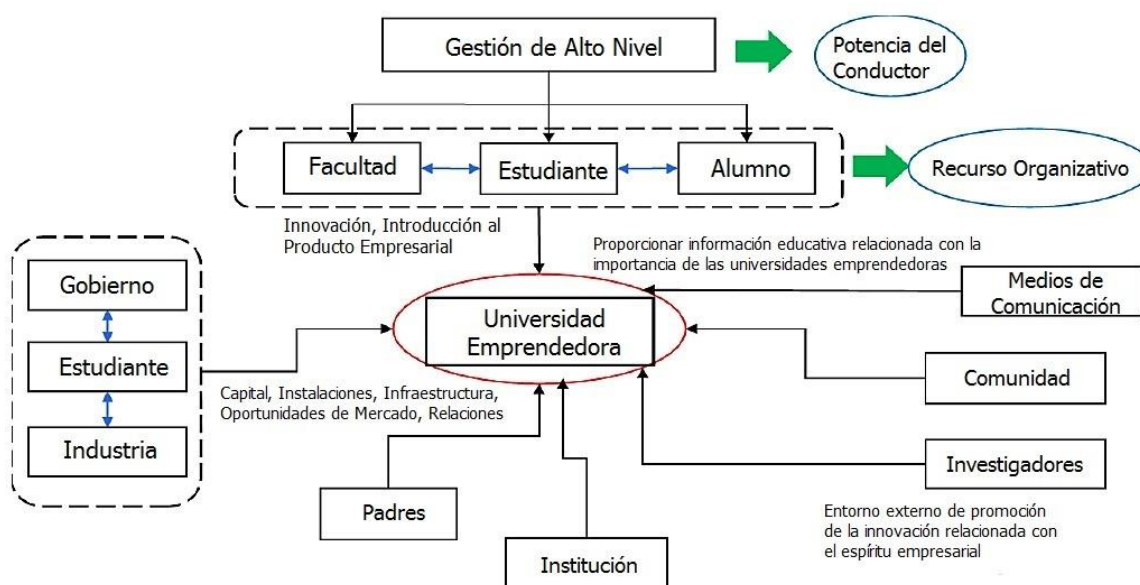


Figura 39. Modelo institucional de universidad emprendedora. Fuente: (Novela et al., 2021).

Este estudio evaluó el papel de los actores como parte de la parte interesada del ecosistema emprendedor universitario en el fomento de la transformación hacia universidades emprendedoras. Para ello se utilizó una técnica de modelado estructural basada en sistemas llamada Modelo Estructural Interpretativo (ISM).

Hay dos partes en la técnica ISM: 1) la clasificación de subelementos y, 2) la disposición jerárquica. El principio básico utilizado es la identificación de estructuras en un sistema que brinden beneficios de alto valor para formular el sistema de manera efectiva y para una mejor toma de decisiones.

El método ISM es un método de investigación cuantitativo, en el que los elementos y subelementos deben pasar por varias etapas de la siguiente manera: 1) estudiar la literatura para formar elementos y subelementos; 2) entrevistas en profundidad con expertos para realizar la validación de contenido sobre los elementos y subelementos propuestos; 3) entrevista en profundidad nuevamente con expertos a través de un cuestionario cerrado para recopilar opiniones para determinar los subelementos clave de cada elemento.

Los elementos utilizados para formar el modelo institucional son actores que juegan un papel en el fomento de universidades emprendedoras. A partir de los resultados de la revisión de la literatura y la validación de expertos, se obtienen siete subelementos para el actor emprendedor universitario, que consiste en: 1) directivos de primer nivel; 2) cuerpo docente y personal, 3) estudiante, 4) exalumnos, 5) padres, 6) gobierno local, 7) regulador, 8) industria, 9) comunidad, 10) instituto de investigación y 11) medios de comunicación.

A partir del modelo jerárquico, se elabora un modelo institucional en el que se mapearán las posiciones y roles de cada actor en el ecosistema emprendedor.

El modelo resultante muestra que la gestión de alto nivel es el poder impulsor que juega un papel dominante en la determinación de la dirección de la universidad para convertirse en emprendedora. La alta dirección generalmente es capaz de dar forma a las estrategias organizacionales en términos de facilitar, iniciar e implementar, por ello es que se requiere su compromiso cuando se ejecuta un sistema de gestión de calidad (Novela et al., 2021).

3.2 Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centro o departamentos de investigación.

De acuerdo con Schuetzenmeister (2010), la gestión de proyectos en grupos de investigación, centros de investigación y el departamento representa el cómo se realiza el trabajo de investigación, con base en qué se toman decisiones relacionadas al entorno social de la investigación, así como a la dinámica cognitiva de un campo científico.

A continuación, se describen algunos modelos y marcos conceptuales que recaen en esta clasificación.

3.2.1 Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R).

La investigación-acción es un método de investigación orientado a la práctica aplicada en colaboración con profesionales, que se centra simultáneamente en la

resolución de problemas prácticos y en la expansión del conocimiento científico. Por lo tanto, ayuda a generar conocimientos de investigación rigurosos y relevantes.

El desarrollo del Marco de Gestión de la innovación Action Research (AIM-R) que se muestra en la figura 40, está basado en la Metodología de investigación de diseño que está orientada a la acción en un proceso iterativo de alto nivel de cuatro fases: 1) clarificación de la visión; 2) articulación de teorías; 3) implementación de acciones y recopilación de datos; y, 4) reflexión y planificación de acciones informadas. La Metodología de Investigación de Diseño se enfoca en mejorar el desarrollo de productos en varios niveles, desde métodos de diseño únicos a través de procesos hasta cambios organizacionales más amplios, incluidos cambios más pequeños en técnicas y métodos.

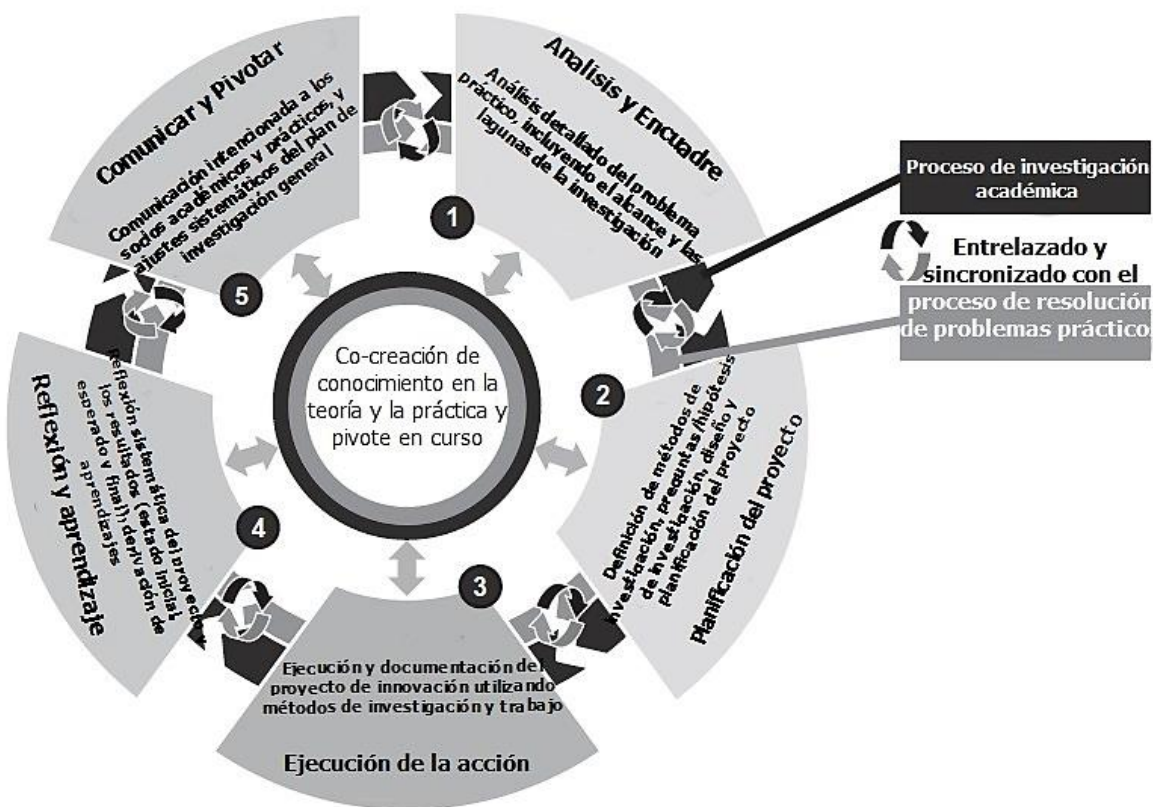


Figura 40. Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R). Fuente: (Guertler et al., 2020)

AIM-R incluye cinco fases circulares tal como se muestra en la figura 40: 1) análisis y elaboración; 2) planificación del proyecto; 3) ejecución de la acción; 4) reflexión y aprendizaje y; 5) comunicación y pivote.

La primera fase especifica el objetivo, el marco y el contexto particulares de un proyecto de investigación-acción junto con la identificación de las partes interesadas clave y sus intereses. El resultado es un alcance de proyecto definido, objetivos académicos y prácticos y un mapa de las partes interesadas clave, incluidos sus intereses.

La segunda fase especifica los objetivos, el proyecto, las actividades, los plazos, los recursos necesarios y la medición del éxito del AIM-R. Los resultados incluyen preguntas o hipótesis de investigación y un plan y cronograma del proyecto que incluye todas las actividades del proyecto, métodos, medidas de gestión del proyecto y participación de las partes interesadas.

La tercera, es la fase real de 'acción', que sigue el plan del proyecto definido pero que también incluye ajustes flexibles del proyecto si es necesario. Aunque el plan del proyecto proporciona una hoja de ruta de qué y cómo se realizan las actividades de investigación y práctica y se involucra a las partes interesadas, es importante observar y controlar el progreso del proyecto para identificar y reaccionar rápidamente ante las desviaciones del proyecto y los eventos imprevistos. Esto puede significar ajustes en los procedimientos y métodos, que también pueden incluir el asesoramiento y la negociación de cambios clave con los profesionales involucrados.

La fase cuatro, analiza los resultados del proyecto y los datos de la investigación, la experiencia individual de los investigadores y profesionales y deriva aprendizajes para la academia y la práctica. Los resultados son un análisis sistemático y una discusión de los resultados de la investigación, incluidas las contribuciones académicas y prácticas.

En la fase cinco, se comunican los hallazgos del proyecto a diversas comunidades de partes interesadas de la gestión de la innovación y deriva direcciones de investigación para futuros proyectos AIM-R. Los resultados incluyen publicaciones académicas y orientadas a la práctica y un documento de alcance de la

investigación que describe aproximadamente las lagunas y direcciones de la investigación.

3.2.2 Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK

En el proceso de investigación existe la necesidad de contar con un sistema de Gestión de Proyectos que responda a los requerimientos de adaptabilidad y flexibilidad, así como la eficiencia en la asignación de recursos para una gestión exitosa. Project Management Book Of Knowledge (PMBOK) emitido por el PMI (Project Management Institute) es usado ampliamente en la gestión de proyectos con éxito y varios estudios muestran que con el uso de PMBOK, las buenas prácticas en la gestión de proyectos de software ayudan a las organizaciones a alcanzar sus objetivos.

El método aplicado para seleccionar marco de trabajo para la gestión de proyectos consistió en cuatro etapas: 1) delimitación del objetivo y alcance del estudio; 2) establecer criterios de selección basados en el negocio; 3) Análisis comparativo de los modelos y, 4) Seleccionar el modelo de referencia.

En la tabla 15 se describen estas fases:

Tabla 15. Etapas del método seguido para la selección del marco para la gestión de proyectos.

Etapas	Descripción	Productos
1	Determinar el objetivo y alcance basado en las necesidades del caso de estudio.	Objetivos Resultados esperados
2	Definir los criterios de selección para identificar las necesidades del estudio y hacer un análisis comparativo de los marcos y/o estándares identificados	Revisión de literatura Preguntas de investigación Criterios para los marcos y/o estándares que se compararán
3	Revisar la estructura de los marcos y estándares seleccionados según niveles de detalle y elaborar la matriz de resultados. La matriz de resultados se valora de acuerdo con los criterios establecidos.	Estructura del marco y nivel de detalle Matriz de resultados
4	Consultar los valores obtenidos para cada modelo y estándar de referencia y el valor ideal a esperar y seleccionar el marco de referencia o estándar	Marco seleccionado

Fuente: (Bayona et al., 2018).

Los marcos y/o estándares de gestión de proyectos que se compararon, fueron: PMBOK, AMPBOK, IPMA, PRINCE 2, ISO 21500, y se establecieron 10 criterios

de comparación. Como resultado del análisis de los valores de la matriz de análisis comparativo para cada uno de los estándares y normas, se concluyó que el PMBOK, resultaba el más cercano al modelo ideal.

Una vez seleccionado el marco, se elaboró un diseño del método a modo de esquema, tomando como referencia el ciclo de vida del proyecto PMBOK, para que pueda entenderse conceptualmente, como se muestra en la figura 41.

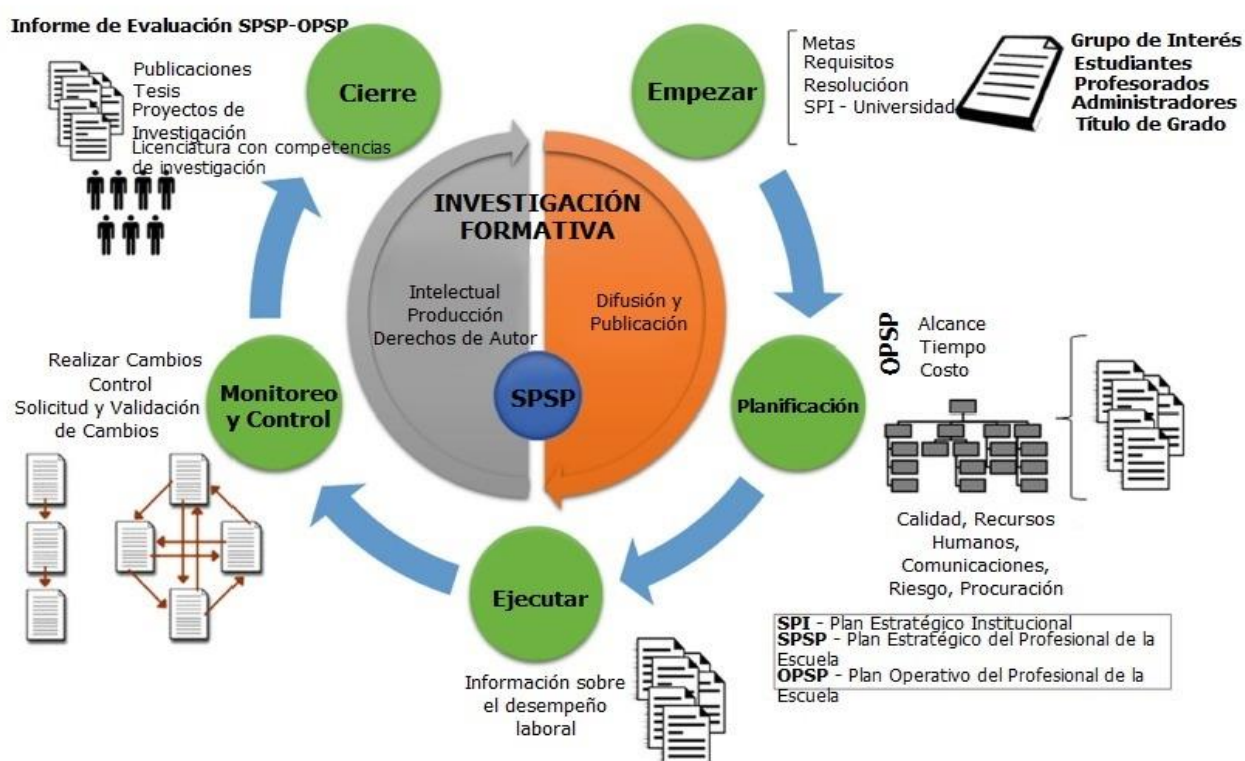


Figura 41. Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK. Fuente: (Bayona et al., 2018).

El método propuesto está organizado en los cinco grupos de procesos que indica el PMBOK: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y, cierre. El modelo propuesto se adecuó para cada área de conocimiento al reducir en algunos casos los procesos y actividades, así como al establecer los procesos involucrados en cada una de ellas. Éste método se constituyó como una guía de referencia para gestionar proyectos de investigación en dos universidades de Perú (Bayona et al., 2018).

3.2.3 Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior.

Este modelo intenta resolver los cuellos de botella comunes en el proceso de innovación y desarrollo conocidos como la “Paradoja Europea” o la “Brecha Innovadora Latinoamericana” conocidas también como el “valle de la muerte”; asimismo pretende ser la solución de la brecha de innovación respecto al modelo de aprendizaje para prácticas efectivas y diseño de herramientas en la gestión de la tecnología y la innovación.

Conceptualmente, el modelo se centra en competencias, herramientas, habilidades y comportamientos. Surge de un análisis de estudio de caso de Europa y Latino América al que también se agregaron como fuentes complementarias, casos provenientes de la literatura y sus propias experiencias. A partir de ello, derivaron un modelo de aprendizaje basado en el marco organizacional. En la figura 42 se muestra lo que hicieron, en qué secuencia, los conceptos esenciales y cómo se superponen los componentes.

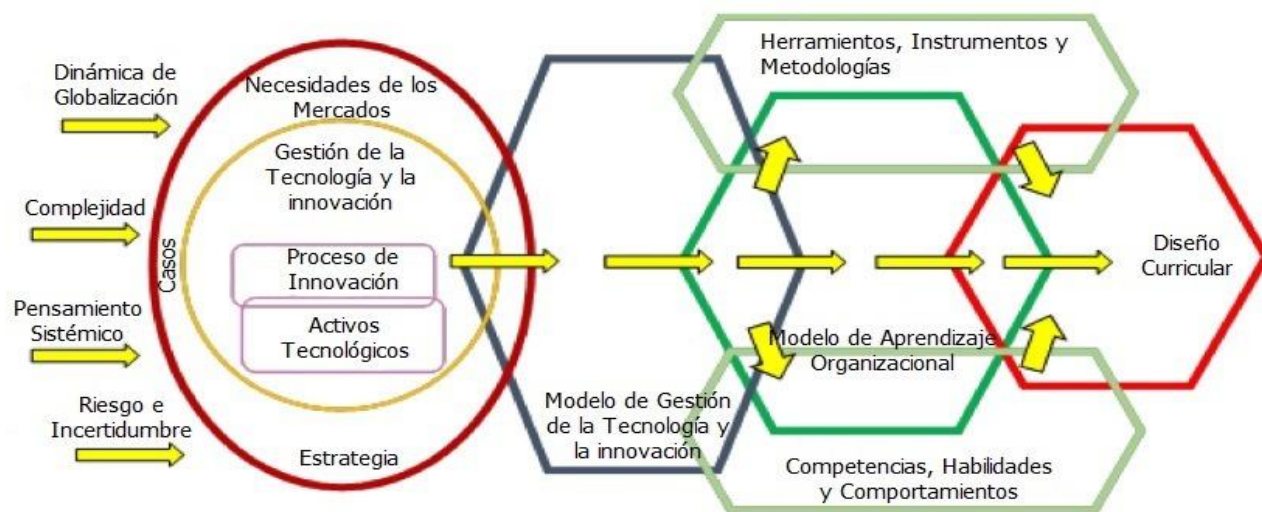


Figura 42. Enfoque del estudio para el desarrollo del modelo. Fuente: (Arciénaga et al., 2018)

Las flechas muestran la dirección del razonamiento que siguieron desde el punto de partida de los casos, la literatura y su propia experiencia, así como los modelos resultantes desde los estudios de casos. El modelo incluye las siguientes áreas de conocimiento: a) habilidades de información de investigación; b) conocimiento de

tendencias tecnológicas; c) conocimiento sobre mercados financieros y nuevos esquemas (por ejemplo, crowdfunding); d) conocimiento sobre los requisitos de los mercados y habilidades para identificar clientes potenciales; e) conocimientos y habilidades relacionados con la gestión de procesos y proyectos de innovación; f) habilidades para tomar decisiones en condiciones de riesgo e incertidumbre; g) habilidades para estimular el espíritu empresarial en muchas situaciones organizacionales diferentes; h) capacidad de interactuar con muchos actores diferentes para innovar; i) conocimiento e información de la normativa ambiental; j) nuevos enfoques para el diseño de productos en el marco de la economía circular.

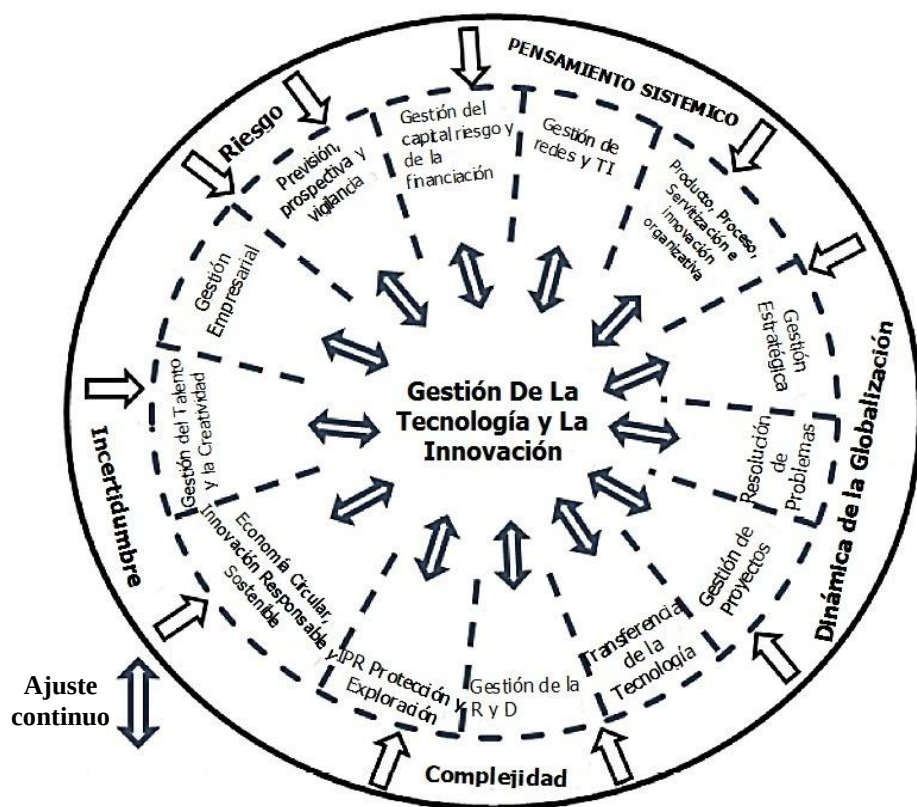


Figura 43. Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior.

Fuente: (Arciénaga et al., 2018)

En la Figura 43, el círculo externo muestra las condiciones o contextos básicos necesarios para gestionar o aplicar una gestión exitosa en tecnología e innovación. Algunos de ellos son externos a la organización, algunos internos, como el pensamiento sistémico y, otros tanto internos como externos, por ejemplo,

complejidad, incertidumbre y riesgo. El círculo interior incluye las herramientas y competencias específicas para la gestión de la tecnología y la innovación (Arciénaga et al., 2018).

3.2.4 El modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge

El marco denominado “Proceso de Innovación del Modelo de Negocios de Cambridge” (CBMIP), aborda las diferentes etapas de la generación del modelo de negocios de una organización, desde la conceptualización inicial hasta la implementación. El marco tiene como objetivo proporcionar una mejor orientación a través del proceso de innovación del modelo de negocio con sus diferentes fases y actividades y mapear los desafíos potenciales de la brecha entre el diseño y la implementación para las empresas.

Este marco, ilustrado en la figura 44, se desarrolló a partir de una extensa revisión sistemática de la literatura, seguida de entrevistas con expertos con el fin de aclarar la brecha entre el diseño y la implementación al identificar e ilustrar las fases, actividades y desafíos de la innovación del modelo de negocio organizacional. Posteriormente, este marco se aplicó en la start-up Favalley para revelar ideas sobre posibles mejoras al marco, así como para ayudar a crear una agenda de investigación futura integral.

El CBMIP muestra cómo ocurre la innovación del modelo de negocio en la práctica, y proporciona orientación sobre cómo se debería llevar a cabo idealmente el modelo de negocio sostenible en las organizaciones. El proceso suele ser cíclico o repetitivo, es decir, una vez completado, la mayoría de las organizaciones lo repetirán en algún momento para adaptarse o reaccionar a los cambios en su industria y entorno.

El enfoque consta de ocho fases o pasos secuenciales pero iterativos que se describen a continuación: 1) *Ideación*: en esta fase se define el propósito de la innovación del modelo de negocio y los stakeholders clave; se idea tanto la propuesta de valor como las primeras ideas conceptuales; 2) *Diseño conceptual*: se desarrolla y documenta una primera conceptualización aproximada de los

elementos clave del modelo de negocio; 3) *Creación de prototipos virtuales*: se genera y revisa una variedad de prototipos para refinar y comunicar el concepto del modelo de negocio.

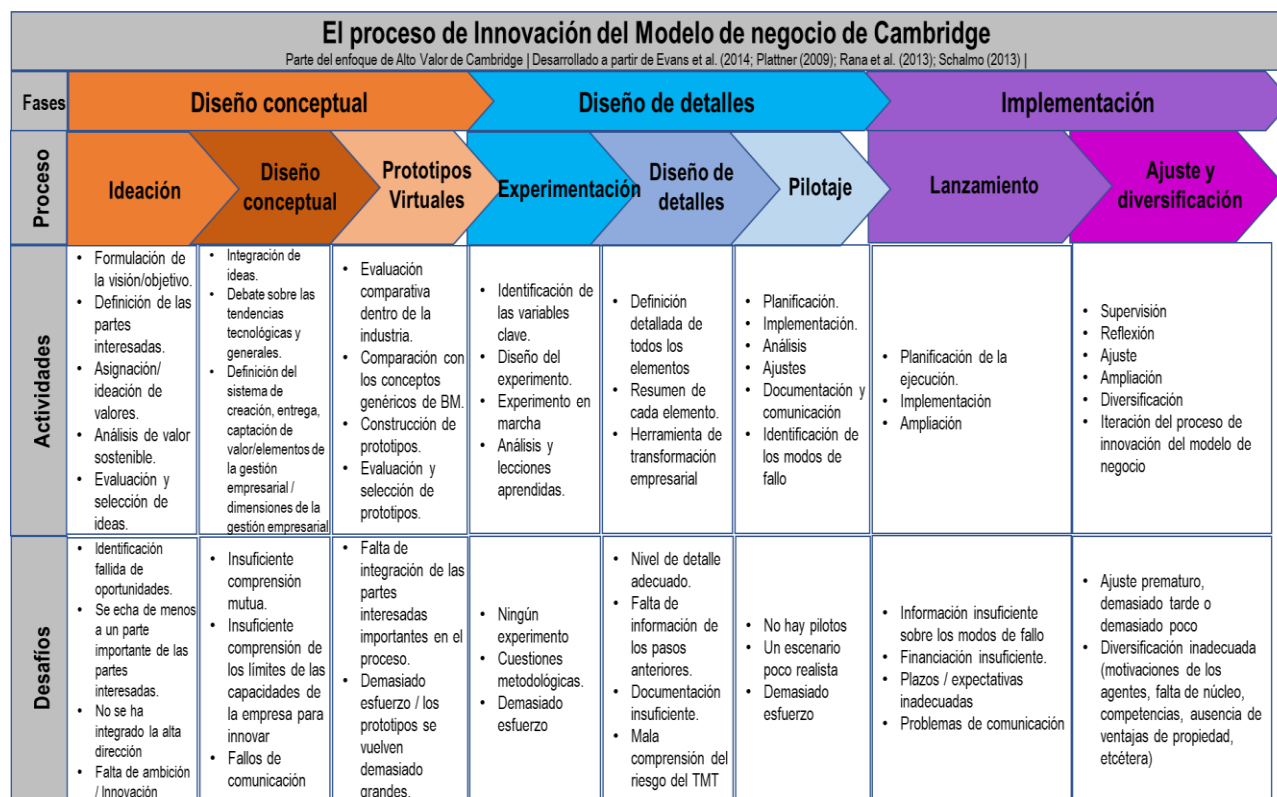


Figura 44. El modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge. Fuente: (Geissdoerfer et al., 2017).

La fase también comprende la evaluación comparativa con soluciones y conceptos de otras partes; 4) *Experimentación*: las suposiciones clave y las variables del concepto se prueban en simulaciones y experimentos de campo, idealmente a través de ensayos controlados aleatorios; 5) *Diseño de detalle*: Se realiza un análisis en profundidad y detalle de todos los elementos del modelo de negocio y las interacciones entre estos elementos; 6) *Prueba piloto*: todo el concepto se prueba ejecutando una primera versión limitada del modelo comercial en una subsección del mercado objetivo; 7) *Lanzamiento*: el modelo de negocio se implementa en todas las unidades organizativas responsables y en el mercado objetivo; 8) *Ajuste y diversificación*: el modelo de negocio se revisa de acuerdo con

los planes iniciales, las expectativas y el ajuste estratégico, Con base en esta evaluación se realizan ajustes dependiendo de los cambios necesarios. amplitud de los cambios necesarios, se puede repetir todo el proceso de innovación del modelo de negocio (Geissdoerfer et al., 2017).

3.2.5 Marco de investigación y desarrollo traslacional para vincular la investigación universitaria en ciencia e ingeniería con resultados comerciales.

Durante las últimas décadas, la investigación traslacional ha surgido como un nuevo medio para tratar de agilizar el tiempo que lleva convertir los descubrimientos científicos básicos en aplicaciones prácticas. El concepto inició en la industria médica, pero su uso ha ido migrando hacia otras áreas de conocimiento.

Basado en una revisión sistemática y una síntesis narrativa de los modelos de investigación traslacional y los esfuerzos para facilitar la práctica de la investigación traslacional, el autor propone un marco de investigación y desarrollo (I+D) traslacional para crear una transición más fluida de la investigación al negocio (R2B).

La metodología de I+D traslacional propuesta incorpora las mejores prácticas de dos campos de especialización interrelacionados: la gestión de proyectos (PM) y el desarrollo de nuevos productos (NPD). El marco NPD en la metodología de I+D traslacional propuesta es una variante recomendada en el Manual de Desarrollo de Nuevos Productos (PDMA®), es decir, el modelo Stage-Gate® de Cooper, (2013) como se muestra en la figura 45.

Esta elección permite un modelo NPD probado y bien entendido en la comunidad de I+D. State-Gate® incorpora actividades previas al desarrollo, actividades de desarrollo y actividades de comercialización en un proceso comercial sólido y completo. En esencia, Stage-Gate® es un proceso comercial y un modelo de riesgo que crea valor, diseñado para transformar de manera rápida y rentable buenas ideas en nuevos productos exitosos. Desglosa el proceso de llevar una idea desde la concepción hasta el lanzamiento en etapas más pequeñas (donde

se llevan a cabo las actividades del proyecto) y puertas (donde se toman las evaluaciones comerciales y las decisiones de "Ir/Matar").



Figura 45. Proceso Stage-Gate®. Fuente: <https://slidemodel.com/stage-gate-process-for-product-development/>

Cada etapa consta de actividades prescritas comprobadas (de sentido común) que deben ser realizadas por un equipo interdisciplinario. Los factores críticos de éxito, como la carga inicial, la definición nítida del producto, el desarrollo en espiral y el enfoque de la voz del cliente, están integrados intrínsecamente en el modelo.

El ciclo de vida propuesto para el desarrollo del proyecto comprende cuatro fases: inicio, planeación, ejecución y cierre (Bazan, 2019), como se muestra en la fig. 46.



Figura 46. Diagrama del ciclo de vida del proyecto que representa las cuatro fases del proyecto y el sistema Stage-Gate® de cinco etapas. Fuente: (Bazan, 2019)

3.2.6 Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria (TTUI) en la India.

Las prácticas actuales de comercialización del conocimiento académico-industrial en la India son limitadas, lo que ha dado pie a esta propuesta.

El modelo de TT Universidad-Empresa se diseñó tomando como base un estudio comparativo sobre políticas y modelos de transferencia de tecnología practicado en algunas universidades de EE. UU., Japón e Israel y, después, analizando las prácticas actuales en la India. El modelo está basado en evidencia empírica concerniente a políticas y modelos implementados en los países mencionados previamente. El criterio para elegir estas naciones se basó en la diversidad de ubicaciones geográficas y casos de éxito probados en la comercialización de tecnología por parte de las universidades.

La información se obtuvo de fuentes de literatura publicadas, informes de países y sitios web gubernamentales. También se obtuvo información pública en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) relacionada a las universidades públicas de EE. UU., Japón, e Israel. Posteriormente, se compararon cualitativamente: 1) las políticas de innovación y transferencia de tecnología; 2) las estrategias emprendidas en una universidad líder de los países sobre investigación universitaria y, 3) la organización de TTO para la comercialización exitosa de la investigación universitaria. Con base en los modelos anteriores propuestos para la TTUI en India, se desarrolló un modelo plausible considerando las variables que se muestran en la tabla 16, que resultan relevantes para el desarrollo del modelo propuesto.

Tabla 16. Parámetros clave considerados para recomendar un modelo adecuado para la transferencia de tecnología desde la academia en la India.

Parámetros clave	Alcance de escrutinio
Comprender las prácticas de transferencia de tecnología universidad-industria (UITT) en países desarrollados.	2 Políticas que rigen la UITT. 3 Evolución de la comercialización académica. 4 Modelo de transferencia de tecnología adaptado. 5 Mecanismos que fomentan la colaboración academia-industria. 6 Correlación entre las políticas y prácticas en tiempo real de la UITT.
Comprender las prácticas de transferencia de tecnología universidad-industria (UITT) en	2 Políticas que rigen la UITT. 3 Evolución de la comercialización académica. 4 Modelo de transferencia de tecnología adaptado.

Parámetros clave	Alcance de escrutinio
países desarrollados.	5 Mecanismos que fomentan la colaboración academia-industria. 6 Correlación entre las políticas y prácticas en tiempo real de la UITT.
Estudio de caso sobre aspectos de comercialización de tecnología en universidades de EE. UU., Japón e Israel.	- Diversidad en las estrategias de comercialización académica. - Ventajas y limitaciones de las estrategias UITT. - Comprender los ingresos generados por las universidades a partir de las actividades de TT.
Interpretando los matices del modelo propuesto para UITT en India.	- Analizar los modelos propuestos en base a las políticas implementadas por el gobierno de la India para fomentar la UITT. - Limitaciones de los modelos propuestos.
Comprender las barreras de la UITT en el contexto indio.	- Basado en el estudio realizado a través de encuestas, se recomienda un modelo plausible que llena el vacío entre las partes interesadas en la UITT - Justificación de las barreras en el modelo recomendado de UITT en el escenario indio

Fuente: (Ravi & Janodia, 2022).

De manera muy general, el modelo que se muestra en la figura 47 incluye las siguientes etapas: 1) resultados de investigación; 2) evaluación de tecnología; 3) evaluación de mercado; 4) viabilidad comercial. Si la nueva tecnología cumple con todos los criterios anteriores, se puede licenciar si se otorga la patente o se puede transferir al licenciataria potencial según los términos acordados (Ravi & Janodia, 2022).

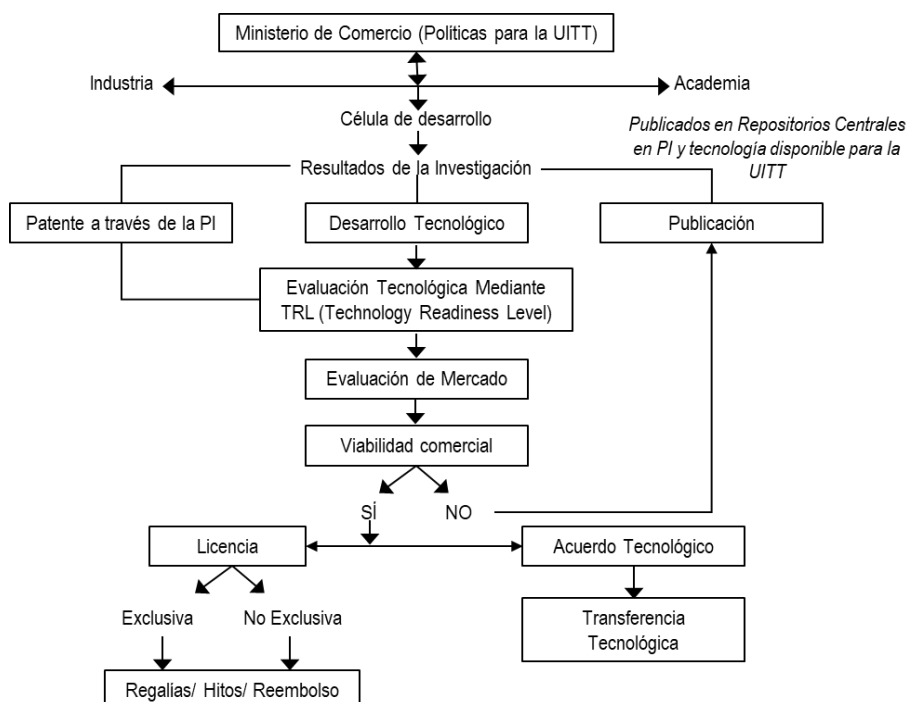


Figura 47. Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria en la India. Fuente: (Ravi & Janodia, 2022).

Un resumen de los modelos incluidos en este capítulo se muestra en las tablas 17 y 18.

Tabla 17. Resumen de las características de los modelos correspondientes a la administración de organizaciones de investigación.

Nombre del modelo	Año	Enfoque/modelo en que se basa	Inicia con	Aportación
Marco universitario de investigación viable (Adham et al., 2015).	2015	Modelo del sistema Viable (VSM), enfoque sistémico	1. Formulación de políticas; 2. Función de inteligencia; 3. Función de control; 4. Función de coordinación; 5. Implementación	Además de las que se encargan de las funciones principales, incluye el Subsistema de la Unidad de gestión de Educación, Subsistema de la Unidad de Investigación, Subsistema de la Unidad de comercialización de tecnología, Subsistema de la Unidad de gestión de entrenamiento y consultoría.
Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria (Kowang et al., 2015).	2015	Factores de éxito de la gestión de la innovación identificados por Pane et al., 2003; Johnston & Bate, 2007; Cooper & Kleinschmidt, 2007)	1) estrategia de innovación; 2) liderazgo de la innovación; 3) estructura organizacional; 4) cultura organizacional y; 5) recursos de innovación.	Desempeño de la innovación que se refiere a 4 categorías: 1) medición de la efectividad de la innovación; 2) medición del éxito en el desempeño técnico; 3) medición del éxito financiero y; 4) medición de la red de investigación.
Marco para estructurar la gestión de la investigación interdisciplinaria (König et al., 2013).	2013	Marco de valores de competencia propuesto por Quinn (1988) y, siguieron a Cronin, et al. (2008) en su enfoque general de la integración analítica de diferentes conjuntos de datos cualitativos.	El cuadrante I se enfoca en Relaciones humanas hacia el desarrollo del equipo; el cuadrante II, se enfoca en Objetivos racionales hacia la maximización de resultados; el cuadrante III se enfoca en Sistemas abiertos hacia la expansión y transformación y; el cuadrante IV hacia los Procesos internos hacia la consolidación y el equilibrio.	El cuadrante I se enfoca en una Cultura interdisciplinaria hacia el desarrollo del equipo, agrega la función del traslado de la gestión del conocimiento. en el cuadrante II ahora se enfoca hacia los Resultados de la investigación hacia el desarrollo de productos integrado. en el cuadrante III sustituye los deberes del rol del Innovador a proactivo, diseño analítico y, conectividad. De igual manera al rol de Broker, cambia los deberes a diseminación, traslado, relaciones externas, networking. Finalmente, en el cuadrante IV en el rol de Monitor agrega el deber de reportar y auditar.

Tabla 17. (Continuación) Resumen de las características de los modelos correspondientes a la administración de organizaciones de investigación.

Nombre del modelo	Año	Enfoque/modelo en que se basa	Aportación
Marco de investigación empresarial universitaria (Naderibeni & Radovic, 2020).	2020	Los elementos que incluye surgen de las entrevistas realizadas.	Incluye la gobernanza en las universidades, la comunicación con la industria, la formación empresarial, las funciones de investigación empresarial, los requisitos culturales y sociales, la investigación empresarial y la comercialización son los resultados de la investigación. Las funciones de investigación empresarial se resumen en la creación de valor, la innovación y la creación de técnicas.
Modelo institucional de universidad emprendedora (Novela et al., 2021)	2021	Los elementos del modelo se validan a partir de los resultados de la revisión de la literatura y de expertos	Identifica a los stakeholders que fomentan la transformación de las universidades hacia el emprendedurismo. Estos incluyen: gestión de alto nivel, estudiantes, profesores y personal, exalumnos, padres, gobierno local, reguladores, industria, instituto de investigación, comunidad y medios.

Tabla 18. Resumen de las características de los modelos correspondientes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Nombre del modelo	Año	Enfoque/modelo en que se basa	Inicia con	Aportación
Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK (Bayona et al., 2018).	2018	PMBOK	inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y, cierre	En la etapa de inicio incluye: objetivos, requerimientos, resolución y plan estratégico Institucional. En la fase de planificación incluye: definición de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos y proveedores. En la fase de ejecución se incluye los reportes de seguimiento acerca del desempeño realizado. La fase de monitoreo y control incluye: control y validación de cambios. La fase de cierre incluye: tesis, proyectos de investigación, competencias de investigación.

Tabla 18. (Continuación) Resumen de las características de los modelos correspondientes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Nombre del modelo	Año	Enfoque/modelo en que se basa	Inicia con	Aportación
Marco de investigación y desarrollo traslacional para vincular la investigación universitaria en ciencia e ingeniería con resultados comerciales (Bazan, 2019).	2019	Gestión de proyectos y el modelo Stage-Gate® de Cooper, (2013).	Fases de investigación básica, ensayo clínico y punto de atención.	El modelo de I+D traslacional propuesto reemplaza las fases de ensayo clínico y punto de atención con las fases de investigación aplicada, desarrollo de nuevos productos (NPD) y comercialización, manteniendo la fase de investigación básica. Incluye 4 etapas: inicio del proyecto, planeación, ejecución, cierre. La etapa de inicio incluye una estrategia de nuevo producto, generación de ideas. La etapa de planeación incluye la definición del alcance, caso de negocio. La etapa de ejecución se considera de retroalimentación e incluye diseño, construcción y prueba. Finalmente, el cierre incluye el lanzamiento.
Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior (Arciénaga et al., 2018).	2018	Los elementos que componen el modelo se obtuvieron a partir del proceso de investigación realizado		El círculo externo muestra las condiciones o contextos básicos necesarios que se refieren a: pensamiento sistémico, dinámica de globalización, complejidad, incertidumbre, riesgos. El círculo interno incluye las herramientas y competencias específicas para la gestión de la tecnología y la innovación tales como: redes y gestión de tecnología, innovación organizacional, productos, procesos, servitización, planeación estratégica, resolución de problemas, gestión de proyectos, transferencia de tecnología, gestión de I+D, protección y explotación de PI, responsabilidad y economía social, innovación sostenible, gestión de la creatividad y talento, gestión del emprendedurismo, pronósticos, prospectiva y vigilancia, capital de riesgo y gestión financiera.

Tabla 18. (Continuación) Resumen de las características de los modelos correspondientes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Nombre del modelo	Año	Enfoque/modelo en que se basa	Inicia con	Aportación
El modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge (Geissdoerfer et al., 2017).	2017	Modelo de negocios	Definir el propósito de la innovación del modelo de negocio y los stakeholders clave; se idea tanto la propuesta de valor como las primeras ideas conceptuales;	Consta de ocho fases o pasos secuenciales pero iterativos: ideación, diseño conceptual, prototipos virtuales, experimentación, diseño de detalles, pilotaje, lanzamiento, ajuste y diversificación, esto con el fin de proporcionar una mejor orientación a través del proceso de innovación del modelo de negocio con sus diferentes fases y actividades y mapear los desafíos potenciales de la brecha entre el diseño y la implementación para las empresas.
Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R) (Guertler et al., 2020)	2020	Investigación-Acción organizacional	Diagnóstico, plan de acción, ejecutando, evaluando, aprendizaje	AIM-R incluye cinco fases circulares: 1) análisis y elaboración; 2) planificación del proyecto; 3) ejecución de la acción; 4) reflexión y aprendizaje y; 5) comunicación y pivote.
Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria en la India (Ravi & Janodia, 2022).	2022	Modelo de transferencia de tecnología adoptado por la Universidad de Tel Aviv.	Descubrimiento e innovación, evaluación, patentamiento y estrategia de marketing, desarrollo de negocio, contrato de seguimiento.	Agrega: 1) resultados de investigación; 2) evaluación de tecnología (TRL); 3) evaluación de mercado; 4) viabilidad comercial

Capítulo 4. Metodología

En este capítulo se presenta la metodología elegida para la investigación, es decir, se describe cómo se llevó a cabo. En términos generales corresponde al plan de acción para orientar el proceso de la investigación y lograr con ello los objetivos planteados.

4.1 Tipo de investigación

La investigación se realizó a través de un método mixto. Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta para realizar inferencias, producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

Se eligió porque: a) permite obtener una visión más comprensiva sobre el planteamiento, así como un mayor entendimiento, ilustración o clarificación de los resultados de un método sobre la base de los resultados del otro; b) un enfoque puede proveerle al otro de hipótesis y soporte empírico; c) provee al estudio de un contexto más completo, profundo y amplio, pero al mismo tiempo generalizable y con validez externa; d) consolida los razonamientos y argumentaciones provenientes de la recolección y análisis de los datos por ambos métodos; e) apoya con mayor solidez las inferencias científicas derivadas, con lo que se refuerza la credibilidad general de los resultados y procedimientos.

La ejecución fue secuencial ya que primero se recolectaron y analizaron datos cuantitativos y en una segunda fase se analizan datos del método cualitativo, tal como se muestra en la figura 48.

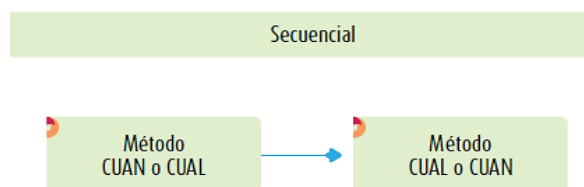


Figura 48. Secuencia de la investigación mixta. Fuente: (Hernández et al., 2014).

4.2 Secuencia de los métodos.

Esta investigación sigue las etapas que se muestran en la figura 49.

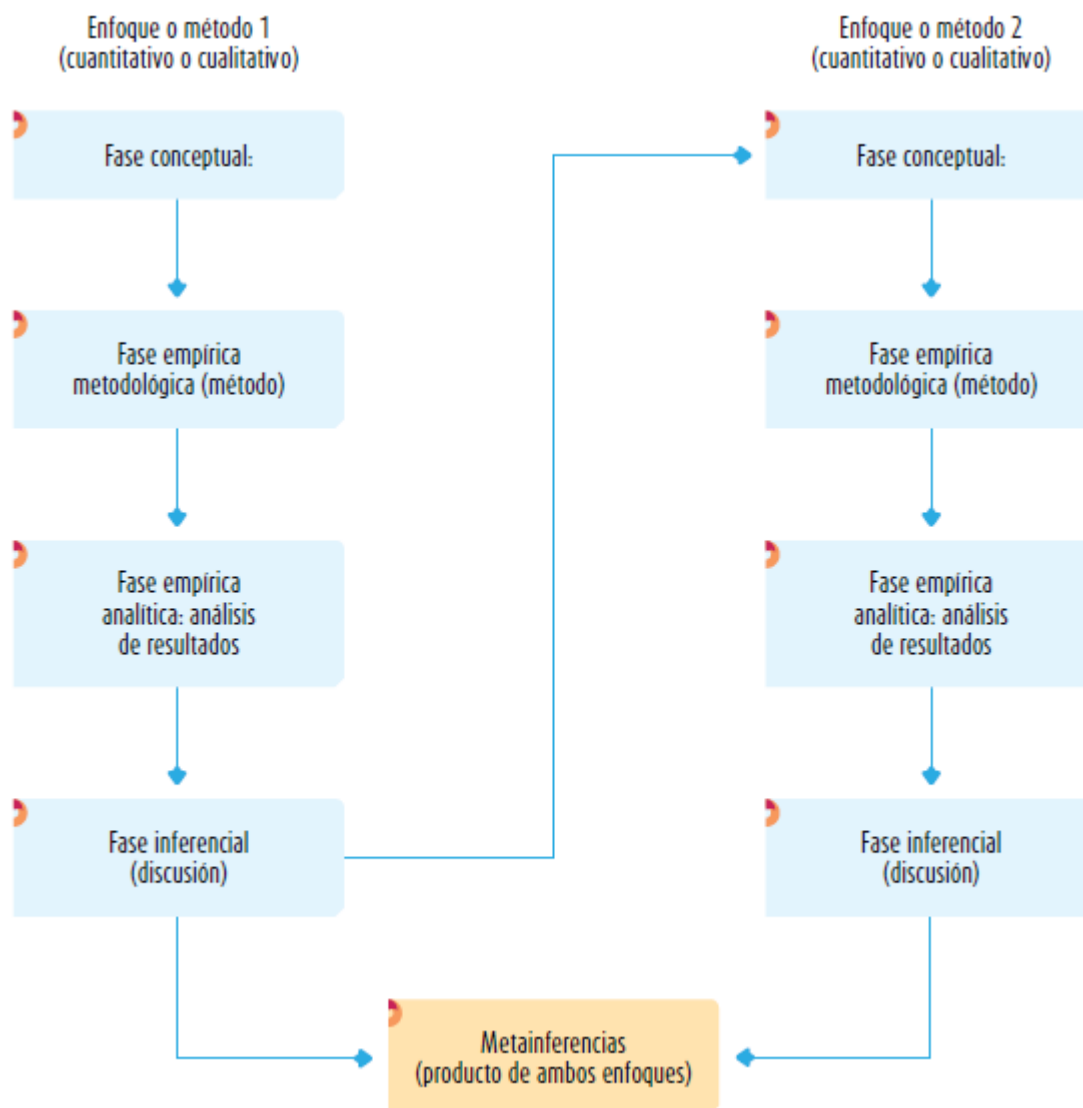


Figura 49. Procesos de los diseños mixtos secuenciales. Fuente: (Hernández et al., 2014).

4.3 Etapa1. Método cuantitativo

Se usa para probar una hipótesis con base en una medición numérica y un análisis estadístico para establecer patrones y probar teorías. El alcance fue de tipo descriptivo ya que a través de ellos se busca especificar las propiedades,

características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, por lo que es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas (R. S. Hernández et al., 2014).

4.3.1 Variables

Para determinar las variables a considerar para este estudio, se procedió a realizar un análisis de las funciones que los autores identifican como vacíos en el proceso de desarrollos tecnológicos en las IES con el fin de clasificarlas de acuerdo con áreas de conocimiento relacionadas al desarrollo de tecnología y Transferencia Tecnológica. El análisis realizado se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Clasificación de los vacíos identificados en la literatura.

Vacío identificado en las IES	Clasificación
Falta de Oficinas de TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA o bien, departamentos de vinculación que tengan como función predominante mantener una relación con la industria con el fin de catapultar proyectos científicos y tecnológicos (Benitez-Abarca & Rubio-Toledo, 2020).	Vinculación Universidad-Empresa
Falta de infraestructura básica, sistemas de información y herramientas metodológicas que soporten el desarrollo de tecnología y su transferencia (Ponce Jaramillo & Güemes Castorena, 2016). Se percibe una ausencia de gestión tecnológica (Benítez et al., 2018; Ramírez & Royero, 2019; J. Solleiro & González, 2016). No se aplican herramientas como la vigilancia tecnológica para la actualización de los productos, no se hacen servicios de mercadeo para un adecuado proceso de negociación y transferencia de tecnología (Meza & Delzo, 2017). Los investigadores no identifican los requisitos de pertinencia y oportunidad que debe cumplir una tecnología para ser competitiva a nivel industrial (Pérez-Hernández & Calderón-Martínez, 2014).	Gestión de tecnología
Ausencia de componentes metodológicos relacionados con la gestión de proyectos de ciencia, tecnología e innovación (Martínez et al., 2018; Parakhina et al., 2017), lo que ha impedido que los criterios empresariales influyan en el diseño e implementación de los resultados científicos en la práctica productiva (Benítez et al., 2018). Ausencia de planeación de tiempo, costos, calidad, y riesgos del proyecto (Morales et al., 2014; Rocha & Romero, 2012; Solange & Silva, 2018).	Gestión de proyectos

Vacío identificado en las IES	Clasificación
Muchos de los desarrollos se encuentran en etapa embrionaria y no se conoce su potencial comercial (Munari et al., 2017). Existe una debilidad en los procesos de valoración tecnológica para la evaluación y aprobación de las tecnologías que serán objeto de TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA (Jiménez & Castellanos, 2013; Nuñez & Montalvo, 2015). Esquemas para evaluar tecnologías y de condiciones que motiven a los investigadores a avanzar hacia fases finales de la I+D+i (Jiménez-Medina et al., 2021).	Evaluación tecnológica
No existe una correcta valuación de los productos generados en el proceso de investigación (Medellín Cabrera & Arellano, 2019), Rara vez se generan ingresos suficientes para recuperar la inversión inicial que resultó en las tecnologías o servicios en cuestión (Solange & Silva, 2018),	Valuación tecnológica
La información entregada por los inventores incluyen sólo costos de desarrollo y producción a nivel laboratorio, pero no un paquete tecnológico integrado (Medellín Cabrera & Arellano Arellano, 2019). Falta de criterios empresariales que podrían influir en el diseño e implementación de los resultados científicos en la práctica productiva (Benítez et al., 2018).	Comercialización
Falta de disponibilidad de capital de riesgo y esquemas de alianzas estratégicas (Yeverino & Álvarez, 2019). Financiamiento limitado (Jiménez-Medina et al., 2021).	Financiamiento
Se considera que incluso, el “valle de la muerte” en el desarrollo de tecnologías, está estrechamente relacionado con la falta de vínculos adecuados para conformar redes académicas de apoyo en el desarrollo de tecnologías (Arciénaga et al., 2018). Falta de cooperación con otras instituciones, empresas o centros de investigación (Jiménez-Medina et al., 2021)	Alianzas estratégicas

Fuente: información obtenida a partir de los autores citados.

Por lo tanto, las variables a considerarse en este estudio son:

- Vinculación Universidad-Empresa
- Gestión de tecnología
- Gestión de proyectos
- Evaluación tecnológica
- Valuación tecnológica
- Comercialización
- Financiamiento
- Alianzas estratégicas

De acuerdo con Schuetzenmeister (2010), la gestión de la investigación puede llevarse a cabo desde cuatro enfoques:

1. Uno encaminado a la gestión de los sistemas nacionales de Investigación y Desarrollo.
2. Un nivel de organizaciones de financiamiento.
3. La administración de organizaciones de investigación, por ejemplo: universidades, centros de investigación, entre otros.
4. La gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación. En este nivel se da forma a las condiciones de trabajo, la estructura de oportunidades y las limitaciones.

Las variables identificadas se clasificaron por agrupamiento de acuerdo con estos enfoques con el fin de delimitar la investigación. Esta clasificación se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Clasificación de las variables del estudio.

Variable	Clasificación
Vinculación Universidad-Empresa	Administración de organizaciones de investigación (Adham et al., 2015; König et al., 2013; Naderibeni & Radovic, 2020; Novela et al., 2021)
Gestión de tecnología	Gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación (Arciénaga et al., 201(Bazan, 2019)8)
Gestión de proyectos	Gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación (Arciénaga et al., 2018; Bayona et al., 2018; Bazan, 2019; Guertler et al., 2020)
Evaluación tecnológica	Gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación (Ravi & Janodia, 2022)
Valuación tecnológica	Gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación (Ravi & Janodia, 2022)
Comercialización	Administración de organizaciones de investigación (Adham et al., 2015; Naderibeni & Radovic, 2020)
Financiamiento	Administración de organizaciones de investigación (Kowang et al., 2015; Novela et al., 2021)
Alianzas estratégicas	Administración de organizaciones de investigación (König et al., 2013)

Fuente: información obtenida a partir de los autores citados.

Debido a que esta investigación está orientada hacia el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos generados en las IES, y por tanto está relacionado al enfoque de “gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación”, es que en este estudio sólo nos enfocaremos en las siguientes variables:

- Gestión de tecnología
- Gestión de proyectos
- Evaluación tecnológica
- Valuación tecnológica

4.3.2 Preguntas de investigación

Las preguntas que se planea contestar en esta fase son las siguientes:

- ¿Qué porcentaje de los investigadores de las IES bajo estudio siguen procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica?
- ¿Qué porcentaje de las IES bajo estudio tienen implantados procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica?

4.3.3 Hipótesis.

Se plantean hipótesis descriptivas con el fin de intentar predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar.

H1: “Menos del 50% de los investigadores de las IES bajo estudio llevan a cabo procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica”.

H2: “Menos del 50% de las IES bajo estudio tienen procesos implantados referentes la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica”.

4.3.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue no experimental y transeccional descriptivo.

- Los diseños no experimentales se realizan sin manipular deliberadamente las variables. En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.
- Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.
- Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas ya sea de pronóstico de una cifra o valores (R. S. Hernández et al., 2014).

4.3.5 Población

La población que se consideró para esta investigación fue la de investigadores que laboran en alguna de las IES pertenecientes a los subsistemas del Tecnológico Nacional de México (TecNM) y el de Universidades Tecnológicas y Politécnicas del Estado de Puebla, ya que a pesar de ser dos de los subsistemas más grandes en el Estado, no destacan en los rankings de Transferencia Tecnológica (Pérez Santos, 2018).

El total de la población es de 721 tal como se muestra en la tabla 21.

En este punto es conveniente hacer las siguientes acotaciones:

1. En cuanto a los Institutos Tecnológicos sólo se consideraron a los Descentralizados del Estado de Puebla.
2. Para esta investigación se consideran como investigadores a todos aquellos docentes que son PTC y realizan proyectos de Investigación y Desarrollo.
3. Los datos se refieren al segundo trimestre del año 2021.

Tabla 21. Población considerada para la investigación.

Subsistema	Número de IES	Número de investigadores
Institutos Tecnológicos (Descentralizados)	14	243
Universidades Tecnológicas	7	422
Universidades Politécnicas	3	56
Total	24	721

Fuente: <https://transparencia.puebla.gob.mx/>

4.3.6 Muestra

La muestra fue de tipo probabilístico y estratificada (R. S. Hernández et al., 2014) con el fin de lograr reducir la varianza de cada unidad de la media muestral (Kalton y Heeringa, 2003).

Para determinar el tamaño de la muestra estratificada se aplicó la fórmula propuesta en (R. S. Hernández et al., 2014):

$$ksh = \frac{nh}{Nh}$$

Donde:

Nh = Total de la población

nh = Tamaño de la muestra

Para obtener el valor de nh se utilizó la formula:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Z^2 pq + d^2 (N-1)}$$

Donde:

$$N=721$$

$$Z=1.96$$

$$p=0.50 \text{ Proporción esperada}$$

$$q=1-p$$

$$d=0.05 \text{ Error admisible}$$

Por tanto, el valor de n_h es de 251 investigadores. Al aplicar la fórmula para la muestra estratificada, el resultado que se obtiene es 0.3481.

De manera que de acuerdo a (R. S. Hernández et al., 2014), el total de la subpoblación se multiplicará por esta fracción constante para obtener el tamaño de la muestra para el estrato. Los resultados se muestran en la tabla 22.

Tabla 22. Tamaño de muestra para cada estrato.

Subsistema	Población por estrato	Muestra
institutos Tecnológicos (Descentralizados)	243	85
Universidades Tecnológicas	422	147
Universidades Politécnicas	56	20
Total	721	288

4.3.7 Recolección de datos

El instrumento a través del cual se hizo la recolección de la información fue un cuestionario de 25 preguntas cerradas divididas en tres grupos: 1) información general; 2) contexto de profesionalización del proceso de Transferencia Tecnológica y 3) colaboración con el sector productivo.

El objetivo del cuestionario fue:

- a) Indagar si las IES tenían implantados procesos relacionados con la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica, para llevar sus desarrollos tecnológicos para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica.
- b) Indagar si los investigadores que laboran en ellas seguían procesos relacionados con la vinculación universidad-empresa, gestión de tecnología,

gestión de proyectos, evaluación tecnológica, valuación tecnológica, procesos de Transferencia Tecnológica, financiamiento y alianzas estratégicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica.

Para obtener la versión final del documento se siguieron las siguientes fases:

- Primero por el asesor para revisar que se estaban abordando las brechas identificadas, evitar que hubiese aspectos redundantes y que los términos que se utilizaban no fuesen tan técnicos para que fuese lo más comprensible posible para los encuestados.
- Una vez realizadas las adecuaciones fue presentado ante los integrantes de los Cuerpos académicos del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco para que realizaran una prueba piloto para identificar la claridad de las preguntas. De esta prueba piloto se obtuvo retroalimentación que sirvió para mejorar el instrumento y finalmente aplicarlo.
- Se le hicieron las modificaciones y una semana después se les volvió a presentar con el fin de que volvieran a contestarlo. La finalidad fue verificar si respondían de manera similar en las dos ocasiones (método test-retest).

La encuesta realizada se muestra en el Anexo 1.

4.4 Etapa 2. Método cualitativo

En esta etapa se busca contestar a dos preguntas de investigación:

- ¿Qué elementos y procesos se han considerado en modelos, marcos conceptuales o metodologías para desarrollar tecnologías en las IES?,
- ¿Qué secuencia debería seguir la integración de los procesos de gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas en un marco que guíe el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos en las IES y caracterizarlos hacia la Transferencia Tecnológica?

Para contestar a la primera pregunta se realizó una revisión integrativa de literatura de acuerdo con (Torraco, 2005) entre diferentes autores que han

realizado aportes al cuerpo teórico del tema, utilizando la metodología de búsqueda y evaluación para inclusión de (Xiao y Watson, 2019).

Basado en la búsqueda de criterios, se identificaron inicialmente 187 artículos. El criterio de inclusión y exclusión utilizado fue el de identificar estudios referidos a marcos conceptuales, modelos, metodologías o enfoques relacionados a la gestión de la investigación y de la innovación en las universidades, también llamadas en la literatura como Instituciones de Educación Superior.

Primero se removieron los duplicados (N=30) y se excluyeron artículos debido a que no eran relevantes, eran revisiones, no estaban en inglés o español, no se encontró el texto completo (N=51). Se revisaron los resúmenes o abstracts de 106 artículos para asegurar que el enfoque buscado era el correcto. Se excluyeron 49 y se seleccionaron 57 basado en el criterio de inclusión.

En la siguiente etapa, los 57 estudios se clasificaron de acuerdo con Schuetzenmeister (2010), por lo que quedaron clasificados en 4 enfoques: 1) gestión de los sistemas nacionales de Investigación y Desarrollo; 2) nivel de organizaciones de financiamiento; 3) administración de organizaciones de investigación, universidades, centros de investigación, entre otros y; 4) gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación. Como esta investigación se remitirá al enfoque 4, pero para ello debe contextualizarse tomando como base el enfoque 3, es que se consideraron sólo los que se clasificaban en cualquiera de esos 2 enfoques, quedando sólo 11. El proceso que se siguió en esta fase se muestra en la figura 50.

Posteriormente se utilizó un diseño de investigación en teoría fundamentada, ya que este informa sobre las categorías del proceso, sus vínculos y también explica el proceso o fenómeno.

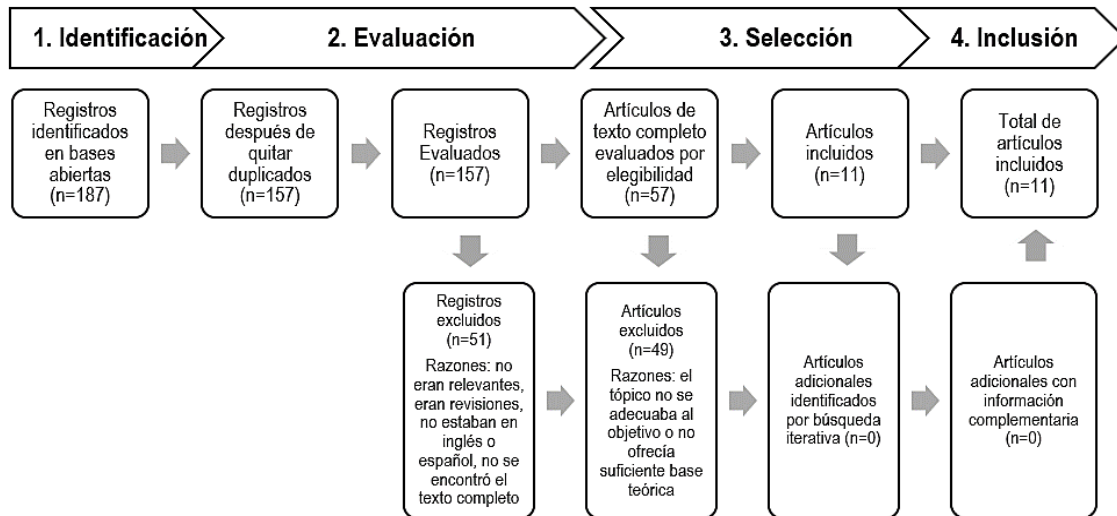


Figura 50. Proceso de revisión de literatura. Basado en (Torraco, 2005; Xiao y Watson, 2019).

La teoría fundamentada tiene como rasgo principal que los datos se categorizan con codificación abierta, luego el investigador organiza las categorías resultantes en un modelo de interrelaciones (codificación axial), que representa a la teoría emergente y explica el proceso o fenómeno de estudio (codificación selectiva). El resultado final es un conjunto de proposiciones interrelacionadas (Hernández et al., 2014).

El resumen de la metodología que se sigue en esta investigación se muestra en la figura 51.



Figura 51. Metodología seguida para esta investigación.

Capítulo 5. Resultados

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos después de seguir la metodología planteada en el capítulo anterior.

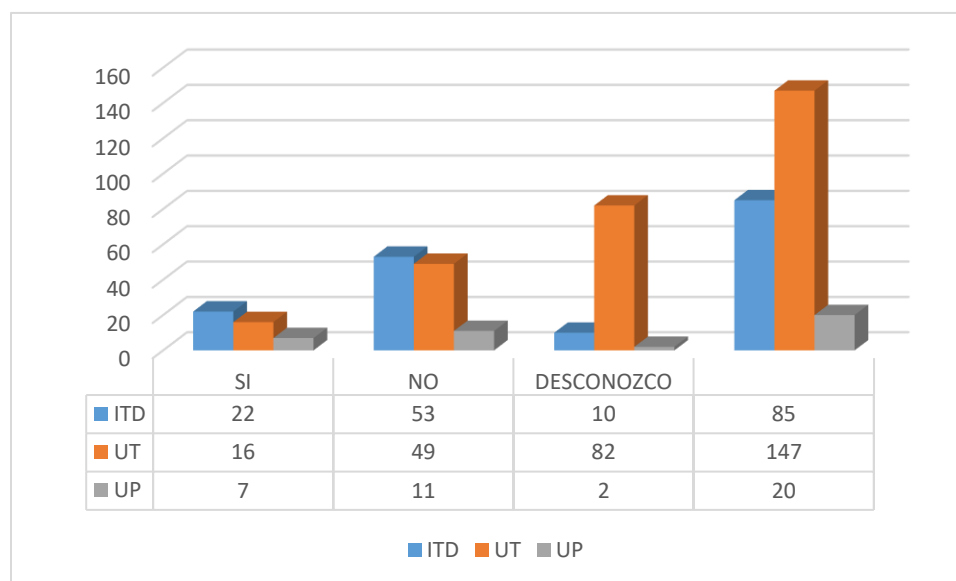
5.1 Resultados etapa 1

El cuestionario fue contestado por un total de 220 PTC de las Universidades Tecnológicas, 43 PTC de las Universidades Politécnicas y a 131 PTC de los Institutos Tecnológicos Descentralizados y de entre ellas se seleccionaron al azar las respuestas de acuerdo con el tamaño de muestra estratificada.

Las variables se describen en dos dimensiones: institucional e individual y los resultados obtenidos se muestran a continuación.

a) Variable: Gestión de tecnología.

En la Gráfica 5 se observa la frecuencia de respuestas a la pregunta sobre si en la Institución tenían implantado algún proceso relativo a la vigilancia tecnológica, y estudios de mercado.



Gráfica 5. Distribución de frecuencia a la pregunta procesos institucionales de Gestión tecnológica.

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

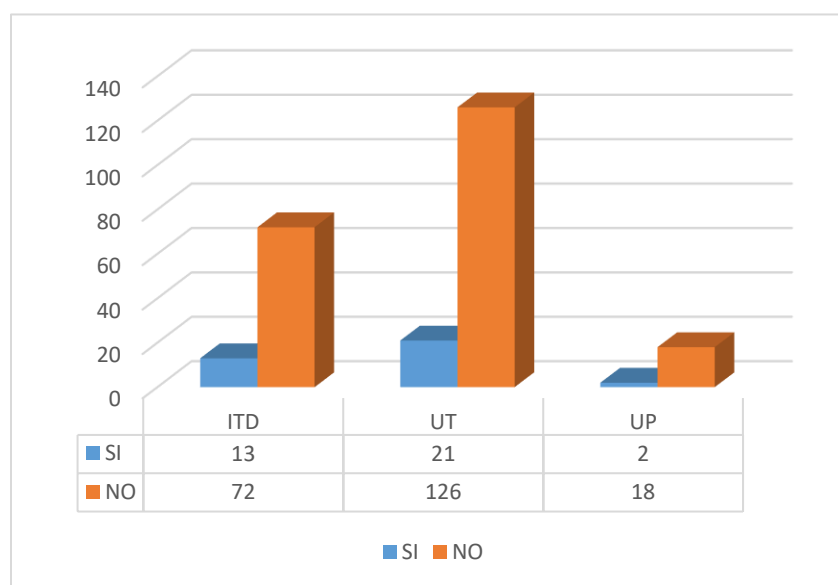
Por subsistema los porcentajes obtenidos se muestran en la tabla 23.

Tabla 23. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de Gestión tecnológica.

	SI	NO	DESCONOZCO	TOTAL
ITD	26%	62%	12%	100%
UT	11%	33%	56%	100%
UP	35%	55%	10%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

En la Gráfica 6 se observa la frecuencia de respuestas a la pregunta sobre si de manera individual utilizaban algún proceso relacionado la vigilancia tecnológica, y estudios de mercado.



Gráfica 6. Distribución de frecuencia a la pregunta procesos individuales de Gestión tecnológica.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Por subsistema los porcentajes obtenidos se muestran en la tabla 24.

Tabla 24. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de Gestión tecnológica.

	SI	NO	TOTAL
ITD	15%	85%	100%
UT	14%	86%	100%
UP	10%	90%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

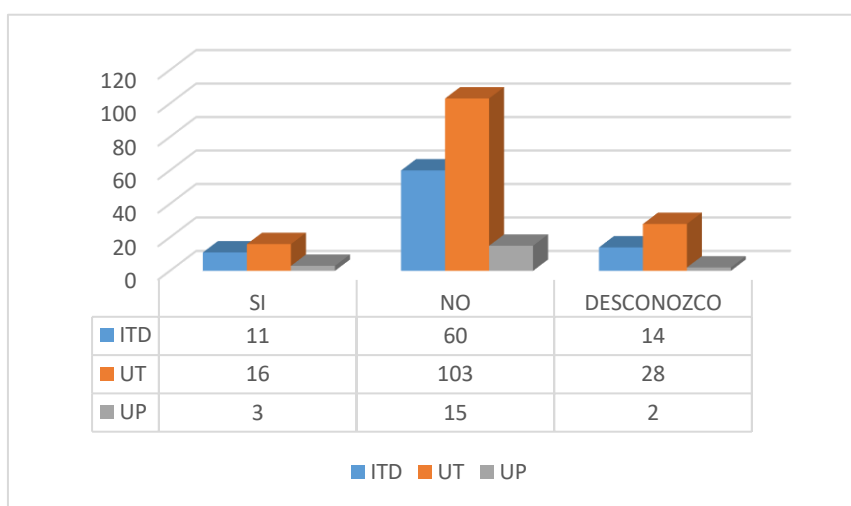
Los resultados que arroja la encuesta sobre esta variable (Gestión tecnológica), revelan que: 1) en los Institutos Tecnológicos Descentralizados (ITD) y en las

Universidades Politécnicas (UP), más del 50% de los encuestados reconocen que no hay procesos institucionalmente implantados sobre ese tópico; 2) en las Universidades Tecnológicas (UT) el 56% de los encuestados reconocieron desconocer si existen procesos implantados sobre Gestión Tecnológica a nivel institucional.

Por otra parte, en cuanto a si siguen de manera individual procesos relacionados con gestión de tecnología (estudios de mercado y vigilancia tecnológica), el porcentaje de respuestas negativas es mayor al 80% para las IES de los dos subsistemas. Ahora bien, en cuanto a las respuestas positivas obtenidas es importante mencionar que al preguntarles sobre si al llevar a cabo el proceso de vigilancia tecnológica seguían alguna norma o estándar sólo 3 de los ITD dijeron que sí, y de las UT y UP, sólo 8 y 2 respectivamente. Al preguntarles cuál, sólo 4 mencionaron normas relacionadas a dicho proceso. Ello implicaría entonces que el porcentaje de investigadores que no aplica procesos de vigilancia tecnológica es mayor al 90%.

b) Variable: Gestión de proyectos.

El resultado obtenido en la pregunta sobre si la Institución tenía implantado algún proceso para la gestión de proyectos de investigación y Desarrollo tecnológico, se muestra en la Gráfica 7.



Gráfica 7. Respuestas de los PTC – Proceso institucional de Gestión de proyectos.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

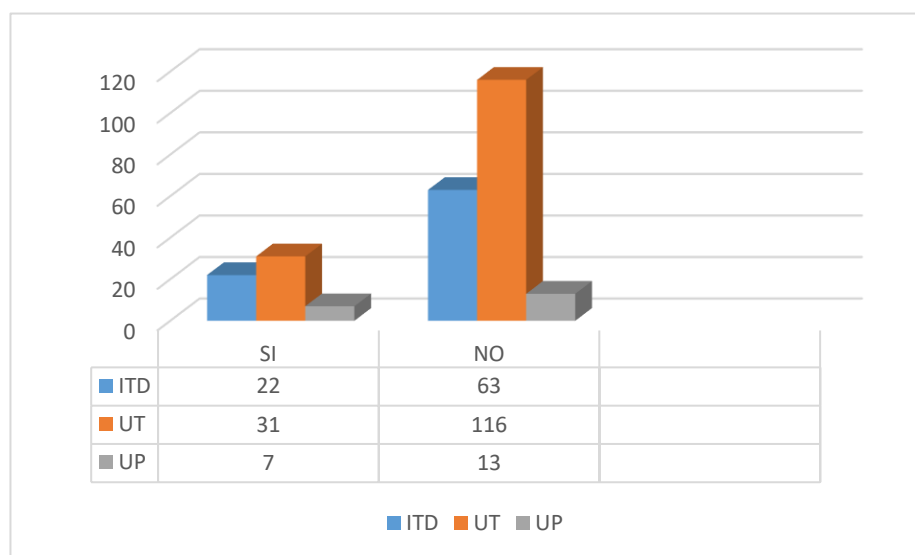
Por subsistema los porcentajes obtenidos se muestran en la tabla 25.

Tabla 25. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de Gestión de proyectos.

	SI	NO	DESCONOZCO	TOTAL
ITD	13%	71%	16%	100%
UT	11%	70%	19%	100%
UP	15%	75%	10%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

En cuanto a si los profesores gestionan a través de alguna metodología o herramienta los proyectos que desarrollan, los PTC contestaron lo que se muestra en la Gráfica 8.



Gráfica 8. Respuestas de los PTC – Proceso individual de Gestión de proyectos.

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Por subsistema los porcentajes de respuesta obtenidos se muestran en la tabla 26.

Tabla 26. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de Gestión de proyectos.

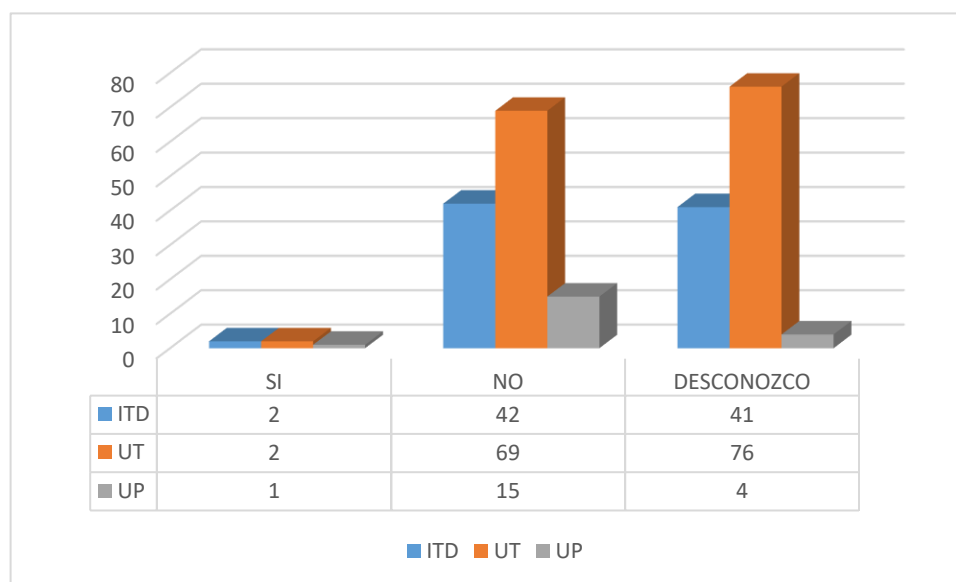
	SI	NO	TOTAL
ITD	26%	74%	100%
UT	21%	79%	100%
UP	35%	65%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Los resultados que arroja la encuesta sobre esta variable (Gestión de proyectos) revelan que: 1) al menos el 70% de las IES de los 2 subsistemas reconocen que de manera institucional no hay procesos implantados respecto a la Gestión de proyectos. En cuanto a, si de manera individual siguen alguna metodología o herramienta para gestionar los proyectos que desarrollan, al menos el 65% de los encuestados indicó que no. Es importante mencionar, que al preguntárseles cuál metodología, método o herramienta utilizaban para gestionar sus proyectos, sólo 12 de los que contestaron que si utilizaban alguna, mencionaron herramientas relacionadas a la gestión de proyectos, no así el resto, por lo que el porcentaje podría incrementarse hasta el 80%.

c) Variable: Evaluación tecnológica.

En lo que respecta a si las IES tienen implantados procesos para evaluar la madurez tecnológica de los desarrollos que se generan, la distribución de frecuencia de las respuestas se muestra en la Gráfica 9.



Gráfica 9. Respuestas de los PTC – Proceso institucional de Evaluación tecnológica.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

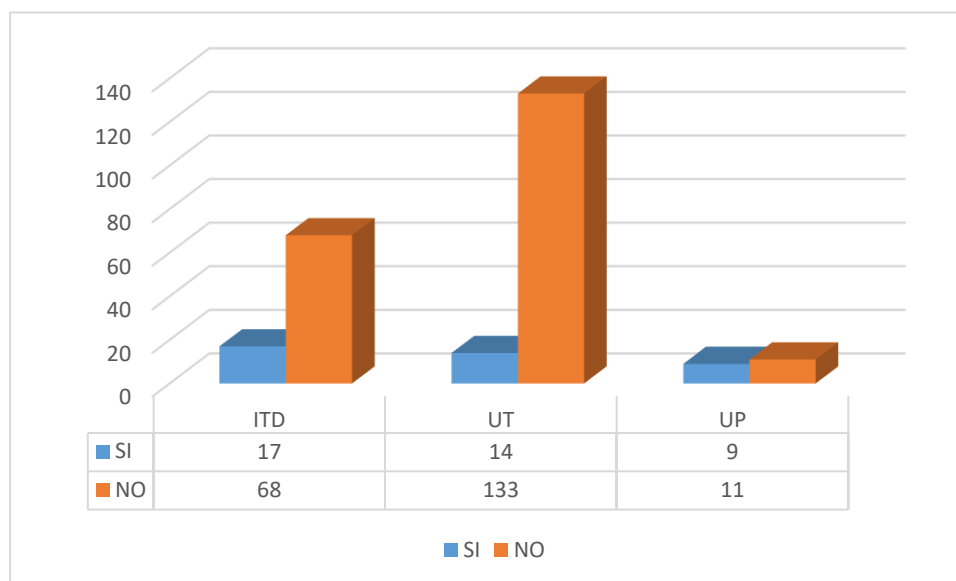
Por subsistema los porcentajes de respuesta obtenidos se muestran en la tabla 27.

Tabla 27. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de evaluación tecnológica.

	SI	NO	DESCONOZCO	TOTAL
ITD	2%	49%	48%	100%
UT	1%	47%	52%	100%
UP	5%	75%	20%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Sobre si los PTC utilizaban alguna técnica, método o herramienta para realizar esa evaluación de madurez tecnológica, contestaron los que se muestra en la Gráfica 10.



Gráfica 10. Respuestas de los PTC – Proceso individual de Evaluación tecnológica.

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Por subsistema los porcentajes de respuesta obtenidos se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de evaluación tecnológica.

	SI	NO	TOTAL
ITD	20%	80%	100%
UT	10%	90%	100%
UP	45%	55%	100%

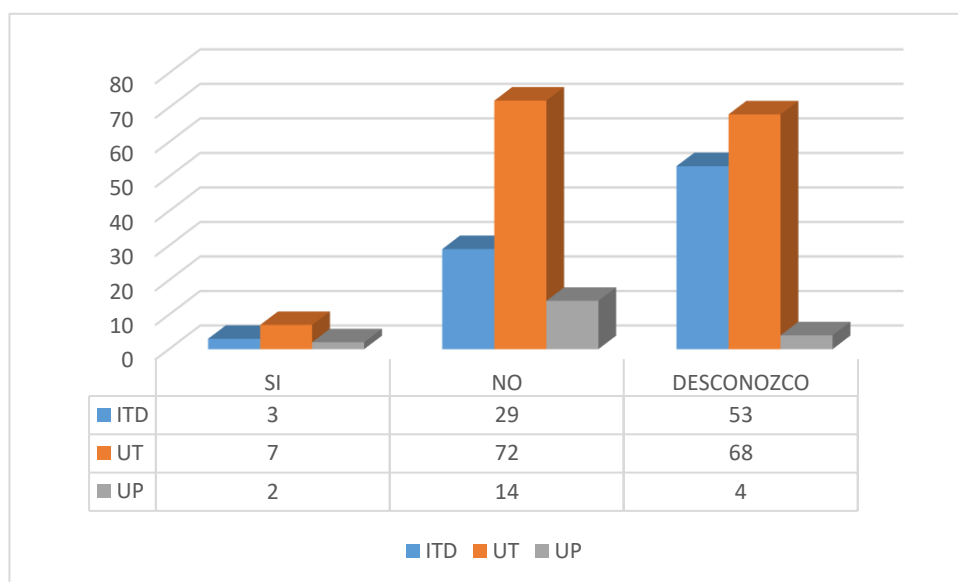
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Los resultados que arroja la encuesta sobre la variable Evaluación tecnológica (madurez de la tecnología) revelan que: 1) más del 90% de los encuestados reconocen que, sobre ese tópico, o bien no hay un proceso implantado en la IES que laboran, o lo desconocen; 2) de manera individual, más del 54% reconoce que no sigue proceso alguno relacionado a la evaluación de la madurez de los desarrollos tecnológicos. El porcentaje más alto de investigadores que menciona no seguirlo se encuentra en las UT.

En cuanto a las respuestas positivas, cabe resaltar que al preguntar sobre cuáles técnicas, métodos o herramientas utilizaban de manera individual para realizar esa evaluación de madurez tecnológica, sólo 19 hicieron alusión a alguna relacionada, no así el resto, por lo que el porcentaje de quienes no lo aplican puede elevarse a más del 90%.

d) Variable: Valuación tecnológica.

En cuanto al rubro de valuación tecnológica de los desarrollos, se les preguntó si en la IES que laboraban estaba implementado algún proceso, método, herramienta o técnica para determinar el valor económico de los desarrollos tecnológicos. Las respuestas a este planteamiento se muestran en la Gráfica 11.



Gráfica 11. Respuestas de los PTC – Proceso institucional para la Valuación tecnológica.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

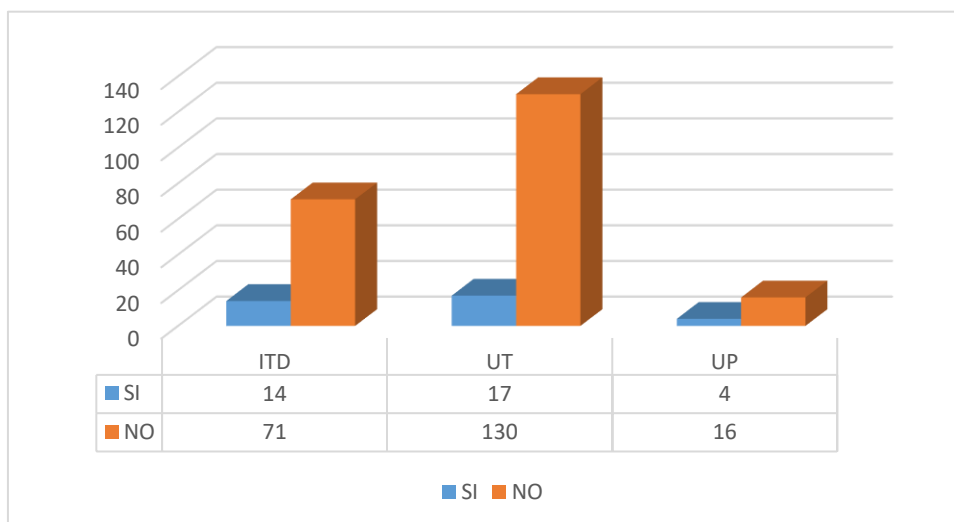
Los porcentajes de respuesta obtenidos por subsistema se muestran en la tabla 29.

Tabla 29. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos institucionales de valuación tecnológica.

	SI	NO	DESCONOZCO	TOTAL
ITD	4%	34%	62%	100%
UT	5%	49%	46%	100%
UP	10%	70%	20%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Asimismo, respecto a si los PTC aplican alguna técnica, método o herramienta para determinar el valor económico de un desarrollo tecnológico, contestaron lo que se muestra en la Gráfica 12.



Gráfica 12. Respuestas de los PTC – Proceso individual para la valuación tecnológica.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Los porcentajes de respuesta obtenidos por subsistema se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Porcentajes de respuesta a la pregunta procesos individuales de valuación tecnológica.

	SI	NO	TOTAL
ITD	16%	84%	100%
UT	12%	88%	100%
UP	20%	80%	100%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Asimismo, los resultados obtenidos con respecto a este rubro revelan que: 1) al menos el 90% de los encuestados reconoce que en la IES que labora no hay procesos relacionados a la valoración económica de los desarrollos en que participa; 2) de manera individual, al menos el 80% de las IES de los 2 subsistemas reconoce no llevar a cabo procesos relacionados a este tópico.

También es importante resaltar que al igual que en los otros casos, al revisar las respuestas sobre cuáles técnicas, herramientas o métodos utilizan para determinar el valor económico de los desarrollos tecnológicos, sólo 4 mencionan herramientas o métodos relacionados a ello, lo que implica que el porcentaje de quienes no los llevan a cabo puede elevarse por encima de un 90%.

5.1.1 Análisis de resultados etapa 1

A continuación, se muestran en la tabla 31 los resultados obtenidos en cada subsistema por cada una de las variables referidas.

Tabla 31. Tabla resumen de respuestas en cada variable.

IES	AFIRMATIVAS		NEGATIVAS		DESCONOZCO
	GESTIÓN TECNOLÓGICA				
	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL
ITD	26%	15%	62%	85%	12%
UT	11%	14%	33%	86%	56%
UP	35%	10%	55%	90%	10%
	GESTIÓN DE PROYECTOS				
	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL
ITD	13%	26%	71%	74%	16%
UT	11%	21%	70%	79%	19%
UP	15%	35%	75%	65%	10%
	EVALUACIÓN TECNOLÓGICA				
	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL
ITD	2%	20%	49%	80%	48%
UT	1%	10%	47%	90%	52%
UP	5%	45%	75%	55%	20%
	VALUACIÓN TECNOLÓGICA				
	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL
ITD	4%	16%	34%	84%	62%
UT	5%	12%	49%	88%	46%
UP	10%	20%	70%	80%	20%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Asimismo, se muestran en las tablas 32 a 34, los porcentajes obtenidos por tipo de respuesta otorgada a cada variable en las IES de cada subsistema.

Tabla 32. Tabla resumen de respuestas otorgadas a cada variable en los Institutos Tecnológicos Descentralizados.

ITD	AFIRMATIVAS		NEGATIVAS		DESCONOZCO
VARIABLE	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	
GESTIÓN TECNOLÓGICA	26%	15%	62%	85%	12%
GESTIÓN DE PROYECTOS	13%	26%	71%	74%	16%
EVALUACIÓN TECNOLÓGICA	2%	20%	49%	80%	48%
VALUACIÓN TECNOLÓGICA	4%	16%	34%	84%	62%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Tabla 33. Tabla resumen de respuestas otorgadas a cada variable en las Universidades Tecnológicas.

UT	AFIRMATIVAS		NEGATIVAS		DESCONOZCO
VARIABLE	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	
GESTIÓN TECNOLÓGICA	11%	14%	33%	86%	56%
GESTIÓN DE PROYECTOS	11%	21%	70%	79%	19%
EVALUACIÓN TECNOLÓGICA	1%	10%	47%	90%	52%
VALUACIÓN TECNOLÓGICA	5%	12%	49%	88%	46%

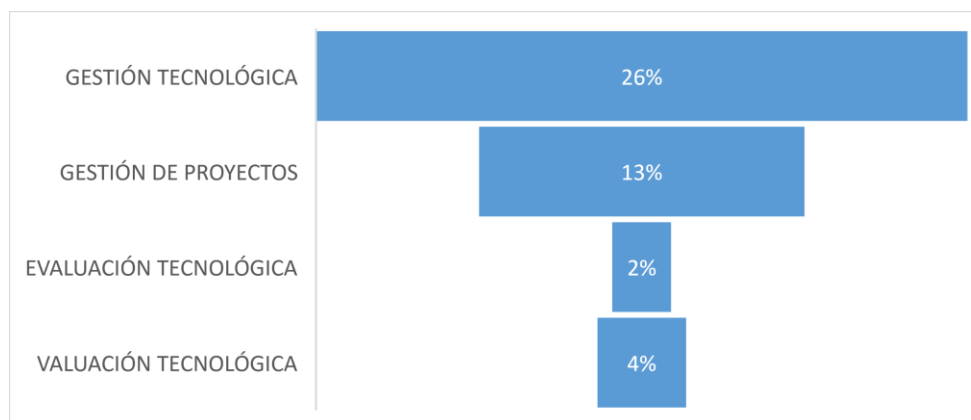
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Tabla 34. Tabla resumen de respuestas otorgadas a cada variable en las Universidades Politécnicas

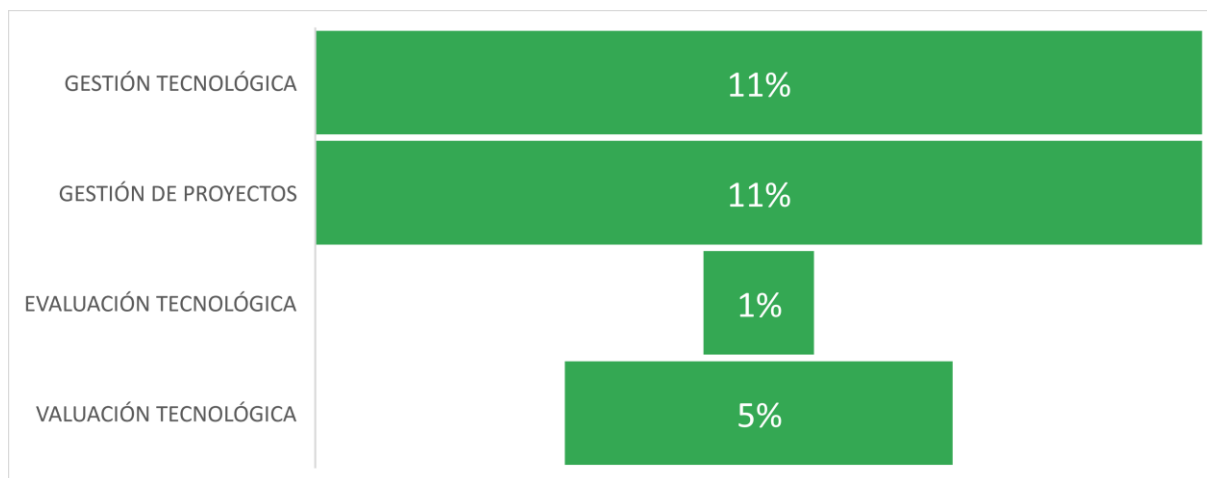
UP	AFIRMATIVAS		NEGATIVAS		DESCONOZCO
VARIABLE	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	INSTITUCIONAL	INDIVIDUAL	
GESTIÓN TECNOLÓGICA	35%	10%	55%	90%	10%
GESTIÓN DE PROYECTOS	15%	35%	75%	65%	10%
EVALUACIÓN TECNOLÓGICA	5%	45%	75%	55%	20%
VALUACIÓN TECNOLÓGICA	10%	20%	70%	80%	20%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

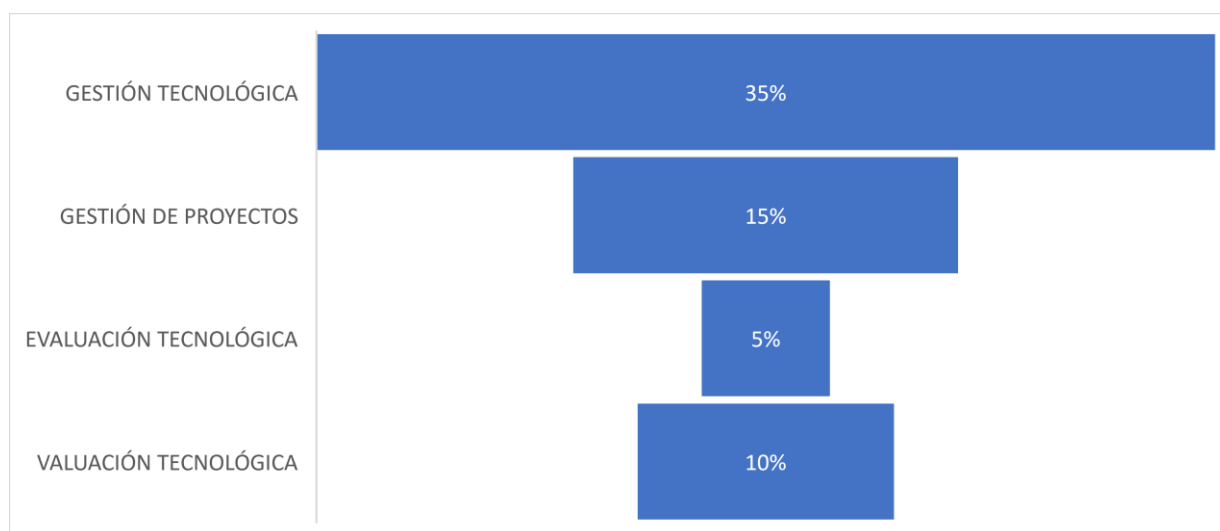
A continuación, en las gráficas 13 a 15 se muestran los resultados de las respuestas afirmativas contabilizadas a nivel institucional en cada subsistema y clasificadas por variable.



Gráfica 13. Porcentaje de respuestas afirmativas contabilizadas para cada variable en los Institutos Tecnológicos Descentralizados – Enfoque institucional.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*



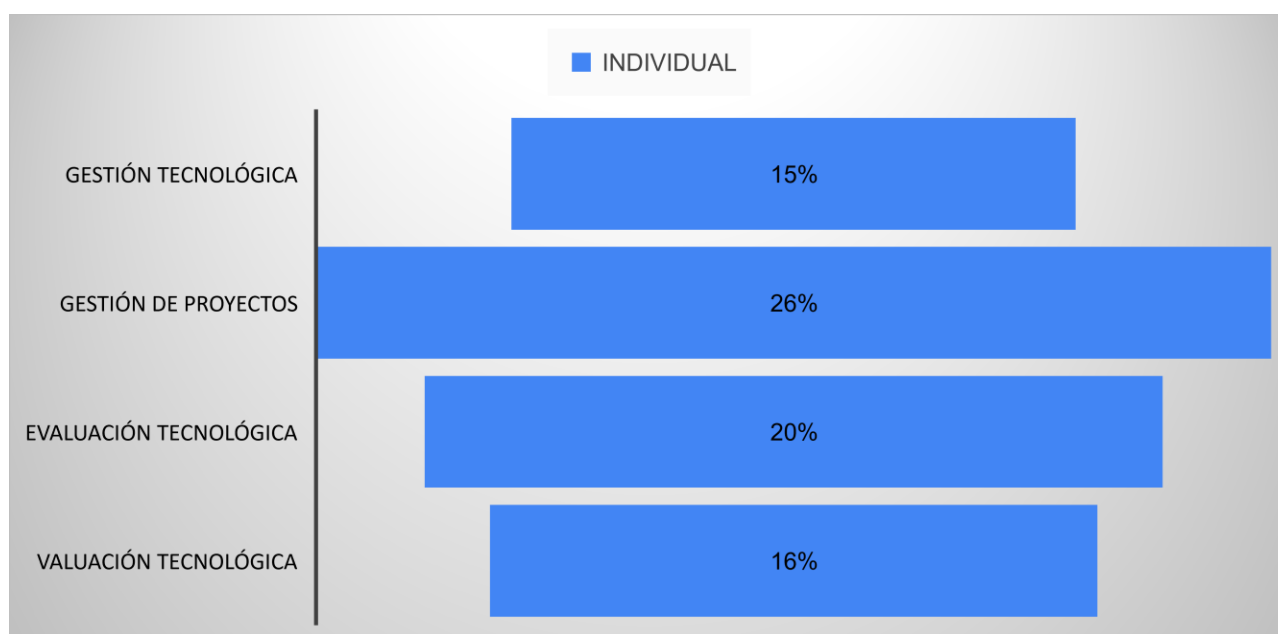
Gráfica 14 Porcentaje de respuestas afirmativas contabilizadas para cada variable en las Universidades Tecnológicas – Enfoque institucional.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*



Gráfica 15. Porcentaje de respuestas afirmativas contabilizadas para cada variable en las Universidades Politécnicas – Enfoque institucional.

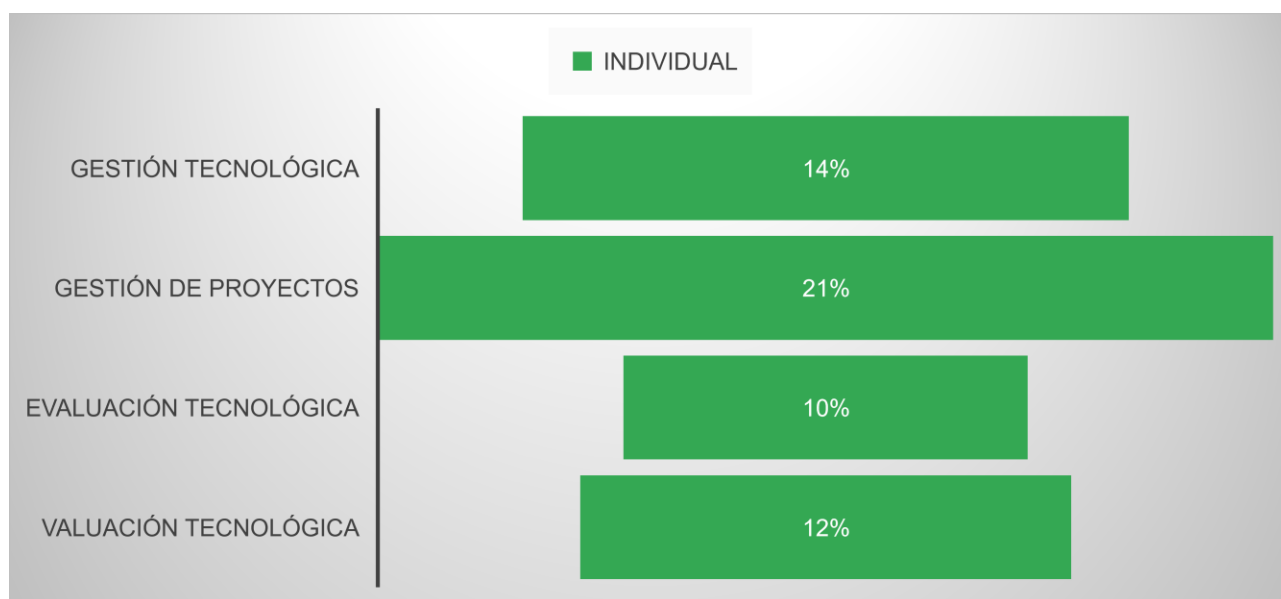
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

En las gráficas 16 a 18 se muestran los resultados de las respuestas afirmativas contabilizadas a nivel individual en cada subsistema y clasificadas por variable.



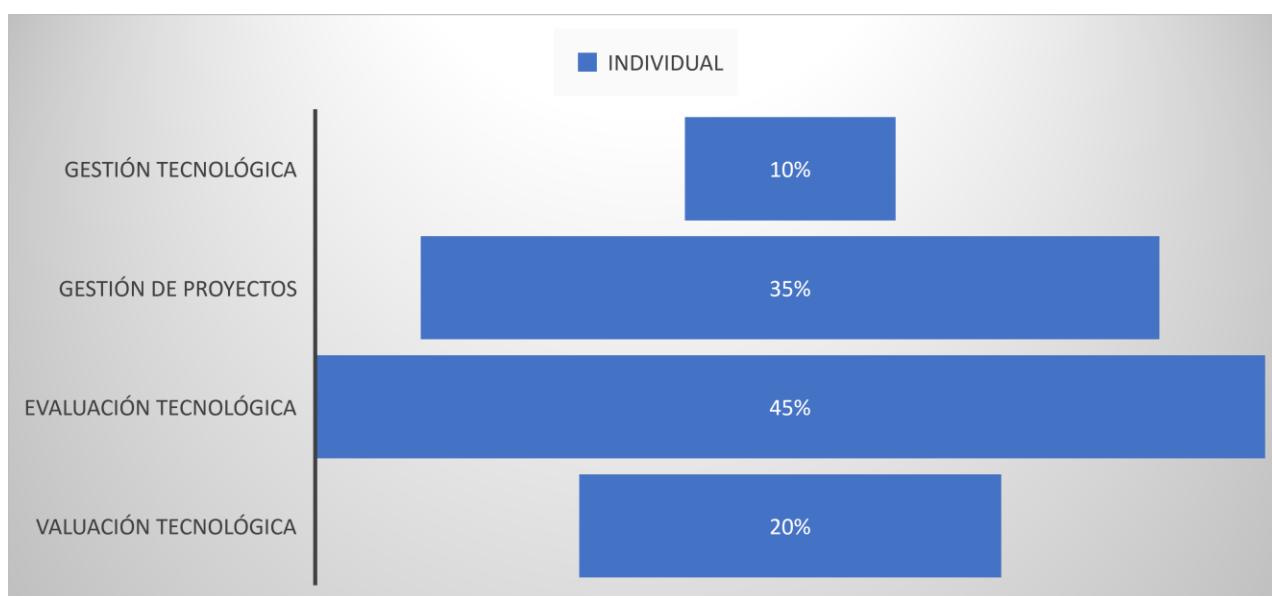
Gráfica 16. Porcentaje de respuestas afirmativas contabilizadas para cada variable en los Institutos Tecnológicos Descentralizados – Enfoque individual.

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*



Gráfica 17. Porcentaje de respuestas afirmativas contabilizadas para cada variable en la Universidades Tecnológicas – Enfoque individual.

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*



Gráfica 18. Porcentaje de respuestas afirmativas contabilizadas para cada variable en la Universidades Politécnicas – Enfoque individual.

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.*

Después del análisis realizado, se listan los siguientes hallazgos:

- De las cuatro variables, a la que le dieron menor número de respuestas afirmativas en el ámbito institucional fue a la de evaluación tecnológica, seguida de la valuación tecnológica.
- Asimismo, la de mayor número de respuestas positivas fue la de gestión tecnológica institucional.
- La variable que mayor número de respuestas negativas tuvo en el ámbito institucional fue gestión de proyectos.
- La opción “desconozco” tuvo mayor número de elegibilidad para las variables evaluación y valuación tecnológica.
- En lo individual, la que menor número de respuestas afirmativas obtuvo fue la variable de Gestión tecnológica y, la de mayor número de respuestas afirmativas, la de gestión de proyectos.
- En lo individual, la variable que obtuvo el mayor número de respuestas negativas fue gestión tecnológica, seguida de valuación tecnológica.
- En la sumatoria de porcentajes entre las respuestas negativas y “desconozco”, la de mayor porcentaje fue la variable de evaluación tecnológica.
- Por IES de cada subsistema, los que mayor número de respuestas positivas obtuvieron en todas las variables a nivel institucional fueron las Universidades Politécnicas.
- Por IES de cada subsistema, los que mayor número de respuestas positivas obtuvieron a nivel individual en la variable Gestión de tecnología, fueron los Institutos Tecnológicos Descentralizados.
- Por IES de cada subsistema, los que mayor número de respuestas positivas obtuvieron a nivel individual en las variables Gestión de proyectos, Evaluación de tecnología y Valuación de tecnología fueron los de las Universidades Politécnicas.
- Por IES de cada subsistema, la variable que más se desconoce esté institucionalizada en los Institutos Tecnológicos Descentralizados es la de Valuación tecnológica. En las Universidades Tecnológicas es la de Gestión

tecnológica y, en las Universidades Politécnicas son las de Evaluación y Valuación tecnológica.

- Resulta importante recalcar que debido a que, en las respuestas positivas de cada una de las variables, al cuestionar sobre qué utilizaban para realizar el proceso, las respuestas no eran congruentes, por lo que se puede inferir que hay confusión en el uso del término técnico utilizado.

5.1.2 Interpretación de los resultados etapa 1

Después de realizar esta encuesta con el fin de medir información de las variables referidas y probar las hipótesis planteadas:

H1: “Menos del 50% de los investigadores de las IES bajo estudio llevan a cabo procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la TT”.

H2: “Menos del 50% de las IES bajo estudio tienen procesos implantados referentes la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la TT”.

Se puede concluir que:

1. **La H1 no se rechaza**, ya que menos del 50% de los investigadores en las IES de los dos subsistemas (TecNM y STyP) llevan a cabo procesos referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica en la generación de desarrollos tecnológicos, tal como se ha mostrado en las Gráficas 13 a 15.
2. **La H2 no se rechaza**, ya que menos del 50% de las IES de los dos subsistemas (TecNM y STyP) tienen procesos implantados referentes a la gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para la generación de desarrollos tecnológicos, tal como se ha mostrado en las Gráficas 16 a 18.

5.2 Resultados de la etapa 2

Como resultado de la revisión integrativa de literatura, se encontraron 11 modelos y marcos que ofrecen diferentes elementos que pueden cubrir las brechas y carencias encontradas en la literatura y confirmadas en la investigación en campo.

5.2.1 Desagregación de los constituyentes en los marcos elegidos

A continuación, se presentan estos modelos y marcos, así como sus elementos constituyentes, con los que se elaboró un nuevo marco que pretende responder de manera integral a la necesidad de cubrir las brechas encontradas en los procesos de investigación y desarrollo tecnológico en las IES que desean llevar sus desarrollos hacia la TT.

5.2.1.1 Conceptos base

En la tabla 35 se sintetizan los conceptos base de los modelos y marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación.

Tabla 35. Conceptos base de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación.

Autor	Modelo o Marco	Concepto base
Adham et al., 2015	Marco universitario de investigación viable (VSM)	Las universidades de investigación requieren cinco funciones principales para operar como un sistema viable.
Kowang et al., 2015	Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria	Los factores contextuales de la gestión de la innovación tienen un efecto directo en el rendimiento de la innovación.
König et al., 2013	Marco para estructurar la gestión de la investigación interdisciplinaria	Consta de cuatro campos de gestión esenciales relacionados con la literatura existente sobre gestión de proyectos de investigación inter y transdisciplinarios.
Naderibeni & Radovic, 2020	Marco de investigación empresarial universitaria	Diseñado como guía para que los responsables de la formulación de políticas y los planificadores de la educación superior desarrollen un enfoque empresarial en las investigaciones académicas.
Novela et al., 2021	Modelo institucional de universidad emprendedora	La gestión de alto nivel es el poder impulsor que juega un papel dominante en la determinación de la dirección de la universidad para convertirse en emprendedora.

Fuente: *Elaboración propia con base en los autores citados.*

En la tabla 36 se sintetizan los conceptos base de los modelos y marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Tabla 36. Conceptos base de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación

Autor	Modelo o Marco	Concepto base
Guertler et al., 2020	Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R)	Orientar la práctica aplicada en colaboración con profesionales, que se centra simultáneamente en la resolución de problemas prácticos y en la expansión del conocimiento científico.
Bayona et al., 2018	Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK	Contar con un sistema de Gestión de Proyectos que responda a los requerimientos de adaptabilidad y flexibilidad, así como la eficiencia en la asignación de recursos para una gestión exitosa.
Arciénaga et al., 2018	Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior	Resolver los cuellos de botella comunes en el proceso de innovación y desarrollo conocidos como la “Paradoja Europea” o la “Brecha Innovadora Latinoamericana”, conocidas también como el “valle de la muerte”.
Geissdoerfer et al., 2017	Proceso de Innovación del Modelo de Negocios de Cambridge	Muestra cómo ocurre la innovación del modelo de negocio en la práctica, y proporciona orientación sobre cómo se debería llevar a cabo idealmente el modelo de negocio sostenible en las organizaciones.
Bazan (2019)	Marco de investigación y desarrollo traslacional para vincular la investigación universitaria en ciencia e ingeniería con resultados comerciales	Medio para tratar de agilizar el tiempo que lleva convertir los descubrimientos científicos básicos en aplicaciones prácticas incorporando las mejores prácticas de la gestión de proyectos (PM) y el desarrollo de nuevos productos (NPD).
Ravi y Janodia, 2022	Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria (TTUI) en la India	Si la nueva tecnología cumple con los criterios del modelo, se puede licenciar o transferir según el estado de protección de la propiedad intelectual potencialmente generada.

Fuente: *Elaboración propia con base en los autores citados.*

5.2.1.2 Elementos de cada modelo

En la tabla 37 se muestran los elementos de los modelos y marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación.

Tabla 37. Elementos constituyentes de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación que se refieren a la administración de organizaciones de investigación.

Marco	Elementos generales
Marco universitario de investigación viable (Adham et al., 2015).	1. Función de formulación de políticas
	2. Función de inteligencia
	3. Función de control
	4. Función de coordinación
	5. Subsistema de implementación
Marco de gestión de la innovación y desempeño para la investigación universitaria (Kowang et al., 2015).	1. Estrategia de innovación
	2. Liderazgo de la innovación
	3. Estructura organizacional
	4. Cultura organizacional
	5. Recursos de innovación
Marco para estructurar la gestión de la investigación interdisciplinaria (König et al., 2013).	1. Gestión de la comunicación interna y colaboración
	2. Desarrollo integrador de productos de investigación trans e interdisciplinaria
	3. Gestión del ámbito externo, interfaz entre la ciencia y la política.
	4. Organización interna y la administración de un proyecto
	1. Ideación
	2. Diseño conceptual
	3. Creación de prototipos virtuales
	4. Experimentación
	5. Diseño de detalle
	6. Prueba piloto
	7. Lanzamiento
	8. Ajuste y diversificación
Marco de investigación empresarial universitaria (Naderibeni & Radovic, 2020).	1. Gobernanza empresarial en la universidad
	2. Comunicación con la industria
	3. Funciones de investigación emprendedora
	4. Considerar los requisitos sociales, culturales y económicos que impulsarán a la universidad hacia la investigación empresarial
	5. Integrar una educación emprendedora como cultura organizacional
	6. Comercialización
Modelo institucional de universidad	1. Directivos de primer nivel

Marco	Elementos generales
emprendedora (Novela et al., 2021).	2. Cuerpo docente y personal
	3. Estudiante
	4. Exalumnos
	5. Padres
	6. Gobierno local
	7. Regulador
	8. Industria
	9. Comunidad
	10. Investigadores
	11. Medios de comunicación

Fuente: *Elaboración propia con base en los autores citados.*

En la tabla 38 se muestran los elementos de los modelos y marcos para la gestión de la investigación, referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Tabla 38. Elementos de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Marco	Elementos generales	Subelementos, atributos y/o funciones
Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R) (Guertler et al., 2020).	1. Analizando y enmarcando	Análisis detallado de problemas prácticos, incluyendo alcances y brechas de la investigación.
	2. Planificación del proyecto	Definición de métodos y preguntas de investigación, hipótesis, diseño de proyectos y planificación.
	3. Ejecución de la acción	Ejecución y documentación del proyecto de innovación usando métodos de trabajo e investigación.
	4. Reflexión y aprendizaje	Reflexión sistemática del proyecto y sus resultados (estados: inicial, esperado y final), lecciones aprendidas.
	5. Comunicación y pivote	Comunicación útil a los socios académicos y de práctica y, ajustes sistemáticos al plan general de investigación
Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK (Bayona et al., 2018).	1. Inicio	- Objetivos - Requerimientos - Resolución - Plan estratégico Institucional - Grupos de interés - Administrativos, profesores y estudiantes - Grados académicos
	2. Planificación	- Alcance - Tiempo - Costo - Calidad - Recursos humanos - Comunicaciones - Riesgos - Adquisiciones

Marco	Elementos generales	Subelementos, atributos y/o funciones
	3. Ejecución	• Información sobre el desempeño del trabajo
	4. Monitoreo y control	• Realizar el control de cambios • Solicitud y validación de cambios
	5. Cierre	• Reporte de evaluación • Publicaciones y tesis • Proyectos de investigación • Grados académicos con competencias de investigación
Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior (Arciénaga et al., 2018).	1. Pensamiento sistémico	• Gestión del talento y la creatividad • Gestión del emprendimiento • Previsión, prospectiva y vigilancia • Gestión de capital de riesgo y financiamientos • Gestión de redes y Tecnologías de Información • Innovación de producto, proceso, servicios y organizacional • Gestión estratégica • Resolución de problemas • Gestión de proyectos • Transferencia de tecnología • Gestión de la Investigación y Desarrollo • Protección y explotación de la PI • Economía circular e innovación responsable y sostenible
	2. Dinámica de globalización	
	3. Complejidad	
	4. Incertidumbre	
	5. Riesgo	
Marco de investigación y desarrollo traslacional para vincular la investigación universitaria en ciencia e ingeniería con resultados comerciales (Bazan (2019)	1. Inicio del proyecto - Definición	• Estrategia de nuevos productos • Generación de ideas • Evaluación de ideas
	2. Planificación del proyecto – A detalle	• Definir alcance • Definir el caso de negocios • Segunda evaluación de ideas
	3. Ejecución del proyecto – Monitoreo y control	• Diseño • Construcción • Prueba • Retroalimentación continua
	4. Cierre del proyecto	• Lanzamiento • Revisión post implementación
El modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge (Geissdoerfer et al., 2017).	1. Ideación	• Formulación de visión • Identificar stakeholders • Análisis de valor sostenible • Evaluación y selección de ideas
	2. Diseño conceptual	• Integración de ideas. • Debate sobre las tendencias tecnológicas y generales. • Definición del sistema de creación, entrega, captación de valor/elementos de la gestión empresarial / dimensiones de la gestión empresarial
	3. Prototipos virtuales	• Evaluación comparativa dentro de la industria. • Comparación con los conceptos genéricos de BM. • Construcción de prototipos. • Evaluación y selección de prototipos.
	4. Experimentación	• Identificación de las variables clave. • Diseño del experimento. • Experimento en marcha • Análisis y lecciones aprendidas
	5. Diseño de detalles	• Definición detallada de todos los elementos • Resumen de cada elemento. • Herramienta de transformación empresarial

Marco	Elementos generales	Subelementos, atributos y/o funciones
	6. Pilotaje	- Planificación. - Implementación. - Análisis - Ajustes - Documentación y comunicación - Identificación de los modos de fallo
	7. Lanzamiento	- Planificación de la ejecución. - Implementación - Ampliación
	8. Ajuste y diversificación	- Supervisión - Reflexión - Ajuste - Ampliación - Diversificación - Iteración del proceso de innovación del modelo de negocio
Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad-Industria (TTUI) en la India (Ravi & Janodia, 2022).	9. Ministerio de Comercio	Políticas
	10. Célula de investigación	- Academia - Industria (IP) – Valor de las tecnologías
	11. Resultados de investigación	Publicación en repositorios centrales de IP solo para la universidad
	12. Desarrollo Tecnológico	- Publicaciones - Patentes a través de la Propiedad intelectual
	13. Evaluación de tecnología	TRL
	14. Viabilidad comercial	Valorización económica - Licenciamiento – Ingresos - Transferencia de tecnología

Fuente: *Elaboración propia con base en los autores citados.*

A manera de resumen se muestran en la tabla 39 las fases y elementos que se considera en cada uno de los marcos y modelos analizados.

Tabla 39. Elementos de los Modelos y Marcos para la gestión de la investigación referentes a la gestión de proyectos en grupos, centros o departamentos de investigación.

Marco /Modelo	Etapas y elementos					
Marco de la investigación-acción y gestión de la innovación (AIM-R) Guertler et al., 2020).	Definición del problema, alcances y Brechas de la investigación	Planificación	Ejecución	Reflexión, lecciones aprendidas	Comunicación y pivote	

Marco /Modelo	Etapas y elementos					
Modelo de referencia para la gestión de investigación académica basado en PMBOK Bayona et al., 2018).	Inicio - Requerimientos del proyecto, objetivos, stakeholders, plan estratégico institucional	Planificación - Alcance, tiempo, costo, calidad. Recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones	Ejecución - Información sobre el desempeño del trabajo	Monitoreo y Control - Control de cambios, solicitud y validación de cambios	Cierre - Reporte de evaluación, productos generados	
Modelo de Gestión de la Tecnología y la Innovación para Instituciones de Educación Superior (Arciénaga et al., 2018).	Pensamiento sistémico, dinámica de globalización, complejidad, incertidumbre, riesgo	Gestión de talento y creatividad, Gestión del emprendimiento, previsión, prospectiva y vigilancia, gestión del capital de riesgo y financiamientos	Gestión de redes y tecnologías de información, innovación de producto, servicio y organizacional	Gestión estratégica, resolución de problemas, gestión de proyectos, transferencia tecnológica, gestión de investigación y desarrollo	Protección y explotación de Propiedad Intelectual, economía circular e Innovación responsable y sostenible	
Marco de investigación y desarrollo traslacional para vincular la investigación universitaria en ciencia e ingeniería con resultados comerciales (Bazan 2019).	Inicio - Estrategia de nuevos productos, generación de ideas, evaluación de ideas	Planificación - Alcance, caso de negocios, segunda evaluación de ideas	Ejecución - Monitoreo y control - Diseño, construcción, prueba, retroalimentación continua	Cierre - Lanzamiento, revisión post implementación		
Modelo propuesto para la Transferencia Tecnológica Universidad- Industria (TTUI) en la India (Ravi & Janodia, 2022).	Políticas - Ministerio de comercio	Célula de investigación - Academia-industria	Resultados de investigación	Desarrollo tecnológico - Publicaciones, patentes	Evaluación de la tecnología - TRL	Viabilidad comercial - Valuación económica, licenciamiento, ingresos, transferencia de tecnología

Marco /Modelo	Etapas y elementos					
Modelo de negocio del proceso de innovación de Cambridge (Geissdoerfer et al., 2017).	Ideación - visión, stakeholders, mapeo de valor, análisis de valor sostenible, evaluación y selección de ideas	Diseño conceptual - integración de ideas, tendencias tecnológicas y generales, definición de un sistema de creación, entrega y captura de valor, dimensión y elementos del modelo de negocios	Creación de prototipos virtuales - Benchmarking , construcción de prototipos, evaluación y selección de prototipos	Experimentación - Identificación de variables clave, diseño experimental, corrida de experimentos, análisis y lecciones aprendidas	Diseño de detalle - Definición detallada y descripción general de todos los detalles, herramienta de transformación de negocio	Prueba piloto - Planeación, implementación, análisis, ajustes, documentación y comunicación , identificación de modos de falla
	Lanzamiento - planificación de la realización, implementación, escalado	Ajuste y diversificación - Monitoreo, reflexión, ajuste, escalado, diversificación , iteración del proceso de innovación del modelo de negocios				

Fuente: *Elaboración propia a partir de los autores citados.*

Ahora bien, en la tabla anterior algunos de los subprocesos que conforman los procesos que se han identificado como variables para esta investigación -Gestión de tecnología, Gestión de proyectos, Evaluación de tecnología, Valuación de tecnología- se encuentran dispersos entre las propuestas, es por ello que para identificarlos claramente se identifican de manera concreta en las tablas 40 a 42.

Asimismo, es importante mencionar que la Norma Mexicana NMX-GT-003-IMNC sobre Gestión de Tecnología – Sistema de Gestión Tecnológica – Requisitos, considera como parte integral de sus funciones a la Gestión de proyectos, es por lo que se integra en esta descripción.

Tabla 40. Procesos que involucra la Gestión de tecnología.

Proceso	Consiste	Clasificación	Herramientas
Vigilancia	Búsqueda en el entorno de señales e indicios que permitan identificar amenazas y oportunidades de desarrollo e innovación tecnológica que impacten en el negocio (Terán et al., 2019).	Tecnológica, competitiva, comercial, del entorno	Benchmarking, estudios de mercado y clientes, Monitoreo tecnológico, estudios de competitividad, análisis de capacidades propias o subcontratadas. NMX-GT-004-IMNC-2012
Planear	Debe partir de un diagnóstico denominado auditoría tecnológica que tiene la finalidad de registrar y evaluar, sistemática y periódicamente, el potencial tecnológico de la empresa.	Objetivos a corto, mediano y largo plazo	FODA, plan tecnológico, mapas de ruta tecnológica, reportes de auditoría tecnológica.
Proveer / Habilitar	Es la obtención dentro y fuera de la organización, de tecnologías y recursos necesarios para la ejecución de los proyectos incluidos en la cartera		
	Incluye los procesos:	Asimilación de tecnología	Consiste en un conjunto de actividades que se realizan para profundizar en el conocimiento de equipos, procesos, servicios, productos y, de las tecnologías propias o adquiridas por parte de una empresa, de tal manera que dicha organización pueda alcanzar un nivel de dominio que le permita mejorar o incluso, desarrollar nuevas tecnologías.
		Adquisición de tecnología	Esta se realiza cuando una organización decide incorporar tecnología desarrollada por otra entidad ara cumplir oportunamente con sus objetivos tecnológicos.
		Formulación y gestión de proyectos	Las etapas del ciclo de vida de un proyecto son: Definición: stakeholders (partes interesadas), metas, especificaciones, tareas, responsabilidades. Planeación: calendario, presupuesto, recursos, riesgos, asignación de personal. Ejecución: reportes de avance, cambios, calidad, pronósticos. Entrega: capacitación del cliente, transferencia de documentos, liberación de recursos, liberación de personal, lecciones aprendidas. Metodologías o frameworks a utilizar: PMBOK, SCRUM

Proceso	Consiste	Clasificación	Herramientas
		Gestión del conocimiento	Proceso sistemático de generación, documentación, difusión, intercambio, uso y mejora de conocimientos individuales -saberes, habilidades, experiencias, actitudes y aptitudes- y, organizacionales -políticas, procedimientos directivos y procedimientos de operación-, especificaciones, títulos de propiedad intelectual, de invención, paquetes tecnológicos, directorio de clientes y contactos, catálogos, reportes, entre otros, valiosos por su aporte competitivo a la organización
Proteger	Es la salvaguarda y cuidado del patrimonio tecnológico de la organización generalmente mediante la obtención de títulos de propiedad intelectual.	Patentes, marcas y signos distintivos, secreto industrial, modelos de utilidad, diseño industrial	Figuras de Propiedad Industrial Valuación de Propiedad Intelectual
Implantar	Es la realización de los proyectos de innovación hasta el lanzamiento final de un producto nuevo o mejorado en el mercado, o la adopción de un proceso nuevo o sustancialmente mejorado dentro de la organización.	Innovación de producto, proceso, mercadotecnia, organizacional.	Auditorías tecnológicas, uso de indicadores y métricas para medir y evaluar el desempeño de la innovación en la organización

Fuente: Elaboración propia a partir de (Clifford & Erik, 2009; CamBioTec, 2016; Terán et al., 2019; Bellido, 2012; Ortiz-Cantú et al., 2013).

Tabla 41. Procesos que involucra la Evaluación de tecnología – Grado de madurez tecnológica utilizando TRL.

Nivel	Descripción	TRL simplificado
1	Principios básicos observados y reportados.	TRL BAJO Concepto de la tecnología
2	Concepto y/o aplicación tecnológica formulada	
3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica	
4	Validación de componente y/o disposición de estos en entorno de laboratorio.	TRL MEDIO Demostración de la tecnología
5	Validación de componente y/o disposición de estos en un entorno relevante.	
6	Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante	
7	Demostración de sistema o prototipo en un entorno real	TRL ALTO

Nivel	Descripción	TRL simplificado
8	Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones	Despliegue de tecnología - Mejora continua - Producción en masa - Introducción al mercado y expansión
9	Sistema probado con éxito en entorno real	

Fuente: (ECD, 2014; Liu et al., 2020).

5.3 Propuesta

En este apartado a partir del análisis realizado previamente, se conjuntan los conceptos y procesos que conforman la propuesta del marco para desarrollo de tecnologías en las IES.

De inicio resulta importante resaltar que debido a que las actividades de producción de conocimiento se han expandido más allá de las relaciones entrelazadas universidad-empresa-gobierno para describir y explicar la estructura de integración y diferenciación entre investigación e innovación y, también a que la sociedad se vuelve cada vez más compleja, es que el concepto de quintuple hélice ha surgido como alternativa para examinar la dinámica de un sistema de investigación compuesto por una variedad de actores que incluyen pluralismos de paradigmas de conocimiento e innovación (Kholiavko et al., 2021).

El modelo de quintuple hélice es un modelo basado en cinco subsistemas sociales que tiene como fin promover un desarrollo sostenible de la sociedad. En él, el recurso de conocimiento se mueve a través de una circulación de conocimiento de subsistema a subsistema, esto implica que tiene entradas y salidas, por lo que, si contribuye con una entrada de conocimiento a uno de los subsistemas, entonces tendrá lugar una salida que se traducirá como una creación de conocimiento. El resultado de la creación de conocimiento de los subsistemas sigue dos rutas:

1. La primera conduce a un resultado para la producción de innovaciones para una mayor sostenibilidad en subsistema.
2. La segunda conduce a una producción de nuevos conocimientos técnicos de vuelta a la circulación de conocimientos.

A través de la circulación del conocimiento, la nueva salida del conocimiento recién creado de un subsistema se transforma en entrada de conocimiento

para un subsistema diferente (Carayannis et al., 2012). Bajo esta visión, y considerando que actualmente las universidades deben ir más allá de sus misiones tradicionales y asumir un papel activo en un cambio transformador en sus comunidades para lograr un impacto social real (Morawska-Jancelewicz, 2021) es que la presentación de la propuesta del marco para desarrollo se integra a esta visión general, tal como se muestra en la figura 52.

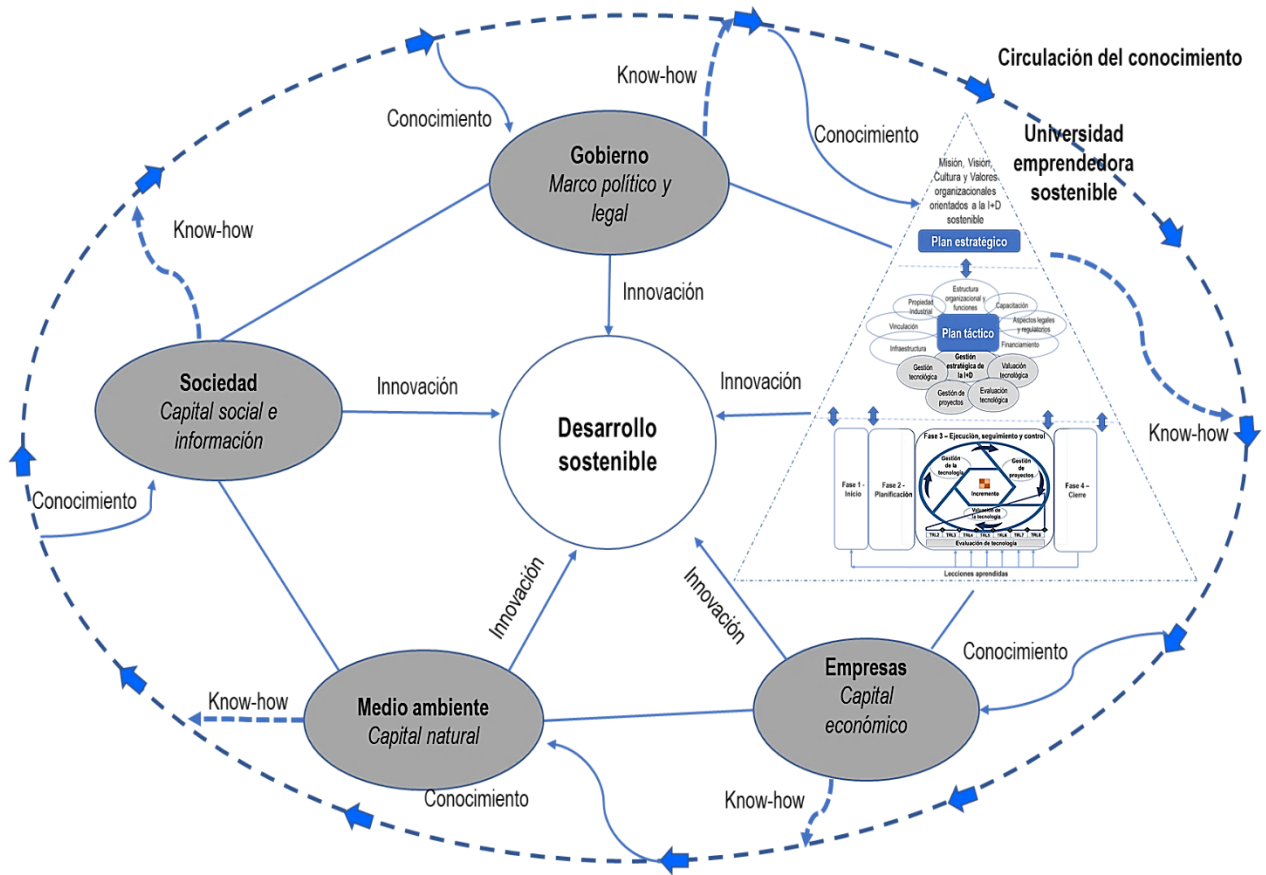


Figura 52. Contexto del Marco para el desarrollo de tecnologías en Instituciones de Educación Superior en un modelo de quintuple hélice. *Adaptado de* (Carayannis et al., 2012; Kholiavko et al., 2021).

Bajo esta visión, las IES deberán reconfigurar sus interacciones intencionales con el entorno bajo un enfoque que incluya nuevas formas, modelos y redes de cooperación que generan valor social que eventualmente pueden conducir a la transformación social (Morawska-Jancelewicz, 2021), lo que implicará cambios internos en los subsistemas para adaptarse a ellos y así cumplir con la misión que

le ha sido asignada como ente transformador económico y social (Kholiavko et al., 2021). A continuación, se muestra la propuesta respecto a cómo debería operar internamente el subsistema de las IES para lograr los resultados esperados en los procesos de investigación hacia la innovación.

5.3.1 Propuesta de operación interna de una universidad emprendedora sostenible

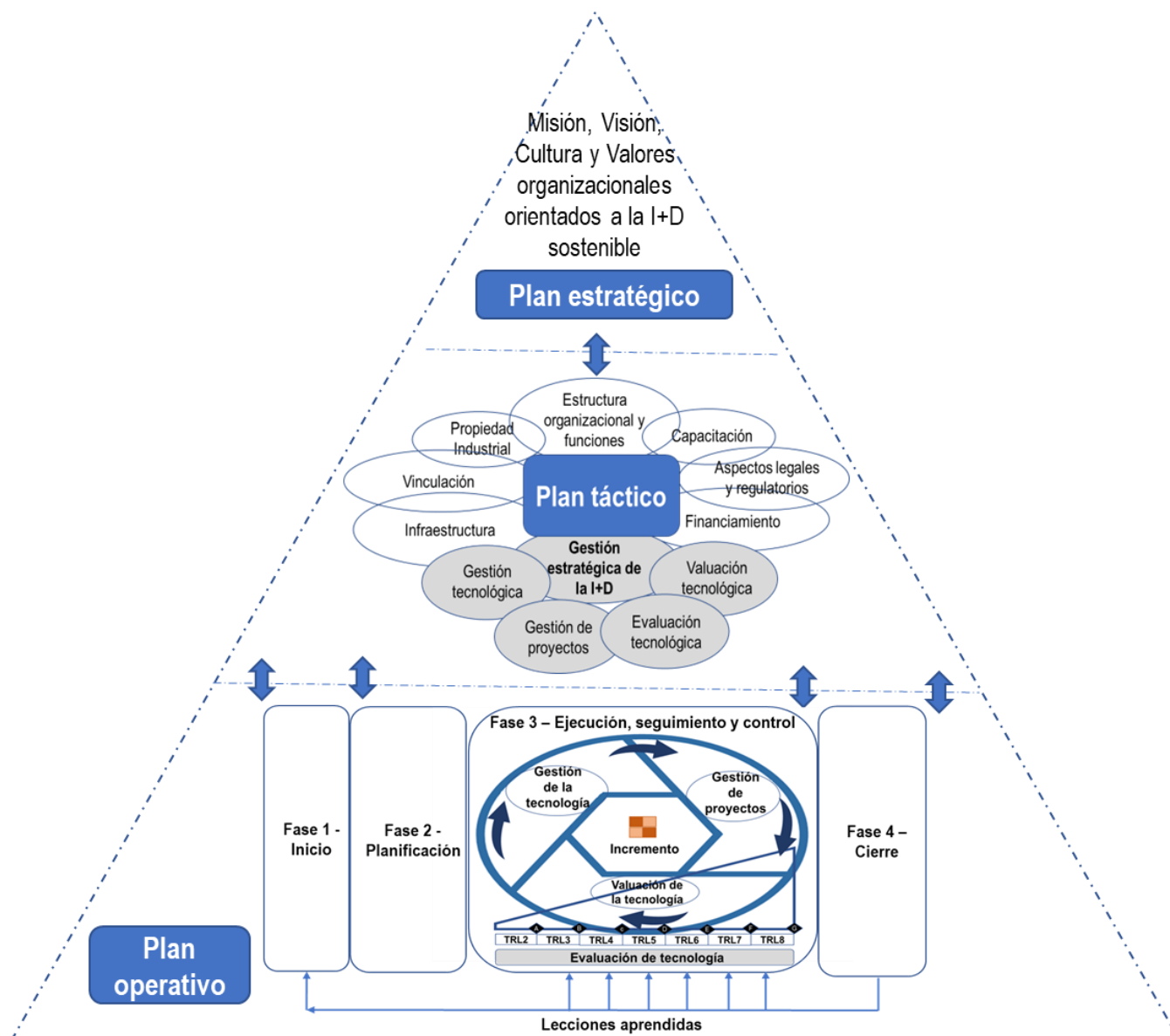


Figura 53. Propuesta de operación interna de una universidad emprendedora sostenible. Fuente: *Elaboración propia*.

Para la operación interna del marco propuesto para el desarrollo de tecnologías en las IES se asume tal como se muestra en la figura 53, que los tres niveles organizacionales: estratégico, táctico y operativo, funcionan alineados a la visión de “IES emprendedora sostenible” de la alta dirección.

Dicha visión tiene como premisa que desde planeación estratégica que se genera en el primer nivel organizacional, se integra a la función misional de investigación como parte de los objetivos estratégicos que se busca alcanzar (Arciénaga et al., 2018; Kowang et al., 2015; Naderibeni & Radovic, 2020). Esto requiere, por tanto, que de manera inicial se realice un diagnóstico que describa el estado actual de la investigación en la IES. Una vez hecho esto, deberá trazarse el plan tecnológico en el que se definirá la estrategia competitiva que ha de buscar la IES, esto es, en qué áreas de investigación se especializará para lograr ventajas competitivas en su entorno, sin que esto se convierta en una restricción para desarrollar investigación (CamBioTec, 2016). Realizado esto, pueden plantearse las tres etapas de la planeación: estado actual, estado deseado y el camino a recorrer entre ambos estados (López et al., 2019) .

Por otra parte, en el nivel táctico se plantea conformar el subsistema que permitirá llevar adelante la visión estratégica de I+D de la IES (H. T. L. Nguyen & Van Gramberg, 2018). Para ello integra como parte medular, a los procesos vitales de la gestión estratégica de I+D (Arciénaga et al., 2018; Bayona et al., 2018; Conesa, 2017; Gbadegeshin et al., 2022; Y. Kim et al., 2019; Liu et al., 2020; Mejía & Solleiro, 2021; Mell & Grance, 2011; Ramírez & Royero, 2019; Ravi & Janodia, 2022; Tejero & León, 2020; Vega-González & Saniger, 2010; Villa & Jiménez, 2015; Villafañá, 2019; Wang, 2016):

1. La gestión de proyectos
2. La gestión de tecnología
3. Evaluación tecnológica
4. Valuación tecnológica

Los procesos que se integran en este nivel requieren operar bajo un enfoque sistémico que permita construir capacidades relacionadas al proceso de I+D en la

IES con el fin de eliminar las barreras existentes entre los espacios académicos y la actividad empresarial (Pino et al., 2021), no deben estar sujetos a un orden, prioridad o jerarquía específica (Arciénaga et al., 2018), pero si requieren ser gestionados bajo una perspectiva estratégica, ya que ésta juega un papel clave en el proceso de consolidación (Arciénaga et al., 2018; Sułkowski et al., 2019) debido a que su flexibilidad permite responder al entorno, esto, a través del cambio de dirección, funciones y estructura de la organización para lograr el nivel deseado de eficiencia y calidad (Parakhina et al., 2017).

También se propone incluyan los procesos genéricos para organizar y estructurar la investigación universitaria propuestos por (H. T. L. Nguyen & Meek, 2016):

- Diseñar la estructura formal y puestos relacionados a la gestión de la investigación. Incluye, establecer comités que faciliten el desarrollo de políticas, administración y seguimiento a las actividades en diferentes portafolios y programas de gestión.
- Diseñar las reglas para la integridad de la investigación, así como reglas y procedimientos necesarios para gestionar el ciclo de vida de un proyecto de investigación y además desarrollar los mecanismos para evaluar la calidad de los resultados de la investigación.
- Procesos de capacitación y adoctrinamiento, esto es, preparar a los investigadores y a quienes gestionan la investigación para que cuenten con las habilidades y conocimientos necesarios para llevar a cabo sus funciones.

Asimismo, se propone incluir los recursos y procesos necesarios para impulsar esa gestión, como son:

1. El financiamiento para generar los proyectos de los que se desprenden la experiencia, conocimientos y tecnologías.
2. La infraestructura interna y externa que puede ser compartida a través de alianzas estratégicas.
3. Procesos para proteger las invenciones a través de figuras de propiedad industrial.

4. La vinculación para transferirla hacia los diferentes actores del entorno (Adham et al., 2015; König et al., 2013; Kowang et al., 2015; Ravi & Janodia, 2022).
5. Integrar la gestión de la cartera de proyectos que servirá para identificar las líneas de investigación que se están fortaleciendo y asimismo valorar cómo estos desarrollos están impactando en los objetivos estratégicos propuestos (CamBioTec, 2016).

Finalmente, en el nivel operativo se incluye la propuesta del marco del ciclo de vida del desarrollo de tecnologías generadas en las IES que surge de la identificación de elementos y procesos identificados en los diferentes marcos y modelos estudiados. Se describe a detalle a continuación.

5.3.2 Marco para el desarrollo de tecnologías en IES

El marco propuesto toma como base el modelo del Sistema de Gestión de la Tecnología de la NMX-GT-003 que está vigente en México y que se utiliza para evaluar a las empresas que de manera anual participan en el premio nacional de tecnología e innovación (PNTi) que es coordinado por la Secretaría de Economía (SE), el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (Conacyt) y la Fundación del PNTi, mediante el cual se reconoce el esfuerzo de las empresas que realizan innovación, desarrollo tecnológico y la calidad de su gestión, lo que las convierte en un referente de innovación.

De acuerdo con (Mejía & Solleiro, 2021) las empresas ganadoras han generado un impacto importante derivado de sus actividades de gestión tecnológica e innovación, lo cual les ha permitido reforzar su competitividad, para hacer frente a las demandas de los mercados nacional e internacional, que es lo que se busca en las IES. El marco incluye cuatro etapas: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y, cierre, tal como se muestra en la figura 54.

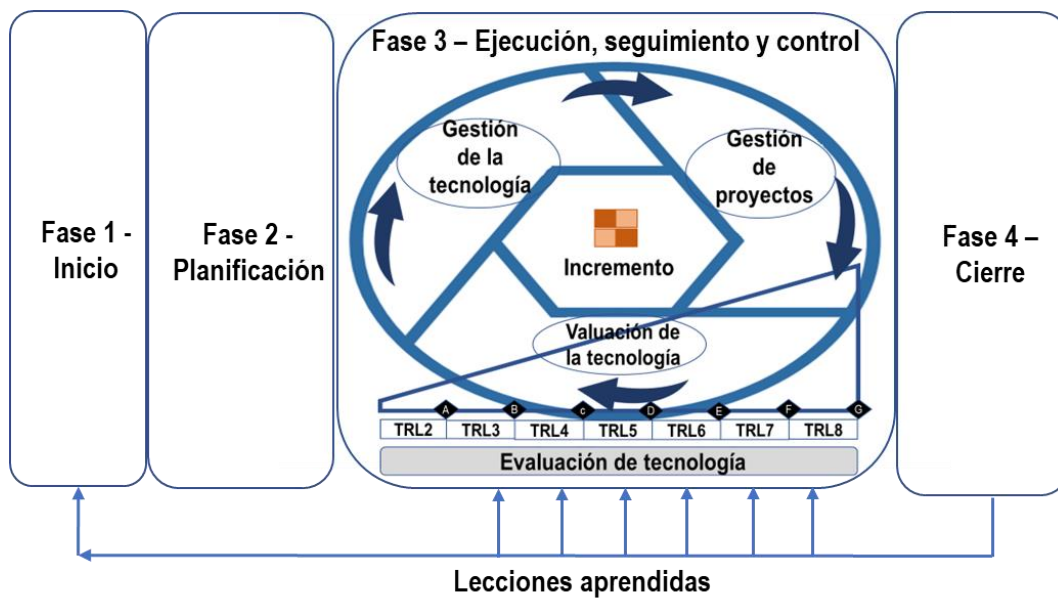


Figura 54. Marco para el desarrollo de tecnologías en IES (Plan Operativo). Fuente: *Elaboración propia*.

Las fases se derivan de las propuestas realizadas por (Bayona et al., 2018; Bazan, 2019; Guertler et al., 2020) y el modelo de actividades de cada fase se basa en el modelo de actividades para un proyecto de transferencia de tecnología propuesto por Beukman y Steyn (2011), modificado por Vega-González y Vega-Salinas (2018), que comprende siete etapas para el desarrollo de proyectos enfocados a la Transferencia de Tecnología, como se muestra en la figura 55.

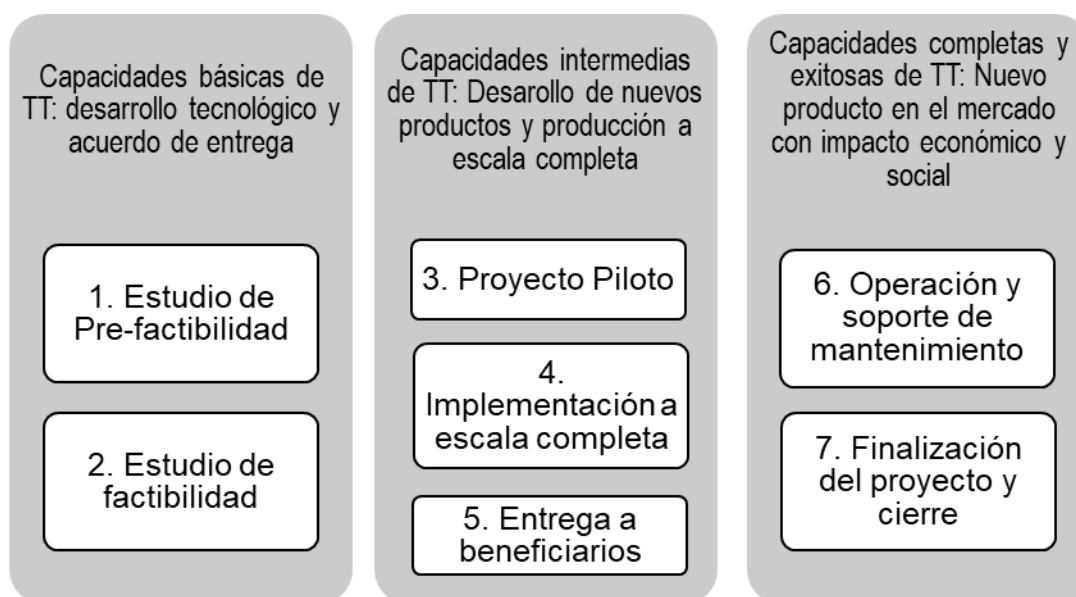


Figura 55. Modelo de actividades para un proyecto de TT. *Adaptado del modelo de Beukman y Steyn (2011) modificado por Vega-González y Vega-Salinas (2018).*

Esta propuesta ha sido adaptada a las etapas de ciclo de vida de desarrollos tecnológicos que se evalúan a través del TRL ya que se requiere que los desarrollos derivados de las investigaciones sean evaluados por etapas para detectar a tiempo la factibilidad de transferencia o comercialización de los mismos (Lima et al., 2020; Villa & Jiménez, 2015).

Ahora bien, en la figura 56 se han integrado las etapas propuestas por (Bayona et al., 2018; Bazan, 2019; Guertler et al., 2020), la descripción de las etapas del TRL realizadas por (ECD, 2014), y las actividades propuestas por (Vega-González & Vega-Salinas, 2018), por lo que puede observarse que la fase de inicio incluye el estudio de prefactibilidad, la fase 2 el estudio de factibilidad, la fase 3 el desarrollo del proyecto piloto e implementación a escala completa y, finalmente la fase 4 el cierre del desarrollo de la tecnología. Los procesos de retroalimentación se encuentran principalmente al finalizar cada uno de los incrementos durante la fase 3, y consisten en la documentación de las lecciones aprendidas. De manera general al cerrar cada uno de los proyectos, esas lecciones aprendidas sobre las mejores prácticas llevadas a cabo durante el desarrollo del proyecto servirán

también para el desarrollo de nuevos proyectos, por ello se incorporan a la fase de inicio.

Es importante resaltar que el marco propuesto no incluye a los niveles TRL 1 y 9, ya que el primero corresponde a investigación básica y el segundo a la operación, soporte y mantenimiento, quedando ambos fuera del proceso de desarrollo de tecnología (ECD, 2014).

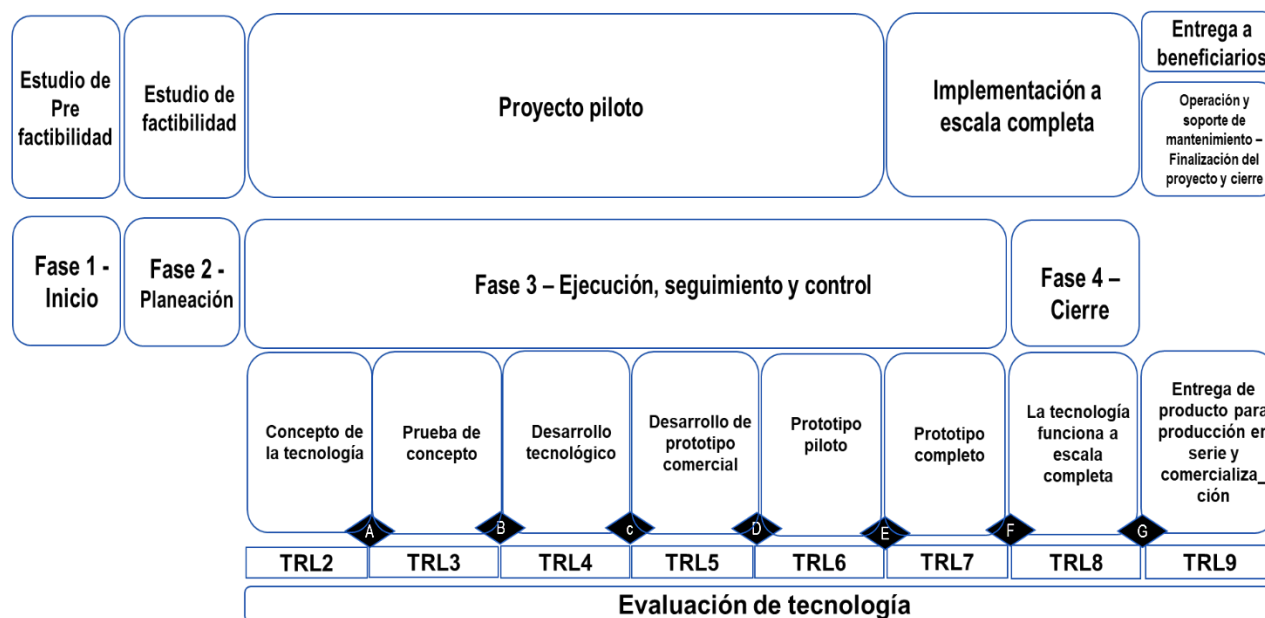


Figura 56. Perspectiva del Marco para desarrollar tecnologías en IES con respecto al Modelo de actividades para un proyecto de TT propuesto por Vega-González y Vega-Salinas (2018) y evaluación del ciclo de vida a través del TRL. *Elaboración propia.*

Puede observarse también en la figura 56, que existen puertas identificadas con letras mayúsculas en un diamante de fondo negro que representan una restricción para poder pasar al siguiente nivel TRL, esto es, se requiere cumplir con los requisitos del nivel TRL evaluado previamente para poder pasar al siguiente (Bazan, 2019; Vega-González & Vega-Salinas, 2018).

La operación en cada una de las etapas del Marco propuesto se describe detalladamente en los siguientes apartados.

Fase 1. Inicio

Esta fase incluye la actividad de estudio de prefactibilidad necesario para iniciar el proyecto.

- El proceso inicia con la solicitud para resolver un problema o necesidad del entorno hacia un grupo de investigación, quienes deberán obtener la lista de requerimientos del proyecto y el alcance que se espera obtener del mismo.
- Después de analizar los requerimientos propondrán alternativas de solución. Estas soluciones deberán seguir una parte del proceso de gestión de tecnología, ya que se debe llevar a cabo el proceso de vigilancia tecnológica que está regida por la norma NMX-GT-004-IMNC-2012 con el fin generar el contexto de desarrollo de cada una de las opciones. Asimismo, requerirán del reporte de auditoría que debe ser generado en el nivel organizacional táctico con el fin de reconocer las capacidades técnicas, de infraestructura e intelectuales de la institución con respecto a lo que se pretende resolver.

Se deben identificar también los riesgos asociados a las opciones y a los principales stakeholders (partes interesadas) del proyecto (Vega-González & Vega-Salinas, 2018).

Basado en la información provista, entonces podrán determinar la prefactibilidad de la solución propuesta, tal como se muestra en la figura 57, con lo que se obtendrá la primera versión de la lista de requisitos del proyecto.

Fase Inicio

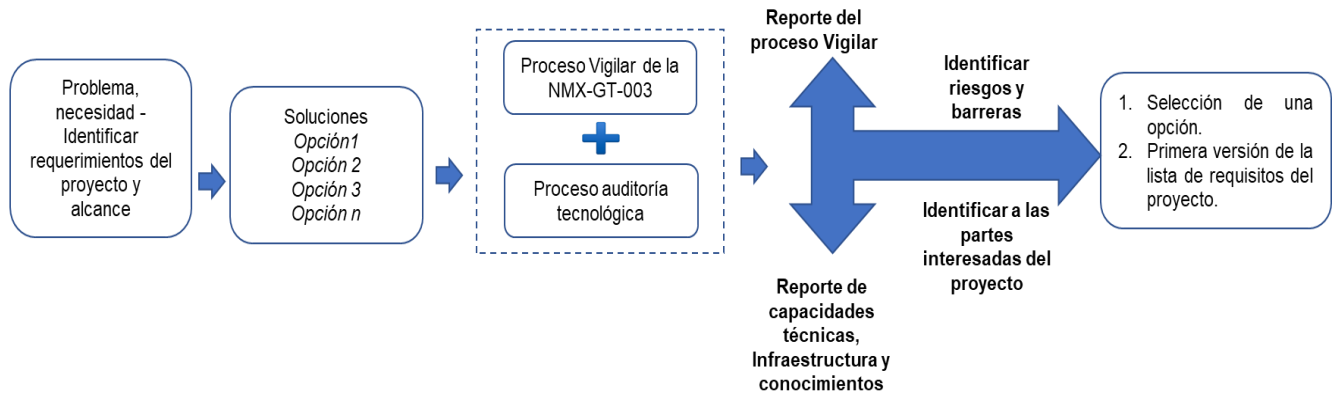


Figura 57. Fase 1- Inicio. Marco para desarrollar tecnologías en las IES. *Elaboración propia.*

Fase 2. Planificación

Esta fase recibe como entrada la solución elegida para resolver la necesidad o problema detectado o solicitado del entorno.

- Se introduce el proceso Planear de la Gestión de Proyectos.
 - a) En esta propuesta se introduce el marco de trabajo ágil de Scrum (Borba et al., 2019; Hidalgo & Morell, 2019), ya que el proceso de desarrollo ágil promueve la planificación adaptativa, el desarrollo evolutivo, la entrega temprana, la mejora continua, la colaboración regular con el cliente además de fomentar una respuesta rápida y flexible a los cambios impulsados por él (Jones et al., 2015). Lo primero a realizar es determinar quiénes conformarán el equipo, y asignar los roles Scrum: Scrum Máster, quien funge como el responsable de proveer todo lo necesario para el desarrollo del proyecto; el Product owner, quien representa al cliente en el equipo y quien por tanto estará pendiente de los avances del proyecto a lo largo de cada sprint. Finalmente, el Team scrum, conformado por quienes desarrollarán el proyecto.

b) También se requiere realizar un refinamiento de los requisitos del proyecto e identificarlos en una lista (product backlog), para posteriormente realizar un proceso de priorización a través de un método específico. Aquí se propone el método MoSCoW que se basa en el hecho de que, aunque todos los requisitos son importantes, es fundamental destacar aquellos que permiten darle un mayor valor al proyecto. El acrónimo MoSCoW se obtiene al combinar las primeras letras de:

- Debe tener (Must have).
- Debería tener (Should Have).
- Podría tener (Could Have) y,
- No tendrá en esta ocasión (Would not Have).

Lo que la diferencia de otras técnicas es que, en este caso, la escala utilizada tiene un significado intrínseco, de manera que el usuario responsable de asignar la prioridad conoce el efecto real que producirá su elección (Del Sagrado et al., 2018).

Esto también deberá estar alineado al grado de madurez tecnológica que se desea alcanzar por cada incremento, por lo que es de vital importancia la definición de los requisitos a cubrir en cada ciclo.

c) El resultado obtenido será una lista de requisitos priorizada del proyecto. De acuerdo con el proceso que indica Scrum, esa lista priorizada deberá dividirse en entregables pequeños que permitirán en plazos más cortos realizar entregas del proyecto, lo que ayuda a refinar el alcance del proyecto. Esto se representa en la figura 58.

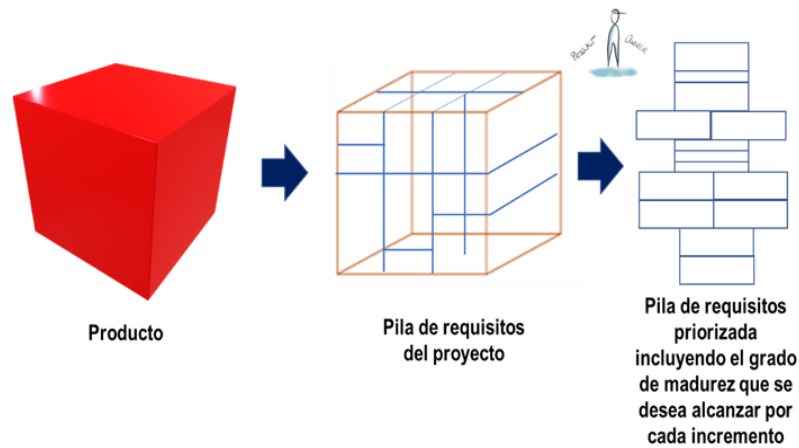


Figura 58. Refinamiento de la pila de requisitos de un proyecto. *Adaptado de (Mosquera, 2015).*

d) Esta pila priorizada conforma los entregables de cada sprint (ciclo) tal como se muestra en la figura 59, por lo que cada sprint deberá planificarse dado que sus características son diferentes.

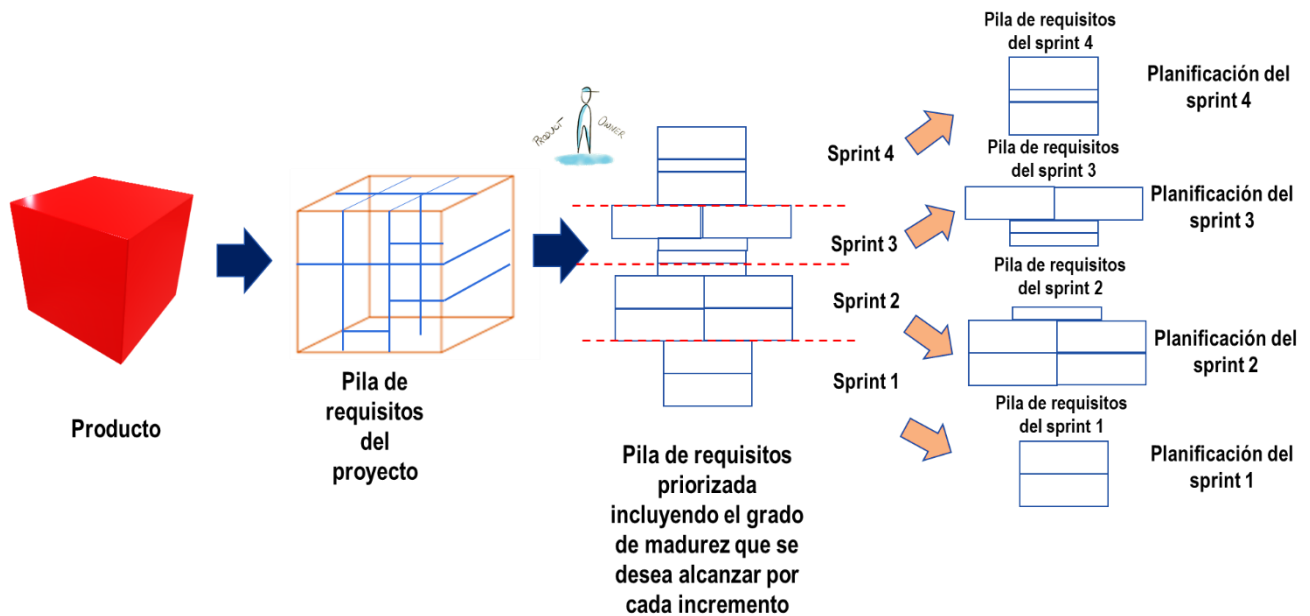


Figura 59. Planificación con Scrum. *Adaptado de (Mosquera, 2015)*

- En esta etapa también deberá realizarse el mapa de ruta tecnológica que genera conocimientos relativos a las competencias que debe construir y/o

fortalecer la IES para lograr el desarrollo propuesto. Éste tomará como base el reporte de auditoría tecnológica interna, el reporte de vigilancia tecnológica, y una investigación respecto a las tendencias dominantes en el tema de desarrollo, todo esto con el fin de capturar el valor que se generará con la tecnología desarrollada.

Es importante mencionar que esto requerirá de elementos básicos: integración de grupos de expertos (internos y externos) y, sistemas informáticos de vigilancia tecnológica para conformar el estado del arte y el estado de la técnica del tema de investigación y reducir el tiempo de elaboración del mapa (López et al., 2019).

Para esta propuesta se considera el proceso que indica (Múnera, 2014):

1. Perspectiva estratégica y comercial - ¿Por qué?
 - a. Identificación de los conductores de valor (diferenciación, eficiencia, ambiental, etcétera), tanto al exterior como al interior de la IES.
 - b. Definición de brechas y metas respecto a los conductores de valor.
2. Perspectiva de diseño, desarrollo y producción - ¿Qué?
 - a. Definición del objeto de referencia y sus conductores principales.
 - b. Identificación de las variables de desarrollo, definición de brechas y metas.
 - c. Definición de hitos, plan de desarrollo del objeto de referencia.
3. Perspectiva tecnológica y de investigación - ¿Cómo?
 - a. Identificación y selección de las tecnologías más promisorias para el desarrollo del objeto de referencia (mapas de evaluación del grado de evolución de la tecnología).
 - b. Identificación de vacíos a nivel tecnológico que requieran el desarrollo de ciencia básica.
 - c. Definición de alto nivel de las estrategias para el desarrollo y apropiación de las tecnologías seleccionadas.
 - d. Evaluación preliminar de los recursos económicos y humanos.

4. Elaboración del documento Mapa de ruta tecnológica.

Este proceso se relaciona con el que proponen (López et al., 2019) y que se muestra en la figura 60.

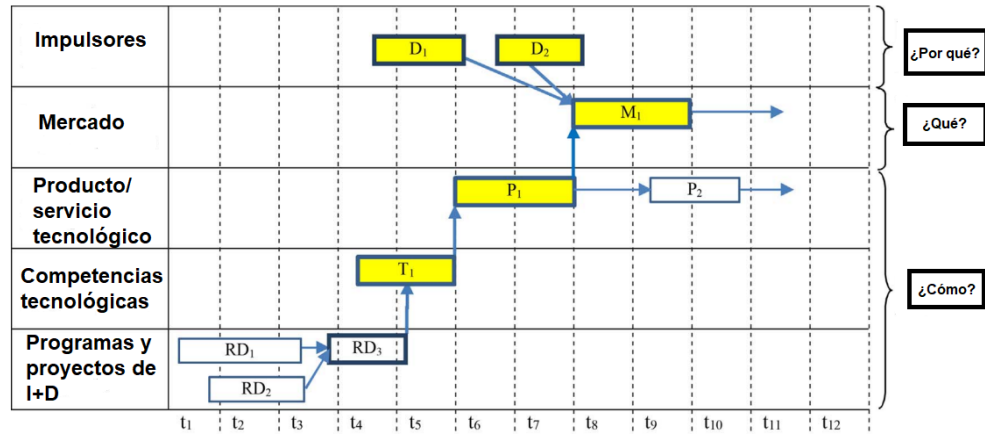


Figura 60. Esquema para representar un mapa de ruta tecnológica de un tema de investigación. Fuente: (López et al., 2019).

Esto es, a través de la identificación de impulsores del proyecto se contesta a la pregunta ¿Por qué? A través de la identificación de características que debería contener el desarrollo se pueden contestar a la pregunta ¿Qué?, para finalmente establecer el cómo se logrará en una línea de tiempo esa visión del desarrollo tecnológico.

- En este punto tanto los requisitos por sprint, como la visión del mapa de ruta tecnológica ayudarán a delinear el alcance definitivo del proyecto y, a partir de este resultado es que se procederá a la planificación del proyecto. Esta planificación deberá realizarse de acuerdo con el marco Scrum en una reunión específica para ese propósito denominada “planificación de sprints”.
- La planificación de cada sprint deberá incluir calendario, recursos humanos, técnicos, infraestructura, conocimientos y capacidades requeridas para el desarrollo, servicios que requerirán ser contratados, o bien, identificar con qué otros grupos de investigación podrían aliarse para facilitar el proceso de desarrollo, también identificar posibles proveedores, así como cualquier otro recurso necesario. De esto se derivarán los costos en que se incurrirá por el desarrollo de cada sprint. La suma de costos de cada sprint proporcionará un primer acercamiento al costo total del proyecto.

- Asimismo, es indispensable determinar el proceso para realizar cambios que surjan por petición del cliente, cómo se valorará su impacto en el desarrollo del proyecto y quiénes los autorizarán. Para este proceso se sugiere el que proponen (Becerril et al., 2017) y que se muestra en la figura 61.

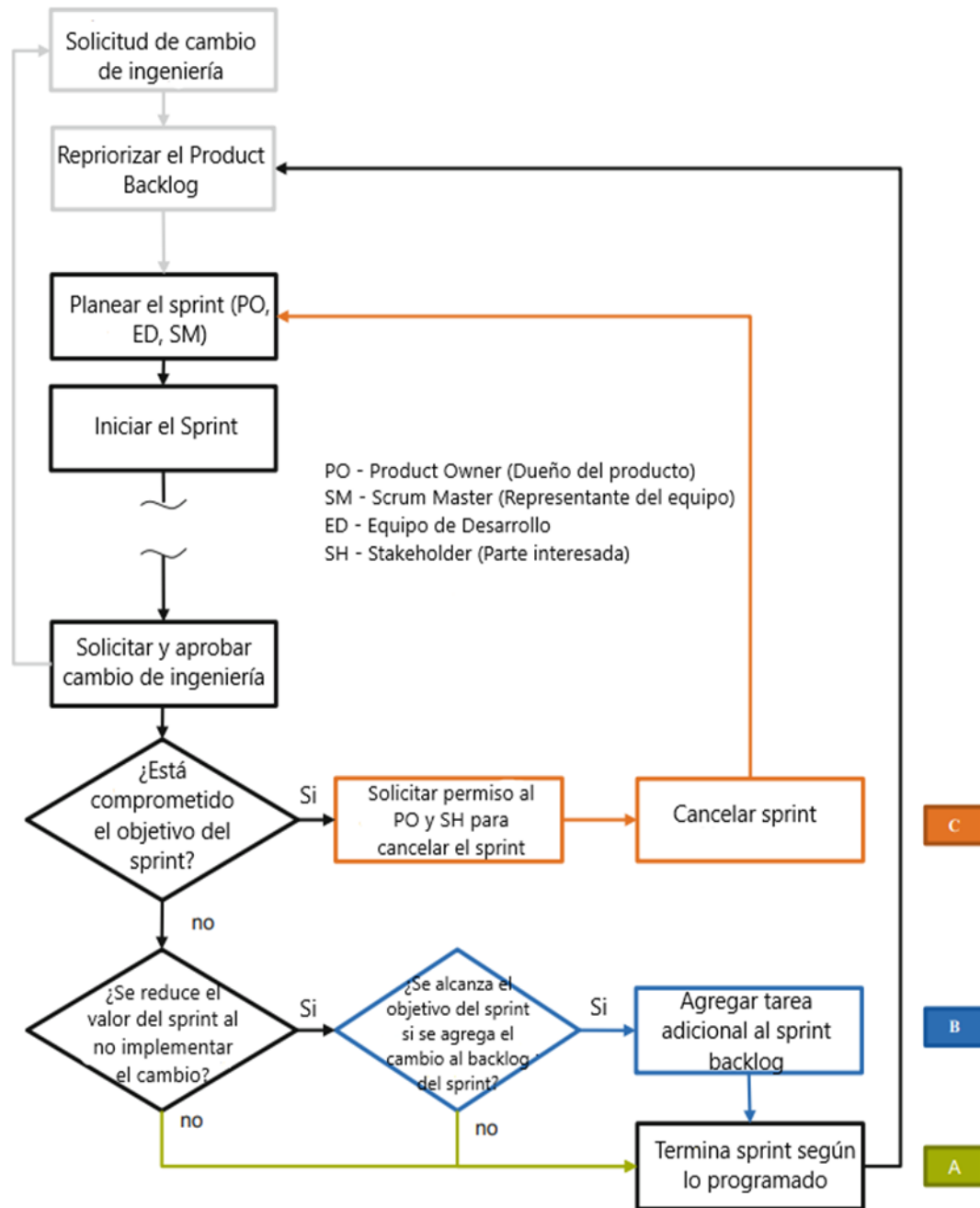
Dicho framework supone una cantidad manejable de cambios y además asume que se trata de cambios útiles que deben implementarse. No sustituye la toma de decisiones por parte de las personas responsables del proyecto, sino que proporciona un conjunto de preguntas y reglas para guiarlos a través de ese proceso de toma de decisiones. Contiene tres puntos de decisión que cubren la mayoría de los casos de cambios que pueden ocurrir dentro de un sprint. Estos son:

- a. El cambio de ingeniería se implementa en un sprint futuro (según lo previsto en la metodología Scrum).
- b. El cambio de ingeniería se implementa dentro del sprint actual.
- c. La causa del cambio de ingeniería compromete el Incremento de producto, por lo que se cancela el sprint actual.

Este flujo de trabajo propone evaluar la implicación de la solicitud para el sprint en curso:

- a. Si el cambio de ingeniería es un cambio importante que hace que el objetivo del sprint (es decir, el Incremento del producto) no sea válido, el sprint real debe finalizar de acuerdo con el propietario del producto y la parte interesada, y se debe planificar una nueva velocidad de desarrollo (Ruta C).
- b. Si el objetivo del sprint planificado es válido a pesar de las causas del cambio, pero el valor de los resultados se reduciría (significativamente o algo) al no implementar este cambio, entonces, el cambio podría agregarse a la acumulación de sprint en curso. Sin embargo, se debe evaluar si el objetivo del sprint aún se puede lograr dentro del período de tiempo planificado después de agregar estas tareas adicionales (Ruta B).

- c. En caso contrario, los requisitos derivados del cambio se ejecutan en un sprint futuro, que es el procedimiento habitual en Scrum



(Ruta A).

Figura 61. Gestión de cambios de ingeniería dentro de Scrum. Adaptado de (Becerril et al., 2017).

- d. Si el valor de los resultados del sprint no se ve (o se ve afectado levemente) por el cambio, el sprint también seguirá como se especifica en la planificación del sprint y seguirá el procedimiento estándar para gestionar los cambios (Ruta A).
- También deberá incluirse el plan de gestión de riesgos.

Las principales actividades de gestión de riesgos son la identificación, el análisis, la mitigación y el control de riesgos. Debido a que Scrum es un proceso iterativo, se propone de acuerdo con Hammad & Inayat (2018), que el proceso de gestión de riesgos también sea iterativo y que se utilice la lluvia de ideas para la identificación de riesgos. Dicho proceso se muestra en la figura 62.

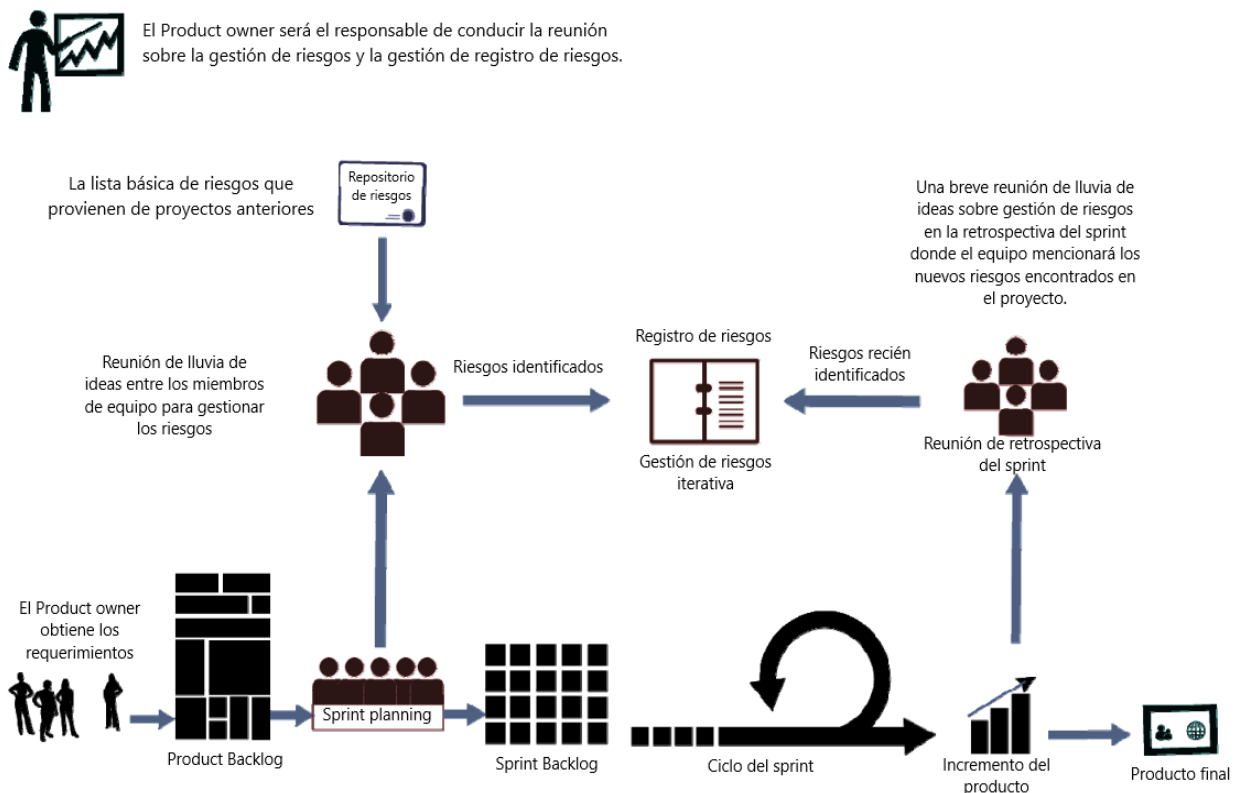


Figura 62. Integración de la gestión de riesgos en el marco Scrum. Adaptado de (Hammad & Inayat, 2018).

El proceso consiste básicamente en:

- a) El equipo de Scrum se reúne e identifica los riesgos en función de sus experiencias pasadas con proyectos de tipo similar o teniendo en cuenta cualquier falla técnica.
- b) El product owner (dueño del producto), debe estar presente en todas las reuniones relacionadas con la gestión de riesgos, ya que es quien presenta la lista de características o requisitos. La identificación inicial del riesgo se realiza en la reunión de planificación del sprint.
- c) Los riesgos identificados se colocan en un nuevo artefacto llamado registro de riesgos. Posteriormente, se realiza una evaluación de riesgos en reuniones retrospectivas de sprint. Estas reuniones discuten la revisión del cliente en los sprints anteriores. En dichas reuniones se realiza el análisis de riesgos.
- d) El impacto del riesgo y la probabilidad del riesgo también se deciden en función de la experiencia previa del equipo y la consulta con el repositorio de riesgos que contiene riesgos ocurridos en proyectos de tipo similar.
- e) Para calcular el valor del riesgo se utilizará la probabilidad de riesgo y el factor de impacto de la matriz de clasificación de riesgos que se muestra en la figura 63. A partir de ella se puede establecer la gravedad del riesgo.
- f) Luego se decide el plan de mitigación de riesgos para cada riesgo identificado.

Probabilidad	Magnitud del riesgo				
Segura 5	5	10	15	20	25
Muy probable 4	4	8	12	16	20
Probable 3	3	6	9	12	15
Improbable 2	2	4	6	8	10
Muy improbable 1	1	2	3	4	5
Impacto Costo/tiempo	Muy bajo 1	Bajo 2	Medio 3	Alto 4	Muy alto 5

Figura 63. Matriz de gestión de riesgos. Adaptado de (Hammad & Inayat, 2018).

- Finalmente, la fase de planificación también deberá incluir un plan de capacitación y adquisiciones, modelo de financiamiento y, si se tratase de una investigación interna, es decir, que no proviene de un cliente, deberá incluir también el modelo de negocio (Vega-González & Vega-Salinas, 2018).

Seguir este proceso permitirá:

- Conformar el acta de proyecto que servirá en primera instancia como el estudio de factibilidad del proyecto.
- Realizar un estudio prospectivo del costo del proyecto y del valor de la tecnología a desarrollar.
- Si el proyecto se deriva de una petición directa de un cliente, entonces el acta de proyecto servirá para conformar el acuerdo de transferencia tecnológica que pueda generarse antes de iniciar el proyecto (Vega-González & Vega-Salinas, 2018).
- Si el proyecto surge de una necesidad o problemática detectada en el entorno, entonces podría servir para determinar si es viable llevarse a cabo y destinarle un financiamiento interno a manera de impulsar su desarrollo.
- Debido a que se contará con herramientas como el mapa de ruta tecnológica, es factible identificar en qué etapa de desarrollo puede

alcanzar las características mínimas necesarias para convertirse en una tecnología transferible bajo alguna de las figuras de propiedad intelectual disponibles para después ofertarse en el mercado que se ha identificado previamente.

El desarrollo de esta fase de muestra en la figura 64.

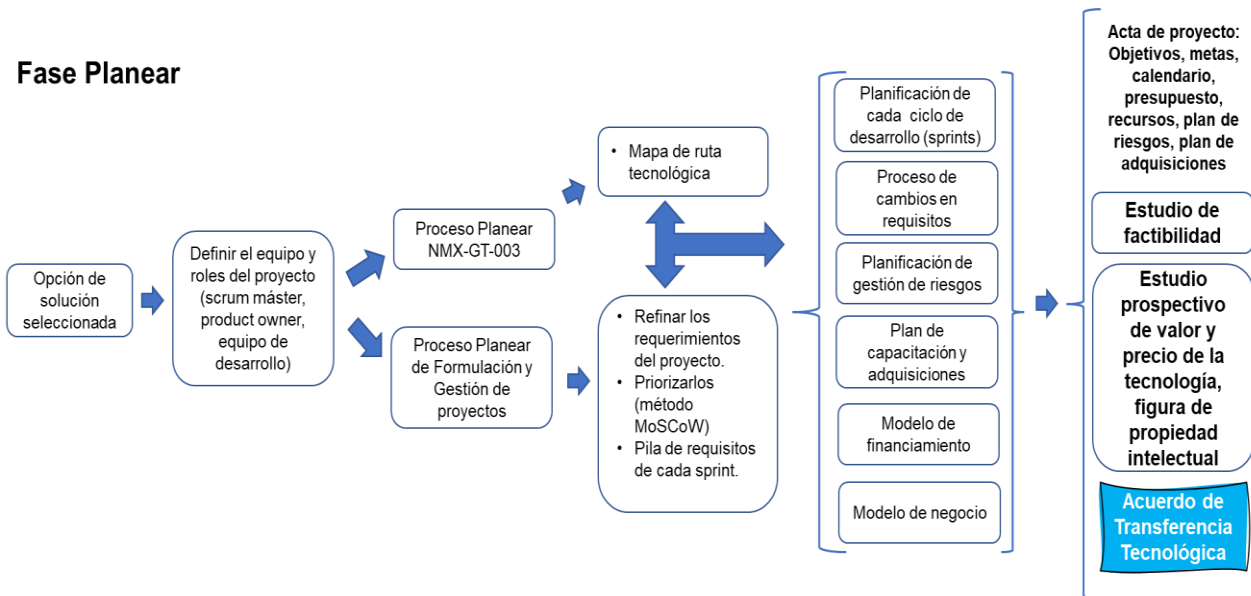


Figura 64. Fase 2 – Planificación. Marco para desarrollar tecnologías en las IES. *Elaboración propia.*

Fase 3. Ejecución, seguimiento y control.

Esta fase inicia con la lista de requisitos del sprint a desarrollar. De acuerdo con el sprint de que se trate, los procesos de asimilación y adquisición tecnológica deberán estar cubiertos.

El proceso de esta fase se muestra en la figura 65.

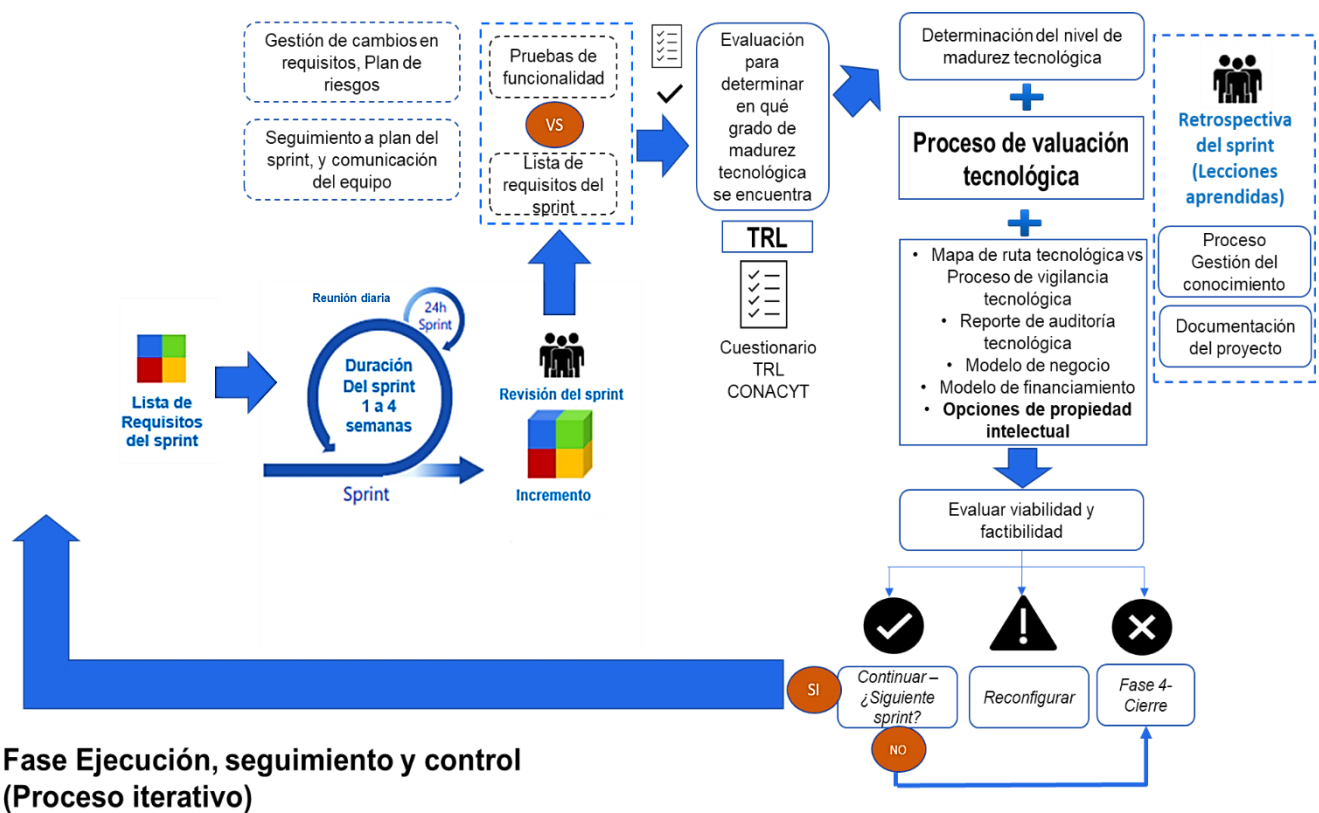


Figura 65. Fase 3 – Ejecución, monitoreo y control. Marco para desarrollar tecnologías en las IES. *Elaboración propia.*

- Durante el desarrollo del sprint, el equipo deberá de acuerdo con lo que dicta el proceso Scrum, realizar reuniones diarias de no más de 15 minutos para dar seguimiento al avance del proyecto, contestando de manera individual a tres preguntas básicas: ¿qué hice ayer?, ¿qué voy a hacer hoy?, ¿qué me impediría lograrlo? Si hubiese impedimentos para lograrlo, deberían comunicarlo al Product owner o al Scrum máster para que sea resuelto y poder así cumplir con el calendario.

El product owner es el responsable de dar seguimiento al plan del sprint y verificar que se logre. Si hubiese cambios deberá realizar el proceso acordado de cambio planeado y someterlo a autorización con el Scrum máster. Asimismo, si se presentan los riesgos identificados previamente,

deberán mitigarlos de acuerdo con lo planeado y si no estaban identificados, igualmente acordar y realizar una acción de mitigación.

Una vez concluido el sprint deberá llevarse a cabo el proceso de revisión de funcionalidad, que consiste básicamente en verificar si los requisitos que se incluyeron en el sprint están cubiertos. Para ello deberán realizarse pruebas de funcionamiento y deberán estar presentes las partes interesadas para verificar los resultados. Hasta que no estén completadas esas pruebas y aprobadas, no podrá ser posible pasar a una siguiente fase.

- Una vez aprobado su funcionamiento, se procederá a evaluar su grado de madurez. Para ello se puede utilizar el cuestionario que para tal fin provee el CONACYT, o bien, evaluarlo a través de una calculadora TRL en línea. El resultado obtenido también deberá corroborarse contra el resultado planeado.
- Una vez determinado el grado de madurez tecnológica del desarrollo, puede realizarse el proceso de valuación tecnológica, ya que conforme el desarrollo vaya incrementando su funcionalidad y madurez tecnológica, también irá cambiando su valor en el mercado, es por ello que tras cada incremento resultaría conveniente aplicar alguno de los métodos o técnicas de valuación para actualizarlo. Este resultado permitirá más adelante apoyar la toma de decisiones de su comercialización.
- También se propone llevar a cabo la revisión del mapa de ruta tecnológica diseñado previamente. Éste deberá actualizarse en el nuevo ejercicio de vigilancia tecnológica con el fin de identificar su potencial comercial. Esto permitirá también visualizar las opciones de protección de propiedad intelectual que puede alcanzar la tecnología en la etapa en que se encuentra.
- Asimismo, deberá corroborarse contra el reporte de auditoría tecnológica interna que: 1) se cuenta con lo necesario para poder continuar el proyecto; 2) se puede cubrir lo solicitado en la planeación del siguiente sprint con respecto al proceso de asimilación y adquisición; o 3) si puede ser solventado a través de colaboración con terceros.

- Al concluir el sprint debería llevarse a cabo una reunión de retrospectiva, tal como lo indica la guía Scrum. El propósito de esta reunión deberá ser identificar aquellas situaciones que impulsaron el logro de resultados y que por tanto deberían repetirse, aquellas que se podrían mejorar en el siguiente sprint y, finalmente aquellas prácticas que no deberían volver a realizarse porque han resultado perjudiciales para el logro de resultados. Esto debería documentarse y servir de base para el desarrollo de los siguientes sprints.

También deberá documentarse la parte técnica del proyecto y la documentación adicional que se entregará al cliente.

El resultado de llevar a cabo estos procesos (grado de madurez, determinación de precio, oportunidades de protección intelectual y asegurar contar con los recursos necesarios para continuar su desarrollo) debería permitir evaluar si es viable y factible continuar, reconfigurar o abandonar el desarrollo del proyecto.

En caso de continuar o reconfigurar, deberá seguirse el mismo proceso hasta que concluya o se decida darlo por concluido ya que se trata de un proceso iterativo.

Fase 4. Cierre

Finalmente, cuando el desarrollo se haya alcanzado de acuerdo con lo planeado, o bien, se haya decidido darlo por concluido, se procederá al cierre del proyecto.

Este cierre implica de acuerdo con (Vega-González & Vega-Salinas, 2018), asegurarse de que la documentación técnica ha sido entregada al cliente, implica también realizar una reunión de cierre con todas las partes interesadas (stakeholders) y en ella resaltar el cumplimiento logrado con respecto al acuerdo de transferencia tecnológica, identificar y establecer si fuese el caso, requerimientos contractuales.

En esta reunión deberá realizarse una encuesta de satisfacción del cliente que servirá como retroalimentación al proceso de servicio de desarrollo prestado por la IES. Puede igualmente, si es que el cliente lo solicita, proporcionar apoyo técnico posterior a la entrega con un costo adicional.

De manera interna implica realizar el reporte de cierre, el almacenamiento de archivos y la realización de auditorías financieras posteriores al cierre del proyecto. En esta fase resulta de mucho valor documentar las mejores prácticas detectadas en torno al desarrollo realizado con el fin de implementarlas en los siguientes proyectos (Vega-González & Vega-Salinas, 2018).

Este proceso se muestra en la figura 66.

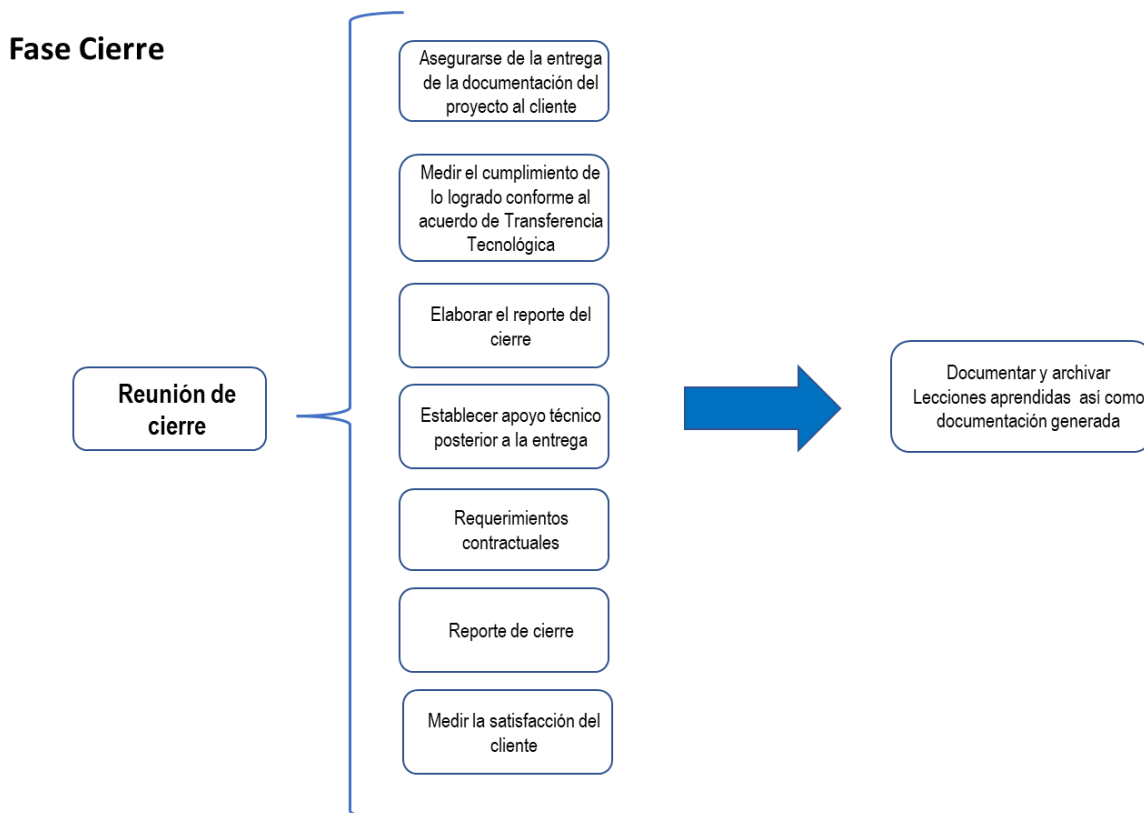


Figura 66. Fase 4 – Cierre. Marco para desarrollar tecnologías en las IES. *Elaboración propia.*

A manera de resumen, en la figura 67 se agrupan las actividades que se propone realizar en cada una de las fases del proceso de desarrollo de tecnologías en las IES.

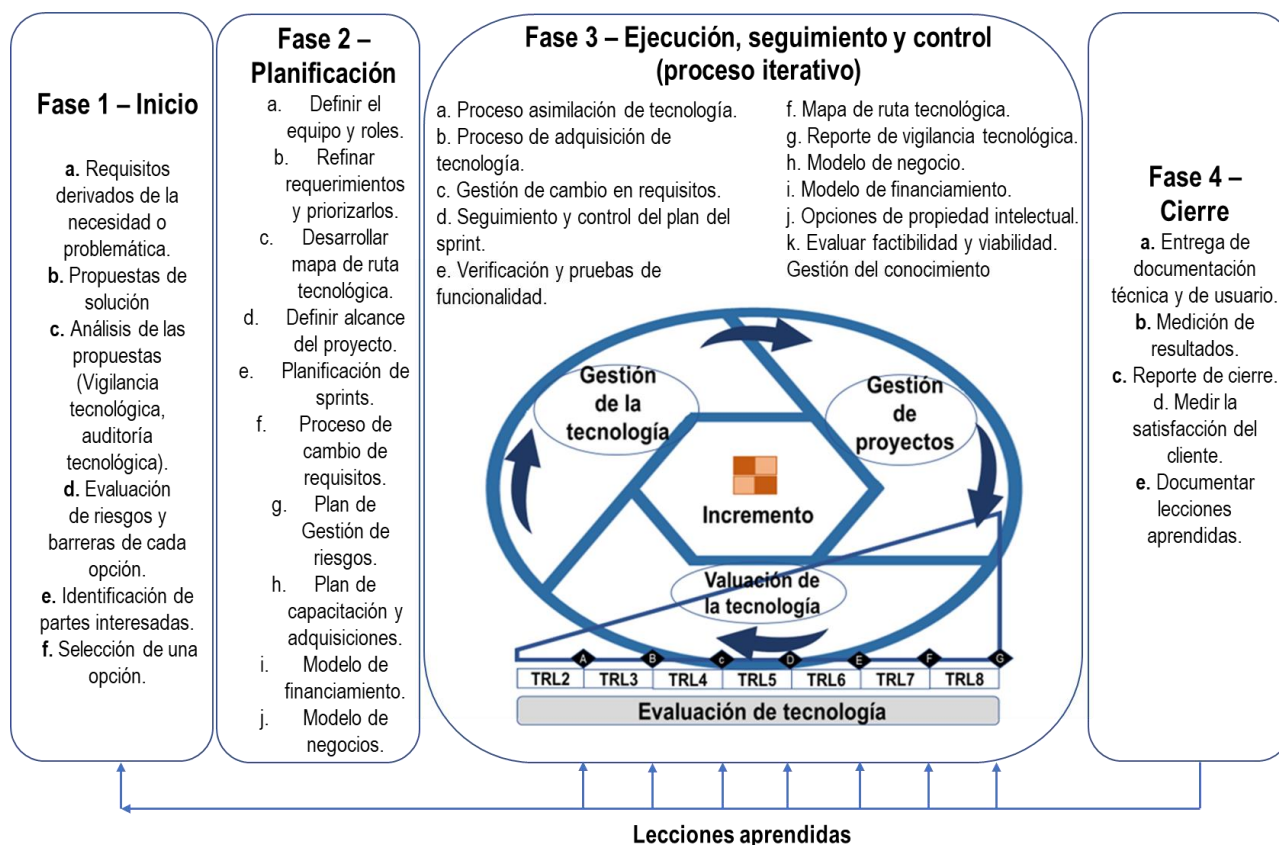


Figura 67. Actividades propuestas en cada una de las etapas del marco para desarrollar tecnologías en las IES. *Elaboración propia.*

Finalmente, Eaton, 2019; Özkan & Mishra (2019), sugieren utilizar herramientas de software disponibles en línea para facilitar el control de los proyectos.

Las engloban por función, tal como se muestra en la tabla 42.

Tabla 42. Herramientas tecnológicas para el control de proyectos.

Función	Herramienta propuesta
Comunicación	Slack
Gestión de proyectos	Trello, Jira, ActiveCollab, Agilo for Scrum, Icescrum
Coordinación de recursos	Trello
Control de versiones y documentación	GitHub
Calendarización	Calendario de Google

Estas herramientas apoyarían y facilitarían el proceso de seguimiento y control del proyecto ya que se trata de herramientas que proporcionarían información desde

cualquier dispositivo móvil con conexión a internet, esto permitiría tener información necesaria de manera oportuna para la toma de decisiones.

5.4 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en la primera etapa de esta investigación han permitido vislumbrar que las IES pertenecientes a los subsistemas del Tecnológico Nacional y, de Universidades Tecnológicas y Politécnicas ubicadas en el estado de Puebla, no cuentan con procesos orientados hacia la gestión estratégica de I+D.

En ellas se ha identificado la ausencia o debilidad en los procesos de gestión de tecnología, gestión de proyectos, evaluación tecnológica y, valuación de tecnología; con esto se ha podido corroborar lo mencionado en estudios previos que han buscado remarcar estas carencias en los procesos de investigación de las IES y que además las han señalado como causas de la incipiente transferencia de tecnología hacia terceros.

Esto permitió validar una necesidad que se convirtió en un área de oportunidad para desarrollar este trabajo de investigación.

La decisión de configurar el marco para el desarrollo de tecnologías en Instituciones de Educación Superior ha atendido a tres planteamientos específicos:

1. Al realizado por Oylumlu et al. (2017), en el que refiere realizar cambios internos en los marcos de gestión para que las IES pasen de ser “tradicionales” a “empresariales”.
2. Al realizado por Garnica & Franco (2020), respecto a que el proceso de investigación hacia la innovación requiere de una estrategia para desarrollarla y hacerla realidad, se requiere de un método, una “forma”, y esa “forma” incluye planear acciones, ejecutarlas, evaluarlas y ajustarlas de manera sistemática.
3. Finalmente, al relacionado con establecer las reglas y procedimientos para administrar el ciclo de vida de los proyectos de investigación (Nguyen & Meek, 2016).

Para llevarse a cabo, inicialmente requiere de la visión que la IES desea alcanzar en términos de I+D+I, así como de los planes y estrategias que de manera institucional se implementarán para lograrlo.

La propuesta incluye una visión sobre lo que debería integrarse en el nivel táctico con el fin de que engrane y sintonice con la implementación del marco en el nivel operativo. Agrega por lo tanto en el nivel táctico funciones relacionadas a capacitación, infraestructura, financiamiento, vinculación, propiedad industrial, aspectos legales y regulatorios (Adham et al., 2015; Geissdoerfer et al., 2017; König et al., 2013; Kowang et al., 2015; Naderibeni & Radovic, 2020; Novela et al., 2021), así como las funciones sustanciales de la gestión estratégica de I+D: gestión tecnológica, gestión de proyectos, valuación y, evaluación tecnológica (Arciénaga et al., 2018; Bayona et al., 2018; Conesa, 2017; Gbadegeshin et al., 2022; Y. Kim et al., 2019; Liu et al., 2020; Mejía & Solleiro, 2021; Mell & Grance, 2011; Ramírez & Royero, 2019; Ravi & Janodia, 2022; Tejero & León, 2020; Vega-González & Vega-Salinas, 2018; Vega-González & Saniger, 2010; Villa & Jiménez, 2015; Villafañá, 2019; Wang, 2016).

En el marco se integra el proceso de gestión tecnológica basado en la norma mexicana NMX-GT-003, la gestión de proyectos se realiza bajo el enfoque ágil de SCRUM, la evaluación tecnológica se realiza a través de la implementación del TRL y la valuación tecnológica se deja abierta para utilizar cualquiera de los métodos de valuación disponibles, ya que esto dependerá del tipo de tecnología que se desarrolle.

Conclusiones

Al inicio de esta investigación se plantearon objetivos específicos que ayudarían a lograr el objetivo general. A continuación, se exponen las conclusiones derivadas de los hallazgos o resultados encontrados por cada uno de ellos y su contribución al logro del objetivo general.

Objetivo específico 1:

Indagar qué porcentaje de los investigadores que laboran en las IES bajo estudio no siguen procesos relacionados con la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia.

La encuesta realizada muestra los siguientes indicios:

- a) Respecto al proceso de Gestión tecnológica, los investigadores que laboran en Institutos tecnológicos descentralizados (ITD), Universidades Tecnológicas (UT) y Universidades Politécnicas (UP) no lo llevan a cabo en un 85%, 86% y 90% respectivamente.
- b) Los procesos de gestión de proyectos no son llevados a cabo por los investigadores que laboran en ITD, UT y UP en un 74%, 79% y 65% respectivamente.
- c) Los investigadores que laboran en ITD, UT y UP no realizan la evaluación de las tecnologías que desarrollan en un 80%, 90% y 55% respectivamente.
- d) Respecto al proceso de valuación tecnológica los investigadores que laboran en ITD, UT y UP no la realizan en un 84%, 88% y 80% respectivamente.
- e) El promedio de investigadores en los ITD que no utilizan estos cuatro procesos para el desarrollo de las tecnologías que generan, es del 81%.
- f) El promedio de investigadores en las UT que no utilizan estos cuatro procesos para el desarrollo de las tecnologías que generan, es del 86%.

- g) El promedio de investigadores en las UP que no utilizan estos cuatro procesos para el desarrollo de las tecnologías que generan, es del 73%.
- h) De manera general, la aplicación de estos procesos por los investigadores se realiza en mayor promedio (27%) en las Universidades Politécnicas.

Esto ha permitido establecer que los investigadores que laboran en los subsistemas bajo estudio no realizan procesos relacionados a la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para llevar a cabo sus desarrollos tecnológicos.

Objetivo específico 2:

Indagar qué porcentaje de las Instituciones de Educación Superior bajo estudio tienen implantados procesos relacionados a la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas para llevar sus desarrollos tecnológicos hacia la Transferencia Tecnológica.

Al respecto se encontraron los siguientes indicios:

- a) En cuanto a la institucionalización de procesos relacionados con la gestión tecnológica, en los ITD el 26% de los investigadores mencionan que sí hay procesos relacionados. En las UT el 11% y en las UP el 35% de los investigadores mencionan que también los hay.
- b) En cuanto a si están implantados procesos relacionados a la gestión de proyectos, en los ITD el 13% de los investigadores mencionan que si hay procesos relacionados. En las UT el 11% y en las UP el 15% de los investigadores mencionan que también los hay.
- c) En cuanto a si están implantados procesos relacionados a la evaluación tecnológica, en los ITD el 2% de los investigadores mencionan que si hay procesos relacionados. En las UT el 1% y

en las UP el 5% de los investigadores mencionan que también los hay.

- d) En cuanto a si están implantados procesos relacionados a la valuación tecnológica, en los ITD el 4% de los investigadores mencionan que si hay procesos relacionados. En las UT el 5% y en las UP el 10% de los investigadores mencionan que también los hay.
- e) El proceso que menos se encuentra considerado en las IES para el desarrollo de tecnologías es el de evaluación de tecnología. En promedio representa el 3%.

Esto ha permitido establecer que las IES bajo estudio no han desarrollado e institucionalizado procesos relacionados a la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica para llevar a cabo sus desarrollos tecnológicos.

De manera general con respecto a estos dos objetivos específicos se puede concluir que es necesario que las IES bajo estudio realicen cambios en la gestión de la investigación y desarrollo tecnológico para enfrentar el enorme reto de la innovación.

Objetivo específico 3:

Identificar en la literatura los procesos, herramientas, normas y otros elementos que se han integrado a marcos conceptuales, modelos o metodologías para llevar a cabo procesos relacionados con la gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológicas en las Instituciones de Educación Superior.

Inicialmente se pudo corroborar lo que menciona (Pino et al., 2021) respecto a que los modelos de gestión para la investigación e innovación en las IES a nivel internacional todavía se encuentran en construcción, ya que son pocos los ejemplos que se pueden hallar en la literatura sobre la

implantación de este tipo de modelos y la obtención de resultados positivos derivados de ellos. En esta investigación sólo se pudieron encontrar once.

Después de realizar el análisis a la información encontrada se pudo identificar que los autores de dichos modelos proponían superar algunas de las brechas de transferencia identificadas previamente a través de la implementación de los procesos de gestión tecnológica, gestión de proyectos, evaluación y valuación tecnológica, sin embargo, los proponían de manera separada, no integral, con lo que se corrobora el aporte de esta propuesta a la literatura.

Objetivo específico 4:

Describir a través de un marco conceptual el ciclo de vida que deberían seguir los desarrollos tecnológicos en las Instituciones de Educación Superior para llenar de manera sistemática y coherente los vacíos relativos a la gestión tecnológica, gestión de proyectos y, evaluación y valuación tecnológicas.

El enfoque del marco propuesto describe una a una las etapas propuestas: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y, cierre. En el marco se interrelaciona cada una de ellas mediante la ejecución de cada uno de los procesos propuestos, además lo hace bajo un enfoque sistémico en el que lo que se produce en cada etapa y subproceso afectará el ciclo de desarrollo y resultado final. También bajo una perspectiva de desarrollo ágil con el fin de disminuir el tiempo de desarrollo.

En el marco de trabajo, el vacío identificado sobre la gestión tecnológica se aborda a través del modelo del Sistema de Gestión de la Tecnología de la NMX-GT-003, que involucra también el de directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica (GT-004-IMNC-2012) y la propuesta de Múnera (2014), para el desarrollo del mapa de ruta tecnológica que guiará la visión del proyecto. Asimismo, el vacío referente a

la gestión de proyectos se aborda a través del marco ágil SCRUM en el que se incluyen las propuestas de gestión de cambios de (Becerril et al., 2017) y gestión de riesgos por (Hammad & Inayat, 2018). La ausencia del proceso de evaluación tecnológica se aborda a través de la implementación del TRL (ECD, 2014) y, finalmente, para la carencia de procesos relacionados con la valuación de tecnologías se han propuesto métodos cuantitativos, cualitativos e híbridos que pueden ser utilizados de acuerdo con las características de cada desarrollo tecnológico.

La integración de los procesos se determinó en función de lo que se proponía en los modelos sobre gestión de la investigación e innovación en las IES.

Finalmente, el objetivo general de esta investigación fue *proponer un marco conceptual que guiara el ciclo de vida de los desarrollos tecnológicos que se generan en las Instituciones de Educación Superior para superar las brechas hacia la Transferencia Tecnológica*.

El marco presentado está basado en procesos iterativos edificados en la planificación y la evaluación incremental de las características, funcionalidad, madurez y valor económico de los desarrollos tecnológicos, con ello se pretende evaluar la factibilidad y viabilidad de seguirlo desarrollando o bien, su transferencia, y en esto se basa la propuesta de valor del modelo.

A través de esta propuesta se busca incentivar a las IES hacia un cambio de paradigma para enfrentar el enorme reto de producir tecnologías para su transferencia hacia el entorno, por lo que lo hace bajo un enfoque sistémico y que promulga considerar a todos los agentes que puedan incidir en su proceso de generación de conocimiento e innovación con el fin de ampliar el impacto positivo de hacerlo. El modelo también pretende incentivar a las IES a realizar este proceso de manera sistemática con el fin de lograr una mejora continua en el desarrollo de tecnologías.

Desafortunadamente, requiere más que sólo ponerlo a funcionar. Tiene requerimientos respecto a cambios de paradigma en las esferas organizacionales más altas de las IES, requiere presupuesto, capacitación y cambios en la estructura organizacional funcional; pero, sobre todo, compromiso en las IES por querer impulsar la investigación hacia la innovación.

Sin embargo, alentar esta propuesta hacia trabajos de investigación futuros, permitirá como primer paso organizar las actividades de desarrollo tecnológico, reconocer su ciclo de vida, evaluar los beneficios de aplicar normas, marcos y modelos para producirlas y cumplir con las expectativas de quienes las necesitan o solicitan. Sin duda, este significativo cambio, proporcionará a quienes lo adopten, una nueva visión respecto a la cadena de valor en el desarrollo de tecnologías.

Trabajos futuros

Debido a que el alcance de esta investigación corresponde sólo a la construcción del marco, se propone como siguiente fase de investigación, implementar en una IES el marco construido con el fin de:

- a. Validar el flujo de actividades.
- b. Integrar herramientas tecnológicas que faciliten su implementación.
- c. Medir los resultados de desarrollo con respecto a la caracterización que solicita la industria y la viabilidad de transferencia.

Esto sin duda, arrojaría resultados que a su vez permitirían ampliar la línea de investigación.

Referencias

- Adham, K. A., Kasimin, H., Mat Isa, R., Othman, F., & Ahmad, F. (2015). Developing a Framework for a Viable Research University. *Systemic Practice and Action Research*, 28(5), 503–525. <https://doi.org/10.1007/s11213-015-9341-8>
- Agramon, M. J. F., & Lechuga, C. J. I. (2019). Las disposiciones de transferencia de tecnología hacia los investigadores en las principales instituciones de educación superior públicas de producción científica en México (The technology transfer provisions to researchers in the main public higher educ. *Innovaciones de Negocios*, 16(32), 304–331.
- Alcántar, J., Hernández, H., & Sánchez, A. (2017). Transferencia y comercialización tecnológica: una experiencia reciente de una OTT grupal de siete centros públicos de I+D. *Gestión de La Innovación Para La Competitividad*, 1–15.
- Alpizar, A., & Dentchev, N. A. (2017). Las barreras a la comercialización de los resultados de la investigación en la relación universidad-empresa. Estudio de caso. *Santiago*, 145(December), 204–221.
- Álvarez, I., Natera, J. M., & Castillo, Y. (2019). Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina. *Documentos de Trabajo*, 2019. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.dt19>
- Arciénaga, M. A. A., Nielsen, J., Bacarini, H. A., Martinelli, S. I., Sergio, T. K., & García, D. J. F. (2018). Technology and innovation management in higher education—cases from latin america and europe. *Administrative Sciences*, 8(2), 2–34. <https://doi.org/10.3390/admsci8020011>
- Arias-Perez, J. E., & Aristizabal-Botero, C. A. (2011). Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia-tecnología y sociedad. *Revista Científica Pensamiento y Gestión*, 31, 1–13.
- Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., & Pleari, S. (2015). Academic policy and entrepreneurship: a European perspective. *Journal of Technology Transfer*, 40(3), 363–368. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9359-6>
- Azizian, N., Sarkani, S., & Mazzuchi, T. (2009). A comprehensive review and analysis of maturity assessment approaches for improved decision support to achieve efficient defense acquisition. *Proceedings of the World Congress on ...*, II, 1150–1157. <http://www.doaj.org/doaj?func=fulltext&ald=550114>
- Aznar, B. J., Cayo, A. T., & López Perales, A. A. (2017). Valoración de intangibles, marcas y patentes. Métodos y casos prácticos. In U. P. de Valencia (Ed.), *Ardiles*.
- Bayona, S., Bustamante, J., & Saboya, N. (2018). PMBOK as a reference model for academic research management. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 745, 863–876. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_84

- Bazan, C. (2019). "From lab bench to store shelves:" A translational research & development framework for linking university science and engineering research to commercial outcomes. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 53(December 2017), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2019.05.001>
- Becerra, L. E., Zárate, R. R., & Rodríguez, Q. D. A. (2015). Gestión de la Investigación Universitaria: un escenario académico para la apropiación social del conocimiento. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 4(2), 215–226.
- Becerra, P. (2019). Hacia la construcción de un marco conceptual para las Oficinas de Transferencia Tecnológica Universitarias : exploración de las variables a través de una revisión de la literatura reciente Towards building a framework for Technology Transfer Offices in Un. *Divulgatio*, 3(8), 101–121.
- Becerril, L., Heinrich, V., Böhmer, A., Schweigert, S., & Lindemann, U. (2017). Engineering Change Management Within Agile Product Development — A Case Study Engineering change. *Smart Innovation, Systems and Technologies.*, 1, 643–652. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3518-0>
- Bellido, F. (2012). *Wikilibro Gestión de la tecnología*.
- Benitez-Abarca, R. P., & Rubio-Toledo, M. A. (2020). Consideraciones estratégicas para optimizar el diseño de la transferencia tecnológica dentro de las instituciones de educación superior. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 15(27), 1–14.
- Benítez, M., Fernández, A., Fernández, R. R., & Díaz, J. A. (2018). Fundamentos teóricos para la gestión tecnológica en la relación universidad-empresa en el sector ganadero cubano. *Revista Internacional Del Mundo Económico y Del Derecho*, XIII, 1–18.
- Bermudez-Hernández, J., Hormecheas-Tapia, K., Villa-Enciso, E., Castellanos-Domínguez, Ó. F., Jiménez-Hernández, C. N., & Jiménez-Navia, B. (2019). Role of the Management of Technology and Innovation in Military Institutions in Post- Agreement Scenarios : Colombian Case. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 8–1, 1–10.
- Bolívar-Cruz, A., Fernández-Monroy, M., & Galván-Sánchez, I. (2017). La cooperación tecnológica universidad-empresa: el rol de la comunicación. *Journal of Technology Management & Innovation*, 12(3), 67–77. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242017000300007>
- Borba, J. C. R. De, Trabasso, L. G., Pessôa, M. V. P., Carlos, J., Trabasso, L. G., P, M. V., Borba, J. C. R. De, Trabasso, L. G., & Pessôa, M. V. P. (2019). Agile Management in Product Development. *Research-Technology Management*, 62(5), 63–67. <https://doi.org/10.1080/08956308.2019.1638488>
- Botha, A. P. (2018). RAPIDLY ARRIVING FUTURES: FUTURE READINESS FOR INDUSTRY 4.0 A.P.No Title. *South African Journal of Industrial Engineering*, 29(November), 148–160.

- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(1), 65-8627–6556.
- Calderón-Martínez, G. (2014). Patentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de La Educación Superior*, 43(170), 37–56.
<https://doi.org/10.1016/j.resu.2014.06.001>
- Calderón, G., Jasso, J., & Torres, A. (2016). Innovación y colaboración universidad-empresa en la industria biofarmacéutica en México. In *Vinculación de las universidades con los sectores productivos - Casos de Iberoamérica. Volumen 1*. (Issue July 2018, p. 340).
- CamBioTec, A. C. (2016). *Manual de gestión tecnológica para PyMES mexicanas* (Primera).
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. J. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(1), 1–12.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple helix, Quadruple helix and Quintuple helix and how do Knowledge, Innovation and the Environment relate to Each other? a proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69.
<https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105>
- Cárdenas, S. L. J., Jaime, A. M. A., & Arellano, A. J. F. (2016). Análisis de metodologías de valoración de tecnología propuestas en la literatura científica. 5o. *Congreso Internacional de Gestión Tecnológica y de La Innovación*, October.
- Castillo, L., Lavín, J., Angélica, N., & Melo, P. (2014). La gestión de la triple hélice: fortaleciendo las relaciones entre la universidad, empresa, gobierno Transferencia Tecnológica. *Multiciencias*, 14(July 2014), 438–446.
- CIDT-UTP. (2021). *Cómo afrontar las perspectivas de futuro ?*
- Codner, D. G. (2017). Elementos para el diseño de políticas de transferencia tecnológica en universidades. 5to *Congreso Internacional de Red Universidad Empresa - ALCUE*, 23, 12.
- Colombo, S. (2021). *Desarrollo y políticas de ciencia, tecnología e innovación en un mundo en transformación: Reflexiones sobre la Argentina contemporánea*.
- CONACYT. (2015). *Guía de diagnóstico de nivel de maduración tecnológica*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Conesa, F. (2017). *Evaluación y valoración de tecnologías*.
- Cruz Novoa, A. (2016). Innovación de Base Científica-Tecnológica desde las Universidades de Iberoamérica. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(4), 1–4.
- De Moortel, K., & Crispeels, T. (2018). International university-university technology transfer: Strategic management framework. *Technological*

- Forecasting and Social Change*, 135(February 2017), 145–155.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.05.002>
- De Ossa, M. T., Londoño, J. E., & Valencia-Arias, A. (2018). Modelo de Transferencia Tecnológica desde la Ingeniería Biomédica: un estudio de caso. *Información Tecnológica*, 29(1), 83–90. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000100083>
- Del Sagrado, J., Del Águila, I. M., & Bosch, A. (2018). *Expansiónn cuantitativa del método MoSCoW para la priorización de requisitos*.
- Devol, R., & Lee, J. (2017). *Concept to Commercialization The Best Universities for Technology Transfer* (Issue April).
<https://assets1b.milkeninstitute.org/assets/Publication/ResearchReport/PDF/Concept2Commercialization-MR19-WEB.pdf>
- Drivas, K., & Panagopoulos, A. (2016). Using the patent term changes in assessing the evolution of patent valuation from filing to maturity. *European Journal of Innovation Management*, 19(4), 528–546.
<https://doi.org/10.1108/EJIM-04-2015-0027>
- Eaton, E. (2019). A Lightweight Approach to Academic Research Group Management Using Online Tools : Spend More Time on Research and Less on Management. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(1), 9644–9647.
- ECD. (2014). *Technology Readiness Assessment Guide*. HORIZON 2020 – WORK PROGRAMME 2014-2015 General Annexes; European Commission Decision.
- Eder, M. C., Ret, U., & Mazzuchi, T. A. (2017). Framework Beyond Integration Readiness level (IRL): A Multidimensional Framework to Facilitate the Integration of systems of systems. *Defense AR Journal*, 24(3), 488–533.
- Frías, R. A. C. (2019). *MODELO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y DE CONOCIMIENTO DESDE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ*. 221.
- García, G. R. (2017). Patenting and innovation in Mexico, a developing country: Theory and politics. *Revista de La Educacion Superior*, 46(184), 77–96.
<https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.11.001>
- García Mogollón, J. M., Gualdrón Guerrero, C. A., & Bolívar León, R. (2013). Diseño de un modelo de transferencia Universidad-Empresa, para la I + D generado por grupos de investigación de la Universidad de Pamplona. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 74, 106–119.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n74.2013.739>
- Garnica, E. E., & Franco, C. J. Al. (2020). Gestión de la innovación en las instituciones de educación superior. *SIGNOS-Investigación En Ssistemas de Gestión*, 13(1), 1–14.
<https://www.redalyc.org/journal/5604/560468679002/html/>

- Gasca, J. (2017). *Gestión Ágil de proyectos de innovación*.
- Gbadegeshin, S. A., Natsheh, A. Al, Ghafel, K., Mohammed, O., Koskela, A., Rimpiläinen, A., Tikkanen, J., & Kuoppala, A. (2022). Overcoming The Valley of Death : A New Model for High Technology Startups. *Sustainable Futures*, 4(100077).
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., & Evans, S. (2017). The Cambridge Business Model Innovation Process. *Procedia Manufacturing*, 8, 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.033>
- Gil, A. M., & Zubillaga, F. J. (2006). Los ciclos de vida de las tecnologías y la evolución de sistemas. La existencia de factores limitantes en la innovación. *X Congreso de Ingeniería de Organización*, 1–10.
- González, S. J. (2011). Manual de transferencia tecnológica y conocimiento. *Manual de Transferencia Tecnológica y Conocimiento*, 126.
- Grimaldi, M., Cricelli, L., & Rogo, F. (2017). Valuating and analyzing the patent portfolio: the patent portfolio value index. In *European Journal of Innovation Management*. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2017-0009>
- Grundel, I., & Dahlström, M. (2016). A Quadruple and Quintuple Helix Approach to Regional Innovation Systems in the Transformation to a Forestry-Based Bioeconomy. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(4), 963–983. <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0411-7>
- Guertler, M. R., Kriz, A., & Sick, N. (2020). Encouraging and enabling action research in innovation management. *R&D Management*, 50(3), 380–395. <https://doi.org/10.1111/radm.12413>
- Hammad, M., & Inayat, I. (2018). Integrating Risk Management in Scrum Framework. *2018 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)*, 158–163. <https://doi.org/10.1109/FIT.2018.00035>
- Hernández-García, R. D., Güemes-Castorena, D., & Ponce-Jaramillo, I. E. (2018). A real option based model for the valuation of patent protected technological innovation projects. *World Patent Information*, 53(March), 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.05.002>
- Hernández, B. H., Martuscelli, Q. J., Moctezuma, N. D., Muñoz, G. H., & Narro, R. J. (2015). Los desafíos de las universidades desde América Latina y el Caribe. *Perfiles Educativos*, XXXVII, 202–218.
- Hernández, R. S., Fernández, C. C., & Baptista, P. L. (2014). *Metodología de la investigación* (M. G. Hill (ed.); Segunda ed).
- Hidalgo, E. S., & Morell, M. F. (2019). Co-designed strategic planning and agile project management in academia: case study of an action research group. *Palgrave Communications*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0364-0>
- Hilkevics, S., & Hilkevics, A. (2017). The comparative analysis of technology transfer models. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 540–558.

[https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(11\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(11))

- IMNC. (2008). Manual de Gestión Tecnológica para PyMES Mexicanas Principales elementos de la Norma Mexicana NMX-GT-003- IMNC-2008. In *Norma Mexicana NMX-GT-003- IMNC-2008* (p. 2014).
- IMPI. (2021). *Academia y sector privado: una alianza necesaria para la medicina mexicana*. Webinar AMIIF. Reflexiones Para Una Nueva Realidad. <https://amiif.org/reflexiones-para-una-nueva-realidad-academia-y-sector-privado-una-alianza-necesaria-para-la-medicina-mexicana/>
- INEGI. (2019). Encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (ENAPROCE) 2018. In *Resultados* (Issue 448/19). <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/especiales/ENAPROCE2018.pdf>
- Ishii, Y. (2016). *Valuation of intellectual property*. <https://doi.org/10.1108/14691930510611094>
- Jasso, V. J., Torres, V. A., & Calderón, M. M. G. (2017). La construcción de capacidades de transferencia de desarrollos científicos de la universidad en México. *XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC*, 1–15.
- Jiménez-Medina, E., Yepes-Callejas, R., Rojas-Arenas, I. D., Arenas-Betancur, J. F., & Giraldo-Builes, J. (2021). Vista de Factores involucrados en el valle de la muerte de la I+D+i_ aproximación de casos polares.pdf. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 90, 65–84.
- Jiménez-Navia, B., Villa-Enciso, E. M., & Bermúdez-Hernández, J. (2020). La gestión de la tecnología y la innovación en el sector defensa: resultados desde un análisis bibliométrico. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 5821(59), 45–70. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n59a4>
- Jiménez, C. N. (2015). *Propuesta para la valoración tecnológica desde la perspectiva de la Síntesis Evolutiva Moderna*.
- Jiménez, C. N., & Castellanos, O. (2013). El valor de la tecnología: Enfoques novedosos para su determinación. *Journal of Technology Management and Innovation*, 8(SPL.ISS.2), 92–103. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300008>
- Jiménez González, S., Díez Ochoa, S., Arango Alzate, B., & Hernández Zarta, R. (2017). Vigilancia tecnológica de las curvas en S y ciclo de vida de las tecnologías. *Revista Espacios*, 38, 36.
- Jiménez Hernández, C. N., García Vergara, M. E., & Castellanos Domínguez, O. F. (2018). Technological valuation Management in plastic packaging companies in Bogotá, Colombia. *Cuadernos de Administración*, 33(59), 32. <https://doi.org/10.25100/cdea.v33i59.4476>
- Jones, J. C., Scro, K., Payne, D. R., Ruhge, R., Erickson, B., & Andorka, S. (2015).

Research to Operations of Ionospheric Scintillation Detection and Forecasting. In *Air Force Space Command Petreson AFB United States*.

- Kholiavko, N., Grosu, V., Safonov, Y., Zhavoronok, A., & Cosmulese, C. G. (2021). QUINTUPLE HELIX MODEL : INVESTMENT ASPECTS OF HIGHER EDUCATION IMPACT ON SUSTAINABILITY. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 43(1), 111–128. <https://doi.org/https://doi.org/10.15544/mts.2021.10>
- Kim, J., Kim, J., & Kim, S.-K. (2015). A Patent Valuation Method Using Game Theoretic Real Option Approach. *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 40(2), 43–61.
- Kim, Y., Ahn, J. M., Kwon, O., & Lee, C. (2019). Valuation of University-Originated Technologies: A Predictive Analytics Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, PP, 1–13. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2938182>
- König, B., Diehl, K., Tscherning, K., & Helming, K. (2013). A framework for structuring interdisciplinary research management. *Research Policy*, 42(1), 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.05.006>
- Kopczewska, K., & Kopyt, M. (2014). Non-linear corrections in market method of patent valuation. *Business and Economic Horizons*, 10(3), 177–190. <https://doi.org/10.15208/beh.2014.15>
- Kowang, T. O., Long, C. S., & Rasli, A. (2015). Innovation management and performance framework for research university in Malaysia. *International Education Studies*, 8(6), 32–45. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n6p32>
- Labra Lillo, R., & Myrna, J. (2017). El Sistema De Ciencia Y Tecnología De Corea Del Sur: ¿Un Ejemplo De Colaboración Internacional Para Europa? *Revista de Estudios Empresariales. Segunda Época*, 2(2), 48–76. <https://doi.org/10.17561/ree.v0i1.3191>
- Lagrost, C., Martin, D., & Dubois, C. (2010). Intellectual property valuation: how to approach the selection of an appropriate valuation method. *Journal of Intellectual Capital*, 11(4), 481–503. <https://doi.org/10.1108/EL-01-2014-0022>
- Lawryshyn, Y., Collan, M., Luukka, P., & Fedrizzi, M. (2017). New procedure for valuing patents under imprecise information with a consensual dynamics model and a real options framework. *Expert Systems with Applications*, 86, 1339–1351. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.05.056>
- Lemos, J. C., & Chagas, M. F. (2016). Application of maturity assessment tools in the innovation process: converting system's emergent properties into technological knowledge. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 13(2), 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.rai.2015.08.001>
- Lima, A. S., Ovando, C., Olivera, P. E., & Rodríguez, L. M. Á. (2020). Desempeño de una Oficina de Transferencia de Tecnología en el contexto de gestión de patentes: Estudio de caso de la OTT de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Nova Scientia*, 12(24). <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2193>

- LISTO. (2020). *Industry Cooperation in Latin America. Lessons learned from the applying AIM Methodology* (1st Editio). Uppsala University PO.
urn:nbn:se:uu:diva-420120
- Liu, H. Y., Subramanian, A. M., & Hang, C. C. (2020). Marrying the Best of Both Worlds: An Integrated Framework for Matching Technology Transfer Sources and Recipients. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(1), 70–80. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2858812>
- Londoño-Gallego, J. A., Velásquez Restrepo, S. M., Villa Rodríguez, M. E., Franco Cuartas, F. D. J., & Viana-Rúa, N. E. (2018). Identificación de tipos, modelos y mecanismos de transferencia tecnológica que apalancan la innovación. *Revista CINTEX*, 23(2), 13–23. <https://doi.org/10.33131/24222208.314>
- López, O. E., Castillo, C. N., Valdés, R. M., & Solis, G. R. (2019). Planeación en Centros de Investigación y Desarrollo tecnológico (ClyDT). *XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC*, 14.
- Luke, A. N. (2017). *Using Design Maturity Assessments to Improve New Technology Implementation in Active Production Environments* (Vol. 1). Massachusetts Institute of Technology.
- Magnaye, R. B., Sauser, B. J., & Ramirez-Marquez, J. E. (2010). System Development Planning Using Readiness Levels in a Cost of Development Minimization Model. *Systems Engineering*, 13(4), 311–323.
- Martínez, D. M., García, R. I., González, P. M., Castillo, A. G., & Triana, V. Y. (2018). Metodología de gestión de la propiedad intelectual en los proyectos de ciencia, tecnología e innovación. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar Del Río*, 22(6), 1090–1102.
- Mazzariol, P., & Thomas, M. (2016). Theory and practice in M&A valuations. *Strategic Direction*, 32(6), 8–11. <https://doi.org/10.1108/SD-03-2016-0032>
- McConkie, E., Mazzuchi, T. A., Sarkani, S., & Marchette, D. (2013). Mathematical Properties of System Readiness Levels. *Systems Engineers*, 16(4), 391–399. <https://doi.org/10.1002/sys>
- Medellín Cabrera, E. A., & Arellano Arellano, A. (2019). Dificultades de la valoración de tecnologías en el ámbito universitario. *Contaduría y Administración*, 64(1), 68. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1811>
- Mejía, C. A. O., & Solleiro, R. J. L. (2021). *Distribución regional de empresas innovadoras : el caso de las ganadoras del Premio Nacional de Tecnología e Innovación (PNTi)* *Distribución regional de empresas innovadoras : el caso de las ganadoras del Premio Nacional de Tecnología e Innovación (PNTi* (Issue December).
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*.
- Meneses, J. M. (2016). *La transferencia de tecnología en la UPM: hacia una universidad emprendedora*.

- Meza, P., & Delzo, Y. (2017). *Negociación en la transferencia tecnológica* (Issue May). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11829.88801>
- Mineiro, A. A. da C., de Souza, T. A., & de Castro, C. C. (2021). The quadruple and quintuple helix in innovation environments (Incubators and science and technology parks). *Innovation and Management Review*, 18(3), 292–307. <https://doi.org/10.1108/INMR-08-2019-0098>
- Morales, R. M. E., Plata, P. P. A., & Fandiño, C. F. A. (2014). La importancia del perfil de los actores en la transferencia de conocimiento en casos de propiedad intelectual universitaria. *Revista Ciencias Estratégicas*, 22(31), 139–155.
- Morawska-Jancelewicz, J. (2021). The Role of Universities in Social Innovation Within Quadruple / Quintuple Helix Model : Practical Implications from Polish Experience. In *Journal of the Knowledge Economy*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00804-y>
- Mosquera, M. S. A. (2015). *La Ingeniería de Requisitos en los Métodos de Desarrollo Agiles* [Corporación Universitaria Adventista]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3303.7687>
- Munari, F., Sobrero, M., & Toschi, L. (2017). Financing technology transfer: Assessment of university-oriented proof-of-concept programmes. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(2), 233–246. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1241874>
- Múnera, D. D. (2014). *Entregable Final Trabajo de Grado Proceso para la Elaboración de Mapas de Rutas Tecnológicas en el Área de Investigación y Desarrollo de la Empresa Argos*.
- Naderibeni, N., & Radovic, M. M. (2020). Providing an entrepreneurial research framework in an entrepreneurial university. *International Review*, 1(2), 43–56.
- Nag, D., Gupta, A., & Turo, A. (2020). *The Evolution of University Technology Transfer : By the Numbers* (Issue April).
- Nguyen, H. T. L., & Meek, V. L. (2016). Key Problems in Organizing and Structuring University Research in Vietnam: The Lack of an Effective Research “Behaviour Formalization” System. *Minerva*, 54(1), 45–73. <https://doi.org/10.1007/s11024-016-9289-6>
- Nguyen, H. T. L., & Van Gramberg, B. (2018). University strategic research planning: a key to reforming university research in Vietnam? *Studies in Higher Education*, 43(12), 2130–2147. <https://doi.org/10.1080/03075079.2017.1313218>
- Nguyen, T. L., & Meek, V. L. (2015). Key Considerations in Organizing and Structuring University Research. *The Journal of Research Administration*, 46(1), 41–62. <https://go8.edu.au/j.%0Ahttps://eric.ed.gov/?id=EJ1156089>
- Novela, S., Syarif, R. I. F., & Arkeman, Y. (2021). Building Institutional model of entrepreneurial university. *International Journal of Management (IJM)*, 12(1),

517–527. <https://doi.org/10.34218/IJM.12.1.2021.046>

- Núñez, J. J., & Montalvo, A. L. F. (2015). La política de ciencia, tecnología e innovación en Cuba y el papel de las universidades. *Revista Cubana de Educación Superior*, 34(1), 29–436. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Olechowski, A., Eppinger, S. D., & Joglekar, N. (2015). Technology readiness levels at 40: A study of state-of-the-art use, challenges, and opportunities. *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2015-Septe*, 2084–2094. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273196>
- Ortiz-Cantú, S., Pedroza-Zapata, A. R., & Samaniego-AlcantarA. (2013). *Análisis exploratorio del sistema de gestión de la tecnología, según la norma mexicana NMX-GT-003-IMNC*. October, 27–31. <http://rei.iteso.mx/handle/11117/2146>
- Ortíz Cantú, S. (2020). *Encuesta de Indicadores de Transferencia de Tecnología 2018*.
- Oylumlu, İ. S., Villani, E., & Reyes, C. (2017). Critical assessment of entrepreneurial and innovative universities index of Turkey : Future directions. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 161–168.
- Özkan, D., & Mishra, A. (2019). Agile Project Management Tools : A Brief Comprative View. *Cibernetics and Information*, 19(4), 17–25. <https://doi.org/10.2478/cait-2019-0033>
- Palacio, J. (2015). Scrum Manager I. In *Scrum Manager* (Vol. 2).
- Parakhina, V., Godina, O., Boris, O., & Ushvitsky, L. (2017). Strategic management in universities as a factor of their global competitiveness. *International Journal of Educational Management*, 31(1), 62–75.
- Pärs, M., & Sander, P. (2015). Valuation practices of intangible assets in Estonia. *In 2nd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM2015*, 549–556.
- Pérez-Hernández, P., & Calderón-Martínez, G. (2014). Análisis de los Procesos de Comercialización de Tecnología en Dos Instituciones de Educación Superior Mexicanas Analysis of the T echnology C ommercialization P rocess in T wo Mexican H igher E ducation I nstitutions. *Journal of Technology Management & Innovation*, 9(3), 196–209.
- Pérez Cruz, O. A. (2019). Innovación y transferencia de tecnología en México. Un análisis empírico de datos panel. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 10(19). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.503>
- Pérez, D. C. (2020). Propiedad intelectual en México. Avances en el contexto del PECiTI 2014-2018. *Economía Informa*, 421, 60–78.
- Pérez Santos. (2018). *Visión a futuro de transferencia de tecnología en Puebla*. https://www.researchgate.net/profile/Martin-Perez-Santos/publication/334307626_Vision_a_futuro_de_la_transferencia_de_tecn

ologia_en_Puebla/links/5d239259a6fdcc2462cdf34a/Vision-a-futuro-de-la-transferencia-de-tecnologia-en-Puebla.pdf

- Pino, R. N. E., Giraldo, M. L. M., Londoño, M. E. M., Bedoya Villa, M. A., & Joyanes, A. L. (2021). Modelos de Gestión de la Investigación y Extensión en las Instituciones de Educación Superior y su impacto en el Desarrollo regional: Una revisión sistemática de la literatura Research and Extension Management Models in Higher Education Institutions and t. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 07, 101–116.
- Plewa, C., Korff, N., Johnson, C., MacPherson, G., Baaken, T., & Rampersad, G. C. (2013). The evolution of university-industry linkages - A framework. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 30(1), 21–44. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2012.11.005>
- Ponce Jaramillo, I. E., & Güemes Castorena, D. (2016). Identification of key factors of academia in the process of linking in the triple helix of innovation model in Mexico, a state of the art matrix TT - Identificación de factores clave de la academia en el proceso de vinculación del modelo de la triple hél. *Nova Scientia*, 8(16), 246–277.
- Probert, D., Dissel, M., Farrukh, C., Mortara, L., Thorn, V., & Phaal, R. (2013). The process of making the business case for technology: A sales and marketing perspective for technologists. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1129–1139. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.07.010>
- Project Management Institute. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute. In *Sexta Edición* (Vol. 1).
- Ramírez, M. R. I., & Royero, O. G. A. (2019). Technology management as factor key to success in private universities. *Telos*, 21(1), 10–32. <https://orcid.org/0000-0002-5976-932X>
- Ramos, S. G., Castro, S. F., & López, F. A. (2018). Gestión universitaria y gestión de la investigación en la universidad : aproximaciones conceptuales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 1, 131–140.
- Ravi, R., & Janodia, M. D. (2022). University - Industry Technology Transfer in India : a Plausible Model Based on Success Stories from the USA , Japan, and Israel. *Journal of the Knowledge Economy*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00908-z>
- Rivas-Echeverria, F. I. ., Pérez, A. G., Rubio-Gómez, M. J., & Aguilera-Bravo, T. P. (2016). Papel y trascendencia de las universidades en el proceso de transferencia Tecnológica. *Visión Gerencial. Revista Del Centro de Investigaciones y Desarrollo Empresarial CIDE*, 15(2), 375–398.
- Rocha, A., & Romero, F. (2012). Technology evaluation practices in universities' technology transfer offices. In *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2012.6837830>

- Saaranto, A. (2016). *A Review of the Methods for Valuing Intellectual Property Rights*. http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/esaa16_public.pdf
- Samper, L. F. (2017). Incorporando los riesgos del siglo XXI en la valuación de marcas. *Revista La Propiedad Inmaterial*, 24, 27–51.
- Samuel, M. P., Kalpana Sastry, R., & Pavani, S. (2018). A strategic framework for technology valuation in agriculture and allied sectors in India – Case study of Chitosan. *Journal of Intellectual Property Rights*, 23(2–3), 131–140.
- Sánchez, S. A. S. (2017). Valoración tecnológica de un desarrollo tecnológico generado en una universidad relacionado con la industria de la producción de pigmentos por medios biotecnológicos de origen natural. *ALTEC 2017*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sauser, B., Grove, R., Verma, D., & Ramirez-Marquez, J. (2006). From TRL to SRL: The concept of systems readiness levels. *Conference on Systems Engineering Research, Los Angeles, CA (2006)*, 1–10. <http://www.boardmansauser.com/downloads/2005SauserRamirezVermaGoveCSER.pdf>
- Sauser, B., Ramirez-Marquez, J. E., Magnaye, R., & Tan, W. (2008). A Systems Approach to Expanding the Technology Readiness Level within Defense Acquisition. *International Journal of Defense Acquisition Management*, 1, 39–58. <https://doi.org/10.1084/jem.20040934>
- Schuetzenmeister, F. (2010). *University Research Managment: An exploratory literature Review*. <https://escholarship.org/uc/item/77p3j2hr>
- SCRUMstudy. (2017). *Guía SBOK™*.
- Sepúlveda, Y. (2020). Gestión del conocimiento social : modelo de innovación abierta de la cuádruple hélice y su impacto en centros / institutos de investigación. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia, June*, 1–15. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14973.38885>
- Shepherd, E., Tweddle, M., & Baty, P. (2020). *Industry collaboration* (Issue November). <https://doi.org/10.1145/359369.359388>
- Solange, S. N., & Silva, C. L. da. (2018). Process of technology transfer for public research institutions: a proposal to Embrapa and the poultry production chain. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 20(1), 15–29. <https://doi.org/10.21714/2238-68902018v20n1p15>
- Soleimani, M., Tabriz, A. A., & Shavarini, S. K. (2016). Developing a model to explain the process of technology transfer at entrepreneurial university. *Industrial Engineering and Management Systems*, 15(4), 298–306. <https://doi.org/10.7232/iems.2016.15.4.298>
- Solleiro, J., & González, J. (2016). *Capital humano para las OTT : Sugerencias y recomendaciones*.
- Solleiro, J. L., & Castañón, R. (2016). *Gestión tecnológica: conceptos y prácticas* (Vol. 1, Issue 1).

- Soranzo, B., Nosella, A., & Filippini, R. (2017). Redesigning patent management process: an Action Research study. *Management Decision*, 55(6), 1100–1121. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0226>
- Soria, M., Socconini, H. S., & Jiménez, J. H. (2017). La difusión de patentes académicas por las universidades de la Ciudad de México. *Gestión de La Innovación Para La Competitividad: Sectores Estratégicos, Tecnologías Emergentes y Emprendimientos*, 1–12. <http://www.uam.mx>
- Strandell, H., & Wolff, P. (2020). *The EU in the world 2020*. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/10934584/KS-EX-20-001-EN-N.pdf/8ac3b640-0c7e-65e2-9f79-d03f00169e17>
- Straub, J. (2015). In search of technology readiness level (TRL) 10. *Aerospace Science and Technology*, 46, 312–320. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2015.07.007>
- Sułkowski, Ł., Seliga, R., & Woźniak, A. (2019). Strategic challenges of mergers and acquisitions in the higher education sector. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 7(2), 199–215. <https://doi.org/10.15678/EBER.2019.070211>
- Sung, T.-E., Jun, S.-P., Kim, S.-G., & Park, H.-W. (2017). A Study on Web-based Technology Valuation System. *Journal of Intelligence and Information Systems*, 23(1), 23–46.
- Tan, W., José, R.-M., & Sauser, B. (2011). A Probabilistic Approach to System Maturity Assessment. *Systems Engineering*, 14(3), 279–293.
- Tejero, A., & León, G. (2020). *Applying Rigor to Agile Research and Innovation Projects Guided by Product Development*.
- Terán, A. B., Dávila, G. A., & Castañón, R. I. (2019). Gestión de la tecnología e innovación : un modelo de redes bayesianas. *ECONOMÍA TEORÍA Y PRÁCTICA*, 50, 63–100.
- Toca, A., Iațchevici, V., Nițulenco, T., & Rusu, N. (2018). Some aspects of technology transfer. *MATEC Web of Conferences*, 178. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201817808006>
- Vega-González, L. R., & Vega-Salinas, R. M. (2018). Overview Case Analysis Applied to Evaluate Technology Transfer Projects of a Mexican Public University. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(3), 90–103.
- Vega-González, Qureshi, N., Kolokoltsev, O. V., Ortega-Martínez, R., & Saniger Blesa, J. M. (2010). Technology valuation of a scanning probe microscope developed at a university in a developing country. *Technovation*, 30(9–10), 533–539. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.06.001>
- Vega-González, & Saniger, B. (2010). Valuation methodology for technology developed at academic R&D groups. *Journal of Applied Research and Technology*, 8(1), 26–43.
- Vega, L. (2009). El proceso de desarrollo de productos tecnológicos entre las

- universidades y las MIPYMES mexicanas: Una carrera de obstáculos. *Journal of Technology Management and Innovation*, 4(4), 120–129.
<https://doi.org/10.4067/S0718-27242009000400010>
- Velez, C. I., Afcha, S. M., & Bustamante, M. A. (2019). Cooperación Universidad - Empresa y su efecto sobre el Desempeño Innovador Empresarial. *Información Tecnológica*, 30(1), 159–168. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000100159>
- Vélez Pareja, I. (2016). Métodos de valoración de intangibles. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 9(17), 29.
<https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v9i17.1237>
- Vilalta, J. M. (2013). La tercera misión universitaria. Innovación y transferencia de conocimientos en las universidades españolas. Cuaderno de trabajo No 4. *Studia XXI*, 27.
- Villa, E., & Jiménez, H. C. N. (2015). *Gestión de tecnologías emergentes en universidades: resultados preliminares de investigación*.
<https://www.researchgate.net/publication/280318135>
- Villafaña, D. G. (2019). *Diseño del método de evaluación tecnológica y comercial de patentes*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Wang, M.-Y. (2016). The Valuation methods and applications for academic technologies in taiwan. *PICMET '16: Technology Management for Social Innovation*, 1320–1327.
- WEF. (2018). *12.04 University-industry collaboration in R&D*.
http://reports.weforum.org/pdf/gci-2017-2018-scorecard/WEF_GCI_2017_2018_Scorecard_EOSQ072.pdf
- Wirtz, H. (2012). Valuation of Intellectual Property: A Review of Approaches and Methods. *International Journal of Business and Management*, 7(9), 40–48.
<https://doi.org/10.5539/ijbm.v7n9p40>
- Yeverino, J. J. A., & Álvarez, T. A. (2019). Determinantes de la Transferencia de Tecnología Universitaria en México. Un Enfoque desde la Teoría de los Recursos y Capacidades Rbv. *Realidad Económica*, 24(61), 81–122.
- Zarela, M., & Angarita, S. (2017). El eslabón perdido de la innovación: Relación Universidad Empresa The missing link of innovation: Relation University-Enterprise. *Pág*, 38, 15.
- Zartha, J. W., Zuluaga, D. F., Palacio, J. C., & Montes, J. M. (2017). Ciclo de vida de tecnologías y curvas en S aplicadas en subproductos de la agroindustria piscícola. *Informacion Tecnologica*, 28(2), 105–114.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000200012>
- Zea, A. M., de León, O. G. P., & Mora, R. P. (2019). The public university in technological transfer: 20-tone slab? *Revista Lusofona de Educacao*, 43(43), 27–39. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle43.02>

Anexos

Anexo 1. Encuesta

A continuación, se muestra el cuestionario aplicado a través de la plataforma Google forms a través del siguiente enlace:
<https://forms.gle/mSXNtL9eJGYHQevb7>

Fue adaptado para facilitar la ruta de respuestas a los encuestados, sobre todo cuando contestaban NO a alguna de las preguntas.

La pantalla de bienvenida al mismo fue la siguiente:

The screenshot shows the Google Forms interface. At the top, there's a header bar with the title 'ENCUESTA - INVESTIGACIÓN' and a star icon. To the right are icons for settings, preview, undo, redo, and a purple 'Enviar' button. Below the header, there's a navigation bar with 'Preguntas', 'Respuestas' (394), and 'Configuración'. The main content area is titled 'Sección 1 de 28' and contains the survey title 'ENCUESTA - Contexto de realización de proyectos de desarrollo tecnológico en Instituciones de Educación Superior del Estado de Puebla'. Below the title, there's a paragraph of text: 'Agradecemos de antemano su valioso apoyo para contestar esta encuesta, misma que forma parte de una investigación doctoral. Los resultados que se obtengan permitirán determinar el contexto en el que los Profesores e Investigadores en Instituciones de Educación Superior (IES) del Estado de Puebla realizan proyectos de Desarrollo Tecnológico e Investigación. Cabe mencionar que los datos recabados sólo tienen fines estadísticos, por lo que no se recopilan datos personales, ni los relativos a la afiliación institucional de los profesores e investigadores.' Below this, it says 'Este cuestionario está dividido en tres secciones: 1) Información general, 2) Contexto y, 3) Colaboración con el sector productivo. El tiempo requerido para contestarlo es en promedio de 5 minutos.' On the right side of the form, there's a vertical toolbar with icons for adding, deleting, duplicating, and other actions.

Encuesta

“Contexto de realización de proyectos de desarrollo tecnológico en Instituciones de Educación Superior del Estado de Puebla”

Agradecemos de antemano su valioso apoyo para contestar esta encuesta, misma que forma parte de una investigación doctoral. Los resultados que se obtengan permitirán determinar el contexto en el que los Profesores e Investigadores en Instituciones de Educación Superior (IES) del Estado de Puebla realizan proyectos de Desarrollo Tecnológico e Investigación aplicada.

Cabe mencionar que los datos recabados sólo tienen fines estadísticos, por lo que no se recopilan datos personales, ni los relativos a la afiliación institucional de los profesores e investigadores.

Este cuestionario está dividido en tres secciones: 1) Información general, 2) Contexto y 3) Colaboración con el sector productivo. El tiempo requerido para contestarlo es en promedio de 5 minutos.

En esta encuesta el acrónimo IES se refiere a Instituciones de Educación Superior.

PREGUNTAS:

SECCIÓN 1. Información General

1. ¿A qué subsistema pertenece la IES en que usted labora?
 - a. Universidades Tecnológicas y Politécnicas
 - b. Institutos tecnológicos descentralizados

2. ¿Es usted integrante de un Cuerpo Académico?
 - a. Si
 - b. No

3. Grado de consolidación del CA

- a. En formación
 - b. En consolidación
 - c. Consolidado
4. Tiempo en horas que dedica de manera semanal a actividades del Cuerpo académico
5. ¿Es usted colaborador en algún CA?
- a. Si
 - b. No
6. ¿Qué tiempo en promedio colabora semanalmente con el cuerpo académico?

SECCIÓN 2: Contexto

7. En el transcurso de los últimos 5 años, ¿ha participado en proyectos internos de investigación aplicada o desarrollo tecnológico?
- a. Si
 - b. No
8. Seleccione dentro de estas opciones, las que hayan sido el origen de las investigaciones o proyectos que ha realizado.
- a. Solicitud directa de una organización externa (Privada)
 - b. Solicitud directa de una organización externa (Pública)
 - c. Necesidad detectada en el entorno
 - d. Área de interés de la IES en que labora
 - e. Área de interés del CA en que colabora o participa
 - f. Área de interés de alguno de los participantes en el proyecto

9. En el transcurso de los últimos 5 años, ¿ha participado en proyectos de investigación o desarrollo tecnológico para el sector productivo o entidades externas?
- a. Si
 - b. No
10. ¿En cuántos proyectos externos ha participado?
11. ¿A través de qué medio se logró esa colaboración?
- a. Convocatoria pública
 - b. Solicitud de colaboración por parte de la organización externa
 - c. Por parte del personal administrativo de la IES
 - d. Por un miembro del grupo de profesores e investigadores
 - e. Otro
12. ¿Esos proyectos fueron financiados por la empresa u organización externa con la que colaboró?
- a. Si
 - b. No
13. Por favor indique un rango con el que participó la organización externa en el financiamiento del proyecto o proyectos.
- a. Menos del 20%
 - b. Mayor al 20% y menor al 40%
 - c. Entre el 40 y 60%
 - d. Mayor al 60% y menor al 80%
 - e. Entre el 80 y 100 por ciento.
14. ¿El financiamiento ha sido para todos los proyectos o sólo algunos?
- a. Todos
 - b. Al menos el 50% de los proyectos
 - c. Menos del 50% de los proyectos
15. ¿A través de qué instrumento se llevó a cabo la colaboración con el sector productivo?
- a. Contratos universidad-empresa para investigación, desarrollo o innovación

- b. Licencias de algún tipo de propiedad intelectual (patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, etc.) o derechos de autor (software u otros)
 - c. No se utilizó ninguno
 - d. Otro
16. Si la respuesta a la pregunta anterior fue otro, por favor indique cuál.
17. En esa colaboración a través del desarrollo de proyectos tecnológicos, ¿cómo se determinó la validez técnica del mismo?
- a. Mediante una tercera instancia (empresa o persona) experta en valoración técnica
 - b. La determinó algún integrante del equipo de profesores o investigadores.
 - c. La determinó el cliente
 - d. No se determinó
 - e. Desconozco
18. En esa colaboración ¿cómo se determinó el valor económico del mismo?
- a. Mediante una tercera instancia (empresa o persona) experta en valoración técnica
 - b. Lo determinó algún integrante del equipo de profesores o investigadores.
 - c. Lo determinó el cliente
 - d. No se determinó.
 - e. Desconozco
19. Si la respuesta a la pregunta anterior fue el inciso b, ¿cómo fue determinado?

PROCESOS

20. En la IES que labora, ¿está implantado algún proceso referente a investigar si el desarrollo tecnológico que están ideando realizar ya existe en el mercado, o bien, si está protegido bajo alguna forma de propiedad intelectual por un tercero?
- a. Si

- b. No
 - c. Desconozco
21. Si su respuesta anterior fue sí, ¿A través de que medio lo ponen a disposición a la comunidad académica?
22. Si su respuesta a la pregunta 20 fue no, ¿usted lo lleva a cabo? Si así fuera, por favor mencione qué método, metodología, norma o técnica utiliza para ello.
23. En la IES que labora, ¿está implantado algún proceso para que los profesores e investigadores planifiquen, organicen, dirijan y controlen los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (Gestión de proyectos)?
- a. Si
 - b. No
 - c. Desconozco
24. Si su respuesta anterior fue sí, ¿A través de que medio lo ponen a disposición a la comunidad académica?
25. Si su respuesta a la pregunta 23 fue no, ¿usted lo lleva a cabo? Si así fuera, por favor mencione qué método, metodología, norma o técnica utiliza para ello.
26. Para las tecnologías que desarrollan en la IES que labora, ¿hay un proceso establecido para medir y/o validar qué tan listas están técnicamente para ser transferidas (grado de madurez tecnológica)?
- a. Si
 - b. No
 - c. Desconozco
27. Si su respuesta a la pregunta anterior fue sí, ¿cuál es el nombre de ese proceso?
28. Si su respuesta a la pregunta 28 fue no, ¿usted lo lleva a cabo? Si así fuera, por favor mencione qué método, metodología, norma o técnica utiliza para ello.
29. En la IES que labora, ¿hay un proceso establecido para determinar el costo del desarrollo tecnológico?
- a. Si
 - b. No

c. Desconozco

30. Si su respuesta a la pregunta anterior fue sí, ¿cuál es o en qué consiste?

31. Si su respuesta a la pregunta 31 fue no, ¿usted lo lleva a cabo? Si así fuera, por favor mencione qué método, metodología, norma o técnica utiliza para ello.

32. Si su respuesta a la pregunta anterior fue no, ¿consideraría importante poder determinarlo?

a. Si

b. No

c. Es indistinto

CAPACITACIÓN

33. ¿En la IES que labora se proporciona capacitación referente al proceso que se debe seguir para guiar los desarrollos tecnológicos hacia la innovación?

a. Si

b. No

34. ¿En los últimos 5 años ha recibido capacitación sobre alguno de los siguientes temas? Seleccione todos los que apliquen.

a. Procesos de innovación y Desarrollo Tecnológico

b. Gestión de proyectos.

c. Gestión de tecnología

d. Valoración tecnológica de desarrollos tecnológicos

e. Valoración económica de desarrollos tecnológicos

f. Marco legal de procesos de colaboración con la industria

g. Marco legal de procesos de transferencia tecnológica

h. Procesos de propiedad Intelectual.

i. Otra

35. Si su respuesta en la pregunta anterior fue "otra", por favor indique cuál.

36. ¿Cuántas capacitaciones sobre temas referentes a los temas incluidos en la pregunta 34 ha recibido en los últimos dos años?

MARCO LEGAL

37. En la IES que labora, ¿hay un marco legal que regula el proceso de colaboración con la industria y procesos de Transferencia Tecnológica?

- a. Si
- b. No
- c. Desconozco

38. ¿A través de qué medios se difunde ese marco legal?

- a. Pláticas informativas
- b. Cursos de capacitación
- c. Medios de comunicación y difusión institucional
- d. Otra
- e. Ninguna

SECCIÓN 3: Colaboración con el sector productivo

39. En la IES que labora ¿cómo se promueve la colaboración con la industria?

- a. Visitas a las empresas para ese fin específico
- b. Reuniones con empresarios de la zona de influencia.
- c. Encuestas a los empresarios de la zona de influencia.
- d. Reuniones con asociaciones, cámaras y otros grupos de interés para detectar necesidades.
- e. Foros o conversatorios tecnológicos
- f. A través de una oficina de Transferencia tecnológica
- g. Otra
- h. Desconozco
- i. No se promueve

40. Si su respuesta anterior fue "otra", ¿cuál es?

41. alguna de las academias o unidades de la IES en que labora, ¿ha desarrollado proyectos de investigación o desarrollo tecnológico para entidades externas?

- a. Si
- b. No
- c. Desconozco

42. En la IES que labora, ¿se difunden las colaboraciones que Profesores o Investigadores realizan con el sector productivo y sus resultados?

- a. Si

b. No

43. ¿A través de qué medios? Puede seleccionar los que apliquen.

a. Informes anuales

b. Portal institucional

c. Redes sociales

d. Medios impresos y de comunicación regional

e. Otro