

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA EN LAS IES: UN ENFOQUE DESDE LAS  
CAPACIDADES DINÁMICAS

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta

Carla Patricia Bermúdez Peña

Dirigido por:

Dra. Elia Socorro Díaz Nieto

Querétaro, Qro. a 30 de octubre de 2020.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN  
DOCTORADO EN GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA EN LAS IES: UN ENFOQUE DESDE LAS  
CAPACIDADES DINÁMICAS

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:  
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta:

Carla Patricia Bermúdez Peña

Dirigido por:

Dra. Elia Socorro Díaz Nieto

Dra. Elia Socorro Díaz Nieto  
Presidente

Dr. Juan José Méndez Palacios  
Secretario

Dra. Josefina Morgan Beltrán  
Vocal

Dr. Martín Vivanco Vargas  
Suplente

Dra. Lilia Angélica Salcedo Mendoza  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Octubre 2020

México

## DEDICATORIAS

A Dios

Por permitirme vivir esta experiencia, por rodearme siempre de buenas cosas y personas y por todas las bendiciones que siempre derrama en mí.

A Francisco

Mi compañero, mi amigo, mi esposo. Por toda la paciencia que me brindaste en este proyecto que emprendimos juntos y por animarme en los momentos más difíciles que pasé para poder culminar este sueño; por todo tu apoyo y amor incondicional. Este trabajo es gracias a ti y es para ti.

A Patricio

Mi hijo, quién me motivó en este último semestre para concluir el doctorado y quién me motiva a seguir creciendo como persona para ser el mejor ejemplo de vida para él.

A mis padres

Carmen, por quién soy lo que soy ahora; por todo su amor incondicional, apoyo y ánimos en todos los proyectos que he emprendido en mi vida. Por todos los sacrificios hechos por mi, para llegar a donde estoy ahora; por todas sus enseñanzas de vida. A Carlos, quién a pesar de partir de este mundo cuando empezaba el doctorado, me enseñó a no rendirme ante la adversidad.

A mis hermanas

Carmen y Mariana, mis mejores amigas con quienes compartí los momentos más felices como el más difícil de mi vida. Quienes siempre me apoyaron en este proyecto a pesar de la distancia.

A mi nueva familia

Francisco, Patricia y Alejandro. Quienes siempre me han brindado su amor y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todos mis profesores que tuve durante el doctorado, por todo el conocimiento compartido, en especial a mi sínodo doctoral por sus aportes, observaciones, comentarios y recomendaciones a mi trabajo final.

A mis compañeros de generación por el tiempo compartido y sobre todo por la amistad.

A la Universidad Autónoma de Querétaro que es mi alma mater y me ha ayudado en mi desarrollo profesional y personal.

A CONACYT por su apoyo económico para poder realizar mi doctorado.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>II</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IX</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1.1. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI)</b> .....	<b>3</b>
1.1.2. <i>Instituciones de Educación Superior (IES)</i> .....	<b>6</b>
<b>1.2. CAMBIO TECNOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
1.2.1. <i>Influencia</i> .....	<b>20</b>
<b>1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>29</b>
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>35</b>
<b>2.1. PROSPECTIVA TECNOLÓGICA</b> .....	<b>35</b>
2.1.1. <i>Perspectivas</i> .....	<b>45</b>
2.1.2. <i>Modelo de Maduración</i> .....	<b>49</b>
<b>2.2. CAPACIDADES DINÁMICAS</b> .....	<b>57</b>
2.2.1. <i>Perspectiva de Einsenhardt y Martín</i> .....	<b>66</b>
2.2.2. <i>Perspectiva de Winter</i> .....	<b>68</b>
2.2.3. <i>Perspectiva de Teece, Pisano y Shuen</i> .....	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>83</b>
<b>3.1. OBJETIVOS</b> .....	<b>83</b>
3.1.1. <i>General</i> .....	<b>83</b>
3.1.2. <i>Específicos</i> .....	<b>83</b>
<b>3.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>83</b>
3.2.1. <i>Principal</i> .....	<b>83</b>
3.2.2. <i>Secundarias</i> .....	<b>83</b>
<b>3.3. PREMISA</b> .....	<b>83</b>
<b>3.4. CAMPO DE ESTUDIO</b> .....	<b>84</b>
<b>3.5. METODOLOGÍA</b> .....	<b>85</b>
3.5.1. <i>Método</i> .....	<b>86</b>
3.5.2. <i>Recopilación de datos</i> .....	<b>86</b>
3.5.3. <i>Formación teórica en el área de estudio</i> .....	<b>86</b>
3.5.4. <i>Planificación de la encuesta</i> .....	<b>87</b>
3.5.5. <i>Elaboración del instrumento</i> .....	<b>89</b>

3.6.	MARCO CONCEPTUAL.....	90
3.7.	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD. ....	90
3.7.1.	<i>Validez.</i> .....	90
3.7.2.	<i>Confiabilidad.</i> .....	92
3.8.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	94
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>105</b>
4.1.	ANÁLISIS DE DATOS. ....	105
4.1.1.	<i>Para el modelo de maduración.</i> .....	105
4.1.2.	<i>Para las capacidades dinámicas.</i> .....	110
4.2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ....	115
4.2.1.	<i>Análisis de las IES.</i> .....	115
4.2.2.	<i>Resultados de las encuestas.</i> .....	118
4.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....	128
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....</b>		<b>133</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>136</b>
<b>ANEXO 1. ENCUESTA .....</b>		<b>145</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores relevantes para construir, mantener y mejorar los SNI .....	25
Tabla 2. Definiciones terminológicas de Capacidades Dinámicas .....	59
Tabla 3. Resumen metodológico de la investigación .....	93
Tabla 4. Operacionalización de las variables de estudio.....	94
Tabla 5. Respuestas por IES sobre la variable de uso de información .....	107
Tabla 6. Respuestas por IES sobre la variable de métodos de sofisticación .	107
Tabla 7. Respuestas por IES sobre la variable de personas y redes.....	108
Tabla 8. Respuestas por IES sobre la variable de organización .....	108
Tabla 9. Respuestas por IES sobre la variable de cultura.....	109
Tabla 10. Promedios totales de cada una de las variables .....	109
Tabla 11. Escala de evaluación de la encuesta .....	112
Tabla 12. Escala codificada para el análisis QCA .....	113
Tabla 13. Resultados codificados de la capacidad de Sensar .....	114
Tabla 14. Resultados codificados de la capacidad de Apropiar .....	114
Tabla 15. Resultados codificados de la capacidad de Transformar .....	115
Tabla 16. Nivel de madurez general de las IES .....	118
Tabla 17. Interpretación por variables del nivel de madurez de la UTEQ .....	120
Tabla 18. Interpretación por variables del nivel de madurez del ITP.....	120
Tabla 19. Interpretación por variables del nivel de madurez de la UAQ .....	120
Tabla 20. Interpretación por variables del nivel de madurez del ITSZ .....	121
Tabla 21. Tabla de capacidades dinámicas y nivel de madurez de la PT.....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de las IES con empresas privadas .....	11
Figura 2. Acciones de la tercera misión de las IES .....	16
Figura 3. Interacción de un GST con los SNI .....	22
Figura 4. Indicadores de una IES dentro del SNI .....	28
Figura 5. Proceso de la prospectiva tecnológica .....	36
Figura 6. Prospectiva organizacional y sus vínculos .....	46
Figura 7. Modelo de maduración de la prospectiva tecnológica.....	50
Figura 8. Alcance y objetivos del uso de la información.....	53
Figura 9. Esquema simplificado de las capacidades dinámicas.....	62
Figura 10. Clasificación de los recursos de una empresa .....	65
Figura 11. Elementos de ecosistema para sensor el mercado y las oportunidades tecnológicas.....	74
Figura 12. Elementos para aprovechar oportunidades.....	78
Figura 13. Elementos de la reconfiguración .....	82
Figura 14. Variables y microfundamentos de la caracterización de la prospectiva tecnológica como una capacidad dinámica.....	88
Figura 15. Captura de datos en Tosmana .....	122
Figura 16. Calibración de datos en Tosmana.....	123
Figura 17. Datos calibrados.....	123
Figura 18. Tabla de la verdad .....	124
Figura 19. Resultados para grado de madurez de PT nivel 2 .....	125
Figura 20. Resultados para grado de madurez de PT nivel 3 .....	126
Figura 21. Resultados para grado de madurez de PT nivel 4 .....	127
Figura 22. Niveles de madurez de PT y grado de las capacidades dinámicas requeridas.....	128

## ABREVIATURAS

AOP	Aprendizaje Orientado en Problemas
EE.UU.	Estados Unidos de América
GST	Gran Sistema Tecnológico
I + D	Investigación y Desarrollo
IES	Instituciones de Educación Superior
ITP	Instituto Tecnológico de Pachuca
ITSZ	Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla
LATAM	Latinoamérica
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PT	Prospectiva Tecnológica
RBV	Enfoque Basado en Recursos
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SPRU	Unidad de Investigación de Política Científica
SRA	Sistema Regional de Aprendizaje
TI	Tecnologías de la Información
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro
UTEQ	Universidad Tecnológica de Querétaro

## RESUMEN

Es indudable que dentro de Sistema Nacional de Innovación (SNI), las Instituciones de Educación Superior (IES) son un actor clave. Sin embargo, se les cuestiona cada vez más sobre su aptitud para abordar los desafíos de los negocios en rápido movimiento, el desarrollo tecnológico y los cambios sociales. El uso integrado de la prospectiva tecnológica con las capacidades dinámicas facilita los esfuerzos para dar respuestas efectivas a los desafíos que enfrentan las IES en un entorno dinámico. Por lo tanto el presente trabajo tuvo como objetivo establecer de qué manera las IES desarrollan la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades dinámicas; con este fin, se analizaron cuatro IES. El estudio se dividió en dos partes, primero se indagó acerca de los procesos de prospectiva tecnológica aplicando el Modelo de Nivel de Madurez de Prospectiva Tecnológica. En la segunda parte del estudio por medio del Análisis Comparativo Cualitativo (QCA, por sus siglas en inglés) se establecieron cuáles son las capacidades dinámicas y en qué grado se necesitan para llegar a los diferentes niveles de madurez de prospectiva tecnológica. Se encontró que para llegar a un nivel de madurez dos en adelante, es necesario que estén presentes todas las capacidades dinámicas, no obstante el grado en que se encuentran desarrolladas estas capacidades determinará el nivel de madurez de prospectiva tecnológica de cada IES. Se concluyó que existe una relación directa entre las capacidades dinámicas y la prospectiva tecnológica, con respecto a las capacidades de aprovechar y transformar se encontró la necesidad de desarrollar estas capacidades en un grado mayor y en un menor grado la capacidad de sensar.

**Palabras clave:** Capacidades Dinámicas, Prospectiva Tecnológica, IES.

## ABSTRACT

There is no doubt that within the National Innovation System (NIS), Higher Education Institutions (HEIs) are a key actor. However, they are increasingly questioned about their ability to tackle the challenges of fast-moving business, technological development, and social change. The integrated use of technology foresight with dynamic capabilities can facilitate efforts to provide effective responses to the challenges faced by HEIs in a dynamic environment. Therefore, the present work aims to establish how HEIs develop technological foresight from the perspective of dynamic capabilities; with this purpose, four HEIs were analyzed. The study is divided into two parts. First, it investigated the processes of technological foresight by applying the Technological Foresight Level of Maturity Model. In the second part of the study through Quality Comparative Analysis (QCA), it was established which are the dynamic capabilities and the degree they are needed to reach the different maturity levels of technological foresight. It was found that to reach a level of maturity two onwards, it is necessary that all dynamic capacities are present, regardless of the degree to which these capabilities are developed, will determine the level of maturity of technological foresight of each HEI. It is concluded that there is a direct relationship between dynamic capabilities and technological foresight, with respect to adaptation and transformation capabilities, there is the need to develop these capabilities to a greater degree and to a lesser degree the sensor capability.

**Key words:** Dynamic Capabilities, Technological Foresight, HEIs.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente las organizaciones se encuentran dentro de un entorno dinámico donde los altos niveles de competencia, el constante cambio de la demanda así como la obsolescencia de las tecnologías, suceden rápidamente, provocando de esta manera que la información al alcance de las organizaciones no siempre sea exacta, certera e incluso, en muchos casos, no se encuentra disponible (Eisenhardt, 1989). Existen diversos enfoques estratégicos que afirman que la toma de decisiones dentro de estos contextos se ve alterada por: 1) el largo proceso de recolección de datos así como por el afán de comprender en su totalidad la información obtenida; o su contraparte, el considerar pocas alternativas y obtener información de pocas fuentes. 2) La participación limitada y el poder centralizado de la administración y/o 3) el conflicto entre los administradores de la organización, creando interrupción en el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, existe evidencia que el cambio organizacional se caracteriza por largos períodos de cambio lento e incremental y breves períodos de cambio rápido discontinuo o radical (Brown & Eisenhardt, 1997). Por lo tanto, es trascendental que las organizaciones tengan una planeación comprensiva, que busque entender las problemáticas particulares de cada organización planteado las diferentes alternativas y prediciendo sus consecuencias. Esto también atañe a las Instituciones de Educación Superior (IES), en donde su participación dentro del Sistema Nacional de Innovación (SNI) las convierte en un elemento clave para el desarrollo de un país (Hansen & Lehmann, 2006).

Como actores clave en los sistemas de innovación y parte interesada crucial en la producción y difusión del conocimiento, las Instituciones de Educación Superior están hoy en el centro de la agenda política de la mayoría de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Sin embargo, se les cuestiona cada vez más sobre su aptitud para abordar los desafíos de los negocios en rápido movimiento, el desarrollo tecnológico y los cambios sociales. Cambios en los modos de financiación de las universidades, niveles crecientes de autonomía institucional y nuevas demandas sociales para una mayor transparencia y responsabilidad han

intensificado el debate sobre cómo deben gestionarse las universidades (Hockfield Malandra, 2008)

Por lo tanto, las IES pueden verse como organizaciones en un entorno particular que luchan por los recursos (financiación, estudiantes, personal de investigación y docente) y un mercado que se abordará (estudiantes potenciales, revistas, mercado laboral y sociedad). Sin embargo, en el ámbito de la práctica, las universidades enfrentan serias dificultades cuando intentan implementar negocios pensando en dirigir la organización hacia un futuro exitoso. Son organizaciones complejas que se ocupan de un enfoque de misión múltiple, complejidad de tareas, profesionalismo y valores administrativos y vulnerabilidad ambiental (Sporn, 1999). Entonces se hace preciso responder ¿cómo llevan a cabo la Prospectiva Tecnológica las IES actualmente?, ¿qué nivel de madurez tienen los procesos de prospectiva tecnológica de las IES?, ¿qué capacidades dinámicas intervienen en los procesos de prospectiva tecnológica de las IES de acuerdo al nivel de maduración? y ¿en qué grado se requieren tener las capacidades dinámicas para determinar el nivel de madurez de la prospectiva tecnológica?

Para afrontar los retos anteriormente mencionados, las IES tienen que reunir agentes clave del cambio y varias fuentes de conocimiento para desarrollar visiones estratégicas e inteligencia anticipatoria para crear una visión compartida de un futuro deseable, a fin de desarrollar e implementar una estrategia que pueda aumentar la probabilidad de lograrlo (Miles, 2010). La prospectiva tecnológica facilita el diálogo entre actores que de otro modo no se estarían comunicando entre sí, al crear una cultura de comunicación abierta y multiperspectiva, prepara el terreno para componentes participativos en el seguimiento de acciones y/o medidas estratégicamente orientadas (Rader & Porter, 2008). Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo determinar de qué manera las IES desarrollan la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades dinámicas para así fortalecer sus procesos de prospectiva tecnológica determinando el nivel de madurez que tienen estos (Rohrbeck, 2010) y en que

grado deben de estar desarrolladas las capacidades dinámicas (David J. Teece, 2007) para determinar estos grados de madurez.

## **1.1. Antecedentes.**

### **1.1.1. Sistema Nacional de Innovación.**

El Sistema Nacional de Innovación se entiende como todo aquello que afecta la capacidad y la actitud de innovación, así como las posibilidades de innovar en un espacio nacional (Pérez, 1996). Este concepto fue introducido por primera vez por Lundvall (1988), para poner énfasis en la interacción entre los usuarios, productores y la economía nacional. Lundvall escogió el término nacional, ya que notó una red de cooperación entre usuarios y productores con flujos tecnológicos e interacción de desarrollo de tecnología que se da más comúnmente dentro de las fronteras de un país que fuera de estas. Esta interacción nacional explica la existencia de los Sistemas Nacionales de Innovación. Chris Freeman (1995) puso énfasis dentro del SNI en las instituciones sociales y políticas que acompañan las innovaciones técnicas. Según él, los sistemas nacionales de innovación son *la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías*. Estas instituciones incluyen no solo a los responsables directos de las actividades de investigación y desarrollo (I+D), sino también, la forma en que se gestionan y organizan los recursos disponibles, tanto a nivel empresarial como nacional.

En el concepto de SNI se hace énfasis en que los elementos sistémicos dentro de las economías nacionales son más importantes que los elementos transnacionales. Según Niosi, Saviotti, Bellon, and Crow (1993) estos elementos son:

- Determinantes del mercado y de los recursos naturales. Dentro de un país, los consumidores tienden a tener ingresos y gastos muy similares, de tal forma, que los países con más ingresos tienden a tener más innovaciones radicales ya que encuentran un mercado local dispuesto a pagar por estas. Por su parte los recursos naturales tienden ser un determinante en el grado

que un país cuente o no con estos, por ejemplo, las innovaciones en ahorro de espacio y materiales tienden a desarrollarse más en los países de Europa occidental y Japón.

- Usuario-productor. Las interacciones entre los usuarios y los productores son más frecuentes dentro de la economía nacional que las interacciones transnacionales.
- Interdependencias de base tecnológica. Esta interdependencia es más común que ocurra dentro de las economías nacionales, al menos en un primer período de difusión. Por ejemplo, el liderazgo mundial japonés en la industria de la televisión condujo al desarrollo en ese país de la videgrabadora, la televisión de alta definición y una serie de innovaciones en el área de cámaras y material de video.
- Políticas. Existen vínculos y determinantes impulsados políticamente, como las políticas de ciencia y tecnología, que son básicamente de alcance nacional. El estado a menudo desempeña un papel de liderazgo tanto en la dirección (militar contra civil) como en el ritmo de la innovación tecnológica. En algunos países como los Estados Unidos de América (EE. UU.), los objetivos de defensa han recibido prioridad sobre la tecnología no militar. En otros, como Canadá, Alemania y Japón, se prioriza la tecnología civil.

Además de los elementos mencionados, Lundvall, Johnson, Andersen, and Dalum (2002) analizan los diferentes vínculos que existen a partir de los elementos del SNI, estos son:

- Flujos financieros: la financiación pública de la innovación ocupa el primer lugar, pero también incluye la financiación privada de la innovación y la inversión de capital.
- Vínculos legales y políticos: son las normas de propiedad intelectual, las normas técnicas y la política de tecnología y adquisiciones que se aplican básicamente a todas las empresas nacionales, y que permiten que el desarrollo innovador se produzca gracias a un marco legal que protege los desarrollos.

- Flujos tecnológicos, científicos y de información, colaboraciones e interacciones impulsadas por el mercado, nacionales, científicas y técnicas.
- Flujos sociales: con innovaciones organizativas que fluyen de una empresa a otra, y flujos personales, principalmente de la universidad a la industria, pero también de una empresa a otra.

La versión moderna del concepto de SNI se desarrolló principalmente en los países desarrollados (EE. UU., Reino Unido, Francia y Escandinavia) y, en principio, con solo un reducido círculo de académicos interesados en políticas de ciencia y tecnología en estos países. Ahora el interés por la perspectiva del SNI está creciendo fuertemente en América Latina (LATAM) y Asia, incluso en África el análisis del sistema de innovación está empezando a tomar importancia (Lundvall et al., 2002). Sin embargo, se puede observar que algunos de los elementos más importantes combinados en el concepto de sistema de innovación en realidad provienen de la literatura sobre países en desarrollo, especialmente de las teorías de desarrollo inspiradas en Schumpeter, por ejemplo Intarakumnerd, Chairatana, and Tangchitpiboon (2002), tales teorías contribuyen con ideas de retroalimentación creativa pero también sistémica entre diferentes actividades económicas. De manera más general, la idea de que las instituciones son importantes para el cambio económico fue generalmente más aceptada por los países en desarrollo que para las economías desarrolladas, donde se asume que el mercado resuelve la mayoría de los problemas para que los detalles institucionales puedan pasar a un segundo plano (Krugman, 1994).

Una de las características más importantes del SNI son las instituciones, ya que estas son las responsables de dar la fortaleza o debilidad a los sistemas de innovación de cada país (Edquist, 1996). De acuerdo a Carlsson and Stankiewicz (1995) las instituciones son las estructuras normativas que promueven patrones estables de interacción y transacción social necesaria para el desempeño de las actividades sociales; también mencionan que dentro del SNI la infraestructura institucional soporta, estimula y regula directa o indirectamente los procesos de innovación y difusión tecnológica. Continuando con el trabajo de Carlsson and

Stankiewicz (1995) la infraestructura institucional de cada país se divide en cuatro partes:

- Investigación y desarrollo industrial.
- Infraestructura académica.
- Instituciones gubernamentales.
- Otras instituciones.

Por su parte Lundvall (1988) argumenta que las instituciones proveen al SNI de agentes y grupos con funciones específicas y guiadas hacia la distribución, producción, consumo y cambio, sin embargo, con el paso del tiempo las instituciones que antes promovían la innovación se pueden convertir en un obstáculo para esta, debido a que una vez que estas están establecidas tienden a desarrollarse por su cuenta y pueden volverse inadecuadas para desempeñar la tarea para las que fueron concebidas. En este caso, es necesario que exista una innovación institucional que de paso a una nueva organización de la institución o incluso surja una nueva institución para sustituir a la institución obsoleta.

Para el presente trabajo de investigación se toma a las Instituciones de Educación Superior, que forman parte de la infraestructura académica dentro de la clasificación Carlsson y Stankiewicz, como una de las instituciones fundamentales dentro del SNI, en el siguiente apartado se explica la importancia de esta institución.

### **1.1.2. Instituciones de Educación Superior (IES).**

En la mayoría de los países las Instituciones de Educación Superior son el lugar principal donde se lleva a cabo la investigación básica; este tipo de investigaciones son guiadas por una lógica disciplinarias más que por una aplicación práctica, no obstante, en numerosas ocasiones la investigación básica guía a un gran número de técnicas que sirven para mejorar productos o procesos (Richard R Nelson, 1993). En la concepción de la universidad moderna, existen muchos campos del conocimiento que tienen una aplicación orientada, por ejemplo: ciencia de los materiales, ciencias de la computación, patología, etc. En este tipo de ciencia aplicada, la vinculación con la industria y el usuario final se

vuelven un factor clave (Veugelers & Del Rey, 2015). En la mayoría de los países las IES son fundadas en su mayoría por los gobiernos, y en la mayoría de los casos la orientación de cada IES dependerá de las políticas y objetivos del gobierno, por ejemplo, las universidades en Estados Unidos están orientadas en su mayor parte a la resolución de problemas técnicos derivados directamente de las industrias (Brundenius, Lundvall, & Sutz, 2011). Otra de las funciones de las IES además de la I+D es el formación de la fuerza laboral del país, esta formación no solo influye en las habilidades de las personas, sino en las actitudes que tendrán los trabajadores hacia el avance tecnológico y la innovación, esta actitud dependerá de la orientación que tengan las políticas y los fines con los que fueron creadas las IES en cada país (Richard R Nelson, 1993).

Es indiscutible que el conocimiento científico juega un rol esencial para la innovación y el desarrollo económico de un país. Dentro del conocimiento científico se pueden nombrar dos fuentes principales de este, el conocimiento científico generado por las IES y el generado por las empresas privadas (Richard R Nelson, 1993). Las IES cumplen diferentes funciones dentro del SNI; conduciendo actividades de Investigación y Desarrollo, generan y acumulan conocimiento, sin embargo, debido a la naturaleza genérica de este conocimiento y de la orientación no lucrativa de las IES, estas no están interesadas en comercializar directamente sus resultados de I+D (Fritsch & Slavtchev, 2007).

A pesar de esta característica, el conocimiento académico es un importante aliciente para las actividades de innovación del sector privado y a su vez pueden inducir a más actividades de I+D privadas (Jaffe, 1989). Por lo tanto se puede esperar que el efecto en el desarrollo económico de la I+D generada por las IES sea más indirecto que la I+D generada por empresas privadas, que se dirige principalmente por fines comerciales y se esfuerza por aplicar el conocimiento a desarrollos tecnológicos comercializables (Mansfield, 1991). La fuerza del impacto de las universidades en el desempeño innovador de las empresas privadas puede diferir considerablemente de acuerdo a la calidad y la intensidad con la que estos actores interactúan. Por lo tanto, la sola presencia de una IES no garantiza una contribución significativa al SNI (Feldman & Desrochers, 2003).

El conocimiento generado por las IES tiende a estar limitado espacialmente, de modo que la derrama de conocimiento entre los actores que se ubican en diferentes regiones puede verse limitados seriamente. La razón obvia de tales limitaciones para transferir el conocimiento académico es que parte de este conocimiento es de naturaleza tácita (Polanyi, 1967). La transmisión del conocimiento tácito requiere canales y medios particulares, como el contacto cara a cara, y se vuelve cada vez más costosa con la distancia geográfica. Por lo tanto, la proximidad espacial puede ser bastante propicia para la comunicación del conocimiento académico (Krugman, 1998).

Como se mencionó anteriormente la cercanía entre IES e industria es importante, por lo tanto Cooke, Uranga, and Etxebarria (1997) proponen que los clústeres regionales innovadores deben de operar en redes formales o informales con universidades, institutos de investigación y oficinas de transferencia tecnológica que desarrollen conocimiento relevante para las empresas privadas, lo que significa la existencia de un intercambio sistemático de dos vías entre empresas privadas e IES, por lo que se puede considerar que se forma un sistema de aprendizaje regional; si a esto se le agrega la capacidad financiera por medio de la existencia de una infraestructura financiera necesaria, que permita que las empresas obtengan las inversiones necesarias para que a su vez puedan invertir en las IES para generar innovación endógena, se puede hablar de un Sistema Regional de Aprendizaje (SRA) (Chung, 2002).

La innovación y el aprendizaje están estrechamente vinculados. No puede haber innovación sin un aprendizaje previo y la complejidad del concepto requiere distinguir entre diferentes enfoques analíticos (Cooke et al., 1997):

- En primer lugar, están los contenidos de aprender haciendo, aprender usando o aprender por interacción.
- El aprendizaje está vinculado a una cierta estructura institucional. El aprendizaje a veces requiere o está acompañado por un cambio institucional, un cambio cultural, un cambio en las reglas, hábitos, etc. A veces es difícil aprender debido al costo o la imposibilidad de cambiar las rutinas o la falta de otras reglas diferentes.

- El aprendizaje requiere medios, incentivos y la capacidad de los individuos o sistemas para adquirir este conocimiento. En este caso, el papel de la intervención gubernamental consistirá fundamentalmente en proporcionar los medios para aprender mediante la inversión pública en la educación de la innovación, preservar el conocimiento y mantener abiertas las opciones tecnológicas, y dispersar los costos personales y sociales de cambio.

En este sentido, muchos gobiernos han lanzado iniciativas importantes para fomentar la innovación tecnológica en sus países, y de esta forma, han apoyado la interacción entre las IES y las empresas privadas (Cohen, Nelson, & Walsh, 2002). Estas iniciativas a menudo se basan en la expectativa de que la interacción entre la universidad y la industria puede aumentar la tasa de innovación en la economía. Sin embargo, los modelos lineales tradicionales de transferencia de tecnología, que involucra el movimiento de ideas de las universidades al mercado, ha sido superado por una serie de modelos ricos e interactivos (Spencer, 2001). Por ejemplo, el gobierno del Reino Unido ha apoyado una amplia gama de nuevos programas diseñados para expandir las actividades comerciales de las universidades. Otros países han adoptado modelos de políticas similares, financiando el desarrollo de actividades de tercer flujo en las universidades (siendo la investigación y la enseñanza los primeros dos flujos respectivamente) (Laursen & Salter, 2004).

Con la entrada del modelo de la innovación abierta dentro de las organizaciones, las IES han pasado a tener un papel más relevante dentro del SNI; en este modelo de innovación, las empresas deben encontrar un equilibrio adecuado entre la exploración del conocimiento y la explotación, cambiando los recursos entre la búsqueda y la implementación para lograr y mantener el desarrollo exitoso del producto (James G. March, 1991). Con este nuevo modelo de innovación, las empresas han reorganizado, subcontratado y cambiado la creación del conocimiento, en alianzas que abarcan diferentes organizaciones de las cuales las más importantes son las IES (Chesbrough, Vanhaverbeke, & West, 2006). Ahora, las empresas requieren invertir en las IES para crear expertos en investigación interna y redes de colaboración con investigadores externos para

hacer un uso efectivo del conocimiento generado en las IES (Padilla-Meléndez & Garrido-Moreno, 2012). De acuerdo a Perkmann and Walsh (2007), dentro de las principales actividades entre empresas e IES se encuentran:

- Asociaciones de investigación.
- Emprendimientos académicos
- Servicios de investigación.
- Transferencia de recursos humanos.
- Interacciones informales.
- Comercialización de derechos de propiedad.
- Publicaciones científicas.

Por su parte Melese, Lin, Chang, and Cohen (2009), mencionan que la mayor parte de la colaboración en investigación entre la universidad y la industria ocurre de manera oportunista. Como estas actividades de colaboración a menudo se basan en relaciones personales entre individuos en cada organización, la oportunidad de desarrollar estas relaciones y extenderlas a otros dentro de cada organización a menudo no se comprende ni se busca. Como resultado, es común que la empresa y la universidad pierdan oportunidades importantes para aprovechar las relaciones de investigación existentes y ampliar el enfoque científico.

Por su parte, Brint, Riddle, Turk-Bicakci, and Levy (2005) argumentan que no todas las IES pueden aportar lo mismo al SNI, por una parte se encuentran las universidades que patentan la mayoría de sus investigaciones y además cuentan con un modelo para generar ingresos a partir de estas patentes, en este caso las universidades se involucran más con otros actores del SNI y sus aportaciones son significativas; por otro lado se encuentran las IES con un bajo nivel de patentes registradas, en este caso, las IES optan por no involucrarse con otros actores, ya que no encuentran el sentido a dichas interacciones debido a que no pueden generar algún tipo beneficio derivado de estas interacciones. Por lo anterior, la interacción entre IES y el resto del SNI va a depender de varios factores como

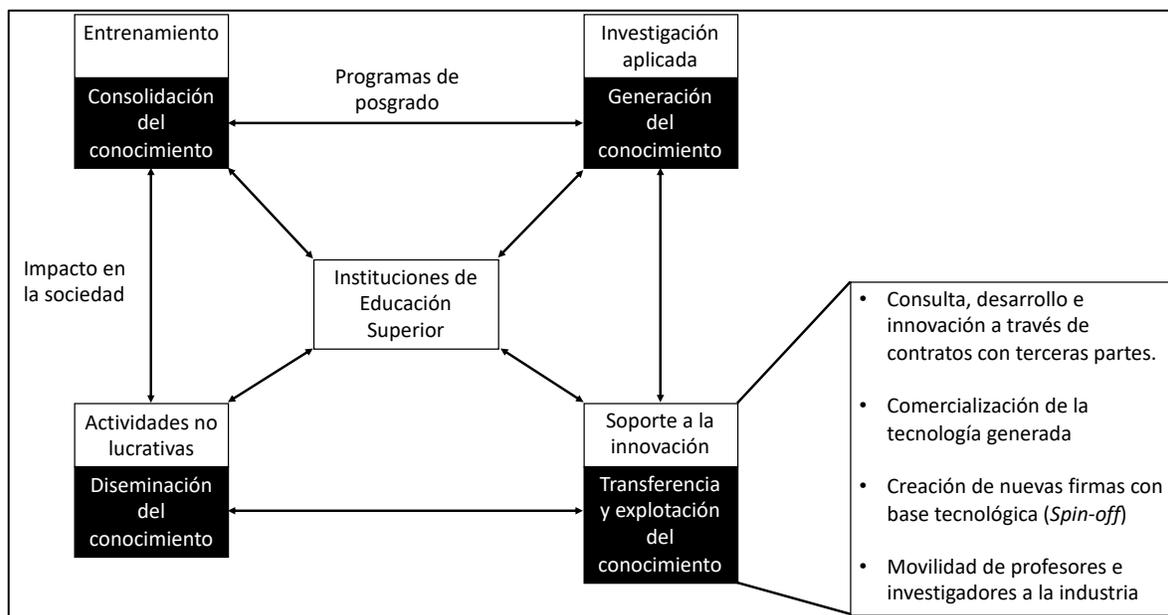
tamaño, cercanía geográfica con la industria, capacitación técnica y actitud hacia la innovación (Kess, Phusavat, & Takala, 2008).

Por su parte, Hidalgo and León (2006) listan las diferentes formas en que las IES y las empresas pueden interactuar dentro del marco del SNI:

- En la actividad de generación de conocimiento, financiación o asistencia en proyectos de investigación. Normalmente, este apoyo se realiza por medio de esquemas de investigación bajo contrato, alianzas estratégicas que conducen al apoyo a largo plazo de ciertas líneas de investigación o mediante la creación de *spin-offs*.
- En la formación, financiación, organización o intercambio de expertos por medio de cursos o seminarios adaptados a necesidades específicas.
- Finalmente, algunos acuerdos con IES pueden apoyar la difusión de resultados a la sociedad.

En la Figura 1 se puede observar la interacción de las IES con las empresas privadas.

Figura 1. Interacción de las IES con empresas privadas



Fuente: Elaboración propia con base en Gulbrandsen and Slipersaeter (2007)

En México, la interacción entre las empresas y las IES es muy limitada; en el SNI de México, es posible identificar una brecha entre la generación, la

transformación y la aplicación del conocimiento. Normalmente, el papel de las universidades dentro del SNI ha sido proporcionar recursos humanos a las empresas y gobierno, actuando como un espectador del desarrollo industrial y económico del país (Feria & Hidalgo, 2011).

De acuerdo a Dutrénit et al. (2010) las causas de esta baja interacción son:

- Falta de conocimiento acerca del posible impacto de la vinculación entre las IES y las empresas privadas.
- Falta de una estructura clara para realizar la vinculación.
- Para realizar una vinculación efectiva entre una IES y una empresa, se necesitan investigadores de ambas partes, en México son pocas las empresas que cuentan con investigadores propios.
- Existe una diferente velocidad de trabajo entre las empresas y la universidad.
- Los temas de investigación de las IES pocas veces se relacionan con las investigaciones que necesitan las empresas.
- La falta de acuerdos para el uso del conocimiento generado, por una parte, las empresas no quieren que el conocimiento se haga público, mientras que uno de los objetivos de las IES es hacer público el conocimiento generado.
- Falta de un marco legal en México para regular las vinculaciones entre las IES y las empresas.

Por su parte, Cabrero, Cárdenas, Arellano, and Ramírez (2011) mencionan que existen percepciones positivas tanto por parte de las IES como de las empresas, acerca de los beneficios de la vinculación entre ambas partes, como las fuentes adicionales de financiamiento que reciben las IES por parte de las empresas, el incremento del grado de empleabilidad de los egresados al desarrollar experiencia debido a la solución de problemas reales de la industria y el desarrollo regional que se produce al realizar este tipo de vinculaciones.

En la actualidad, las IES y los SNI de cada país están sufriendo modificaciones importantes debido al cambio tecnológico que está provocando la Cuarta Revolución, para entender el cambio tecnológico, se necesita una perspectiva de la dinámica del sistema de innovación. Por lo tanto, comprender el

cambio tecnológico implica crear una percepción de las relaciones entre la tecnología predominante y el sistema predominante (innovación) en relación con la tecnología emergente y el sistema innovador emergente (Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann, & Smits, 2007).

Sin duda la función de las IES ha cambiado en los últimos años, ya que además de la enseñanza clásica que se imparte en las universidades se ha añadido la creación del conocimiento. Debido a estos cambios, las funciones de las universidades se han expandido al entorno social y económico, esto ha provocado que las IES ya no solo deben de formar e investigar, sino que ahora deben de vender aquello que producen derivado de sus investigaciones (Montesinos, Carot, Martinez, & Mora, 2008). Bonaccorsi and Daraio (2007) argumentan que la conexión que existe entre la universidad y los demás actores del SNI transforman la misión y las funciones institucionales de estas.

Rojas (2018) habla sobre las misiones de las IES, en donde en un primer término, las universidades fueron concebidas como instituciones para poder preparar a los alumnos para la vida laboral, esta es la primer misión llamada enseñanza. Junto con la misión de la enseñanza a las IES se les otorgó el papel de crear el conocimiento, con lo cual se formó la segunda misión de las universidades llamada investigación. Sin embargo, ya no es suficiente que las IES generen el conocimiento y se lo transmitan únicamente a sus alumnos, en la actualidad es necesario que las universidades transmitan el conocimiento a los demás actores del SNI, el cual se puede traducir en asesoramiento y servicio de investigación a estos actores, a esto se le conoce como la tercera misión de la universidad, y aunque no existe un consenso del nombre que se le da a esta función o de las actividades específicas que la componen, diversos autores coinciden en que esta función involucra las actividades de innovación que atienden las necesidades locales y regionales de la universidad (Galindo Melero, Sanz Angulo, & De Benito Martín, 2011).

Molas-Gallart and Castro-Martínez (2007) explica que a pesar de que no existe un consenso sobre las actividades que componen la tercera misión de las

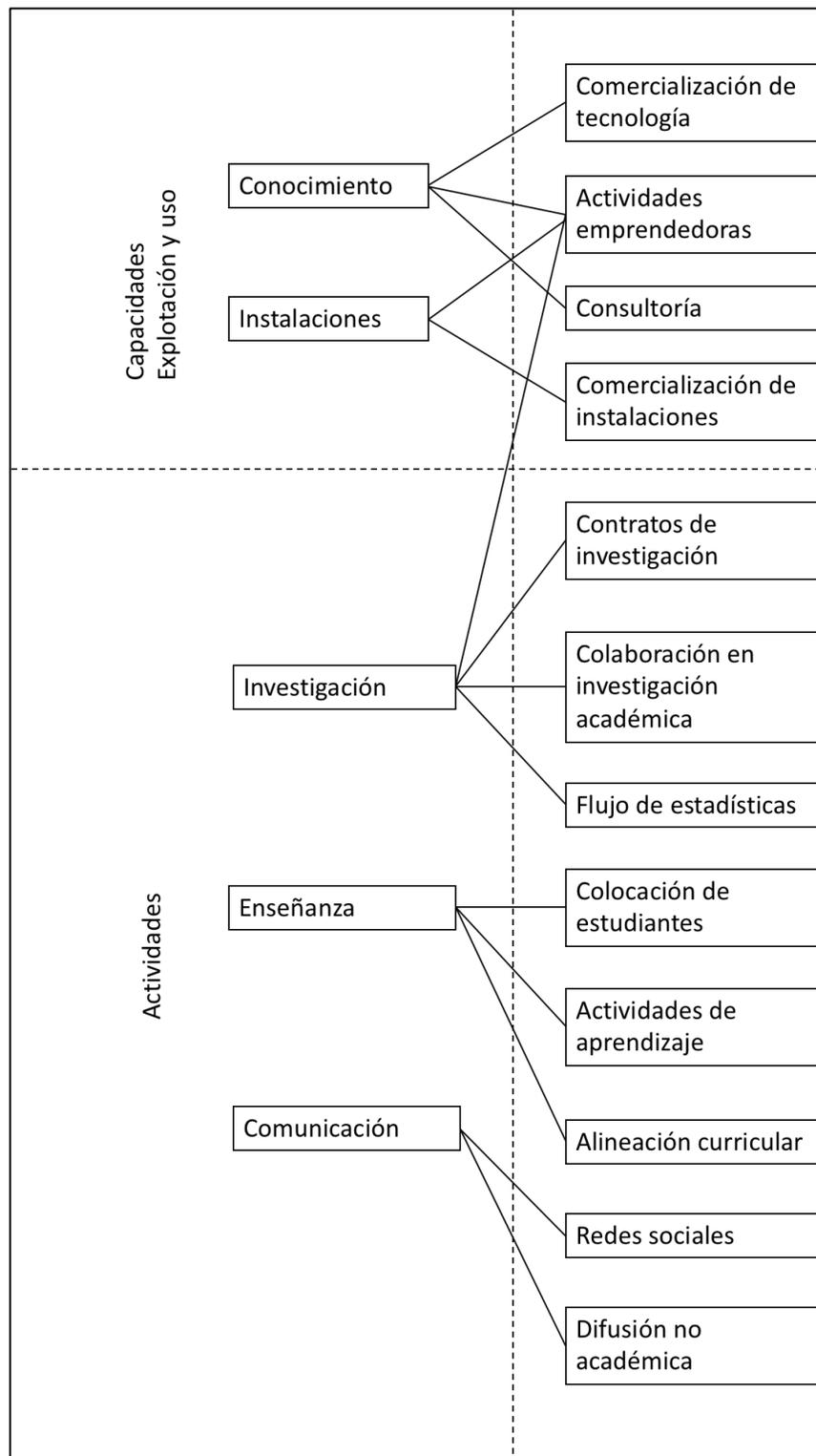
universidades, se pueden identificar tres corrientes principales que hablan acerca de esta misión:

- Como una corriente de ingresos. Se distinguen tres flujos diferentes de ingresos de las universidades. El primer flujo está constituido por fondos públicos básicos que las universidades reciben para respaldar sus responsabilidades docentes. La segunda corriente se refiere a los fondos recibidos de los consejos gubernamentales de investigación para apoyar la investigación. Finalmente, todas las demás formas de financiación constituyen el tercer flujo, incluidos, por ejemplo, los ingresos de fundaciones filantrópicas, las tasas de estudiantes, el sector privado, etc.
- La segunda corriente ve la tercer misión como actividades que buscan la explotación comercial de recursos universitarios y resultados de investigación, a través de actividades de licenciamiento, investigación y consultoría, y la generación de empresas derivadas. A menudo se supone que las universidades controlan una amplia gama de capacidades que no están siendo explotadas adecuadamente para la generación de ingresos. A través de la explotación comercial, estas capacidades se liberarán y beneficiarán, no solo a las propias universidades, sino que también generarán riqueza para las economías regionales y nacionales.
- Como alcance social. Diferentes analistas y formuladores de políticas definirán conjuntos de objetivos sociales ligeramente diferentes a ser alcanzados por las universidades. Por ejemplo, es común en las universidades latinoamericanas tener una oficina de extensión universitaria que apoye a las comunidades locales, proporcionando, por ejemplo, servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua y riego, programas de vacunación, capacitación, programas para agricultores locales, etc. En el Reino Unido, se ha utilizado el término flujo comunitario para referirse a la necesidad de que las universidades se comuniquen con sus localidades o comunidades, por ejemplo, proporcionando servicios pro bono a asociaciones comunitarias y alentando a los jóvenes de barrios desfavorecidos a seguir una carrera académica.

Además, los investigadores universitarios a menudo brindan apoyo técnico y de investigación no remunerado después de desastres ambientales. Todas estas actividades no están dirigidas comercialmente: no tienen como objetivo generar fondos, sino más bien proporcionar servicios a la comunidad.

Para que las universidades puedan realizar las tareas de la tercera misión deben de contar con dos factores básicos, el primero factor son las capacidades que tienen las universidades y el segundo las actividades que desarrollan. Las universidades tienen capacidades en dos áreas principales: conocimiento e instalaciones físicas. Utilizando los medios a su disposición, las universidades llevan a cabo tres conjuntos principales de actividades: enseñan, investigan y comunican los resultados de su trabajo. Tanto las capacidades como las actividades se pueden utilizar y desarrollar en apoyo de objetivos socioeconómicos no académicos. La Figura 2 resume los diferentes conjuntos de acciones de la tercera misión estructuradas de acuerdo con este marco (Molas-Gallart & Castro-Martínez, 2007).

Figura 2. Acciones de la tercera misión de las IES



Fuente: Elaboración propia con base en Molas-Gallart and Castro-Martínez (2007).

## 1.2. Cambio Tecnológico.

Existen varias teorías que se han centrado en el estudio del cambio tecnológico y su importancia correlacionada con el desarrollo y crecimiento económico en los últimos 40 años. Entre los principales aportes se encuentran:

1. Teoría microeconómica de la innovación (Antonelli, 2014; Dosi, 1988; Richard R Nelson & Winter, 1982).
2. Estudio de las revoluciones tecnológicas (Christopher Freeman & Perez, 1988; Pérez, 2001)
3. Teoría del aprendizaje organizacional (Levinthal, 1996; James G March, 1996; Volberda & Baden-Fuller, 1998).
4. Teoría del conocimiento (David & Foray, 2003; Jensen, Johnson, Lorenz, Lundvall, & Lundvall, 2007; Nooteboom, 2000)
5. Teoría de los sistemas complejos (Dosi & Kaniovski, 1994; Metcalfe, 2007; Silverberg, Dosi, & Orsenigo, 1988)

De acuerdo a Schumpeter (1935), el cambio tecnológico y el emprendimiento son fuentes de crecimiento económico; sin embargo, en su trabajo solamente consideró el emprendimiento para explicar el papel de la innovación en el crecimiento económico dejando fuera del ámbito de la teoría económica a la tecnología. Es la corriente neo-schumpeteriana la encargada de explicar la relación entre el cambio tecnológico y la innovación, investigando desde cambios técnicos específicos hasta las revoluciones.

Dosi (1982) afirma que el cambio tecnológico se basa en dos enfoques teóricos; el primero afirma que en el mercado existen fuerzas que determinan el cambio tecnológico (Teoría *Demand Pull*) y el segundo define la tecnología como un factor autónomo o casi autónomo, cuando menos a corto plazo (Teoría *Technology Push*); el cambio tecnológico se define como la trayectoria o paradigma, es decir, el tiempo y trayectoria de cambio de una tecnología específica, donde los actores implicados toman una dirección de búsqueda con la finalidad de mejorar o superar la versión de un producto, servicio o tecnología. Es ahí donde el potencial tecnológico, los costos relativos, la aceptación del mercado, la coherencia funcional, entre otros factores, convergen en una lógica colectiva.

Dicha trayectoria o paradigma destaca el valor de las innovaciones incrementales en el camino hacia la superación de cambios en el producto hasta el crecimiento y sucesión de una innovación radical.

Por su parte Pérez (2005) define al cambio tecnológico como una revolución, donde un nuevo y dinámico conjunto de tecnologías, productos e industrias, son capaces de modificar la base de la economía e impulsar una onda de desarrollo a largo plazo no solamente en la industria o sector donde se desarrolló sino más allá de sus confines; a esa modificación, donde las nuevas tecnologías y principios organizativos se encuentran relacionados entre sí, que permite rejuvenecer y modernizar a industrias viejas, le denomina paradigma tecnoeconómico. Es ahí donde cada transformación tecnológica trae una variación en la estructura de costos, guiando a los actores económicos hacia el uso intensivo de los nuevos insumos asociados a las tecnologías más eficaces.

Las innovaciones que se gestaron y constituyen cada revolución tecnológica pueden haber existido durante mucho tiempo, por tanto es difícil identificar el inicio y término de una revolución tecnológica; sin embargo, se considera que pudieran señalarse en periodos largos determinados por la elección de la dirección de un conjunto nuevo de tecnologías, presentadas como factor de atracción o un salto tecnológico que simbolizan todo el nuevo potencial que despierte la imaginación tecnológica y de negocios de una generación (Pérez, 2005).

En este mismo sentido, Van de Ven and Poole (1995) explican que el cambio tecnológico se produce en forma de ciclos sucesivos que incluyen períodos continuos y discontinuos de la acción intencional como de la casualidad; por tanto, los orígenes del cambio tecnológico residen tanto dentro como fuera de las organizaciones individuales. Sin embargo Zucker and Darby (1997), hacen referencia a el cambio cíclico de tecnologías en los niveles inter organizacionales, donde se asumen que las personas no sólo hacen elecciones entre tecnologías alternativas sino también que sus intereses y las competencias involucradas para hacer estas elecciones se modifican durante el curso del proceso de cambio, en el

que los actores organizacionales aprenden mientras reúnen y aplican experiencias de una tecnología específica.

Para lograr integrar el cambio tecnológico dentro de una organización son necesarias dos cosas: 1) el grado de participación en el ambiente externo y 2) la capacidad tecnológica interna (capacidad para hacer un uso efectivo de la tecnología) que se ha adquirido a través de inversiones previas en tecnología (Evenson & Westphal, 1995).

Con el fin de evaluar mejor el cambio tecnológico, es útil distinguir entre cuatro objetos de análisis (Dosi, 1997):

- Los cambios en oportunidades innovadoras, estrictamente hablando, de las fuentes de cambio técnico que pertenecen a este dominio
- Los incentivos para explotar esas oportunidades
- Las capacidades de los agentes del SNI para lograr lo que intentan hacer, condicionadas a sus percepciones de oportunidades e incentivos
- Los acuerdos y mecanismos organizativos a través de los cuales se buscan e implementan los avances tecnológicos.

Varios estudios recientes adoptan la posición de que el cambio tecnológico y la acción organizativa deben examinarse como un fenómeno inherentemente inseparable y que se desarrolla de manera incremental (Barley, 1986; DeSanctis & Poole, 1994; Preece, McLoughlin, & Dawson, 2000). Estos enfoques, demuestran que las tecnologías y las organizaciones evolucionan de manera continua y cambiante y no anticipada. Las discontinuidades tecnológicas generalmente se consideran un resultado de una acción colectiva intencional, mientras que los períodos de cambios tecnológicos incrementales alientan a los actores de una organización a adaptarse a las tecnologías actuales. Sin embargo, la acción organizacional siempre incluye consecuencias imprevistas y oportunidades para la innovación que no se pueden atribuir a las tecnologías en sí; por supuesto, también existe una implicación de que el cambio tecnológico solo es manejable en parte por los actores de la organización.

### **1.2.1. Influencia.**

En las últimas décadas, las teorías institucionales combinadas con las teorías evolutivas han llevado al enfoque del Sistema Nacional de Innovación. La idea central detrás del enfoque del SNI es que la innovación y la difusión de la tecnología es tanto un acto individual como colectivo (Edquist, 2001). El enfoque del SNI abarca la dinámica de las empresas individuales, así como las características particulares de la tecnología y los mecanismos de adopción. Los determinantes del cambio tecnológico no sólo se encuentran dentro de la organización individual, sino también dentro del SNI. Dentro del cambio tecnológico, un SNI puede definirse como todas las instituciones y estructuras económicas que afectan tanto la velocidad como la dirección del cambio tecnológico en la sociedad (Edquist & Lundvall, 1993).

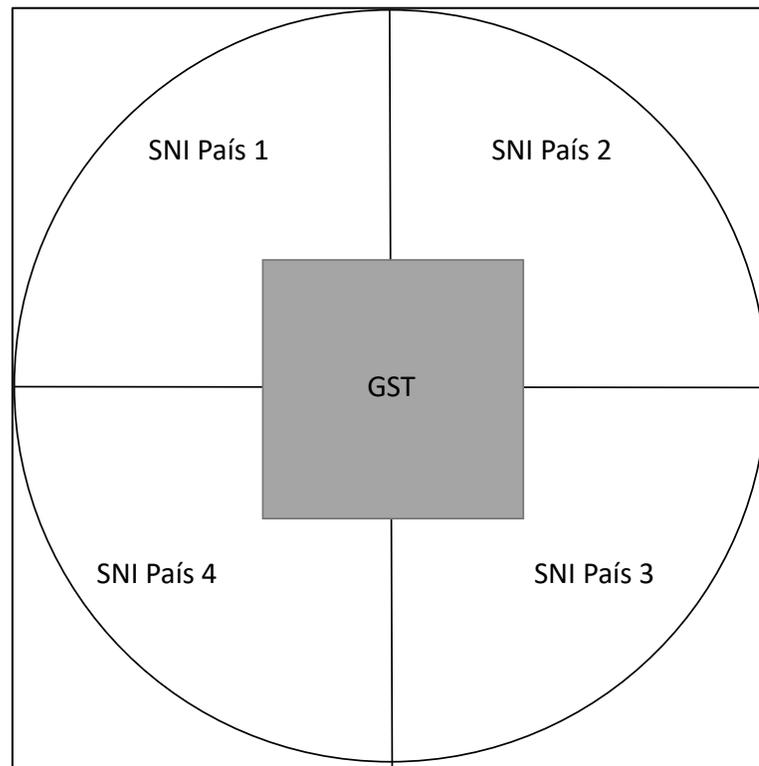
El carácter sistémico del cambio tecnológico explica por qué es a menudo un proceso muy lento y por qué es tan difícil de influenciar. Después de todo, la velocidad y la dirección del cambio tecnológico no están tan determinadas por la simple competencia entre diferentes tecnologías, sino en gran medida por la competencia entre varios sistemas de innovación existentes, tanto los desarrollados como los emergentes. La inercia de las combinaciones de tecnología y SNI es bastante grande, lo que puede llevar a un bloqueo que da como resultado trayectorias tecnológicas relativamente rígidas. En este sentido, Kemp (1994) afirma que una de las razones clave por las que el progreso tecnológico a menudo avanza a lo largo de ciertas trayectorias es que la tecnología predominante y su diseño ya se han beneficiado de todo tipo de mejoras evolutivas, en términos de costos y características de rendimiento, de una mejor comprensión por parte del usuario y de la adaptación del entorno socioeconómico en términos de conocimiento acumulado, desembolsos de capital, infraestructura, habilidades disponibles, rutinas de producción, normas sociales, regulaciones y estilos de vida; por lo tanto, comprender el cambio técnico implica crear una percepción de las relaciones entre la tecnología predominante y el sistema de innovación predominante en relación con la tecnología emergente y el sistema innovador emergente.

Archibugi and Lundvall (2002) sugieren que además de estudiar los sistemas de innovación, al hablar de cambio tecnológico también es útil hablar de los sistemas tecnológicos, ya que pueden ser una versión especializada de los sistemas de innovación. De acuerdo a estos autores, un sistema tecnológico es una combinación de sectores y empresas interrelacionados con un conjunto de instituciones y regulaciones que caracterizan las reglas de comportamiento y la infraestructura de conocimiento conectada, para referirnos a estos sistemas se utilizará el término de Gran Sistema Tecnológico (GST).

Una tecnología, o el conocimiento que está embebida en esta, casi nunca se integra solo en la infraestructura institucional de una sola nación o región, ya que, especialmente en la sociedad moderna, la base de conocimiento relevante para la mayoría de las tecnologías se origina en diversas áreas geográficas de todo el mundo. Por lo tanto, al tomar una tecnología específica como punto de partida, el enfoque del sistema tecnológico atraviesa tanto las dimensiones geográficas como sectoriales. Para ejemplificar un GST, Gallagher, Grübler, Kuhl, Nemet, and Wilson (2012) utilizan el desarrollo y la difusión de celdas solares: esto depende del progreso tecnológico realizado en los institutos de investigación y universidades de todo el mundo. Por lo tanto, el sistema de innovación de celdas solares se superpone con aquellas partes de los SNI que se concentran en la investigación de celdas solares. A su vez, la difusión global depende en gran medida de los diferentes regímenes de políticas nacionales que estimulan la adopción de celdas solares mediante subsidios a la inversión o leyes de alimentación. Nuevamente, el sistema de innovación de celdas solares se superpone con varios sistemas nacionales de innovación en términos de instituciones estimulantes para la difusión de celdas solares. Además, las condiciones de producción de las celdas solares dependen en gran medida del sector de la microelectrónica debido a la competencia por las fluctuaciones del silicio. Los silenciadores de silicio se producen para el sector de la microelectrónica, pero el excedente de los onduladores se vende a fabricantes de celdas solares. Las altas tasas de crecimiento en el sector de la microelectrónica conducen a una escasez de silicio y precios más altos de las celdas solares.

Además, la aplicación de celdas solares depende en gran medida del sector de la vivienda incluida la arquitectura, la cuál, compatible con celdas solares puede influir en gran medida en el potencial de las celdas solares en el entorno del edificio y en la producción de energía de estas celdas. Por lo tanto al hablar de un cambio tecnológico, el GST se superpone a los SNI de cada país, por lo tanto un GST puede afectar a varios SNI (Figura 3).

Figura 3. Interacción de un GST con los SNI



Fuente: Elaboración propia.

Al momento de hablar de los SNI, la mayoría de los autores hablan del conjunto, sin embargo para poder explicar el cambio tecnológico y sus afectaciones al sistema, es importante tomar en cuenta a los actores en su parte individual. La actividad más básica de cada uno de los actores del SNI es el aprendizaje (Lundvall, 2010). Johnson (2001) hace referencia a tres funciones básicas de las organizaciones dentro del SNI: 1) retención y transmisión de información, 2) generación de nuevas ideas que conduce a la diversidad, y 3) selección entre alternativas. Por su parte Galli and Teubal (1997) hablan de las

funciones y enlaces de los actores del SNI, ya que discuten la evolución y la transición de los sistemas de innovación. Afirman que es importante hacer una distinción entre organizaciones y funciones, ya que las organizaciones tienen cada vez más funciones múltiples. Distinguen entre funciones duras y blandas. Las funciones duras requieren organizaciones duras (es decir, realizar actividades de I + D), mientras que las funciones blandas pueden ser operadas por instituciones blandas (que no realizan I + D como, por ejemplo, entidades reguladoras) e involucran únicamente funciones catalíticas y de interfaz. Las funciones duras son: 1) actividades de I + D (públicas) y 2) la prestación de servicios científicos y técnicos a terceros (sector empresarial y administración pública). Las funciones blandas incluyen: 1) difusión de información, conocimiento y tecnología; 2) formulación de políticas; 3) diseño e implementación de instituciones relacionadas con patentes, leyes, normas, etc.; 4) difusión de la cultura científica y 5) coordinación profesional.

De igual forma, Liu and White (2001) enlistan las funciones que deben de cumplir las organizaciones dentro del SNI:

- Investigación (investigación básica, desarrollo e ingeniería)
- Implementación (manufactura)
- Uso final (clientes del producto o servicio)
- Enlace (atraer conocimiento complementario)
- Educación

Al hablar del cambio tecnológico dentro del SNI, hay tres razones fundamentales para adoptar el enfoque bajo funciones: 1) esta perspectiva hace que la comparación en términos de desempeño entre sistemas de innovación con diferentes configuraciones institucionales sea más factible; 2) la perspectiva de las funciones permite un método más sistemático de mapear los determinantes de la innovación; esto aumenta el poder analítico del enfoque del SNI; 3) El rendimiento del sistema puede evaluarse en términos de la funcionalidad de un sistema de innovación particular, es decir, en términos de qué tan bien funcionan las funciones dentro del sistema (Hekkert et al., 2007).

Por su parte, Smits and Kuhlmann (2004) concluyen que el cambio tecnológico requiere de nuevos instrumentos que soporten las siguientes funciones:

- Manejar las interfaces, permitiendo el intercambio de información entre subsistemas y estimular el debate entre ellos.
- Construir y organizar los sistemas de innovación facilitando la destrucción creativa.
- Proporcionar una plataforma para el aprendizaje y la experimentación; crear condiciones para diversas formas de aprendizaje tales como: aprender haciendo, aprender usando y aprender interactuando.
- Proporcionar una infraestructura para la inteligencia estratégica; identificar fuentes (evaluación de tecnología, prospectiva y evaluación); construir enlaces entre fuentes; mejorar la accesibilidad para todos los actores relevantes y estimular el desarrollo de la capacidad para producir información estratégica adaptada a las necesidades de los actores involucrados.

Estimular la articulación de la demanda, la estrategia y el desarrollo de la visión del SNI. Como se explicó en la sección anterior, el cambio tecnológico es un proceso que afecta a todas las instituciones y funciones del SNI; las IES como actor activo del SNI no están exentas de estos cambios. Dentro del cambio tecnológico actual, es necesario que las IES tengan contactos bien desarrollados con empresas y otros grupos de la sociedad para poder identificar las necesidades de investigación, así como las competencias y el número de graduados para ocupar los puestos actuales y futuros. Al hacerlo, las IES son, obviamente, socios inseparables en lo que podría identificarse como un proceso de desarrollo ascendente e impulsado por la demanda (Hansen & Lehmann, 2006).

Sin embargo, dentro del contexto del cambio tecnológico las IES también deben ser instituciones independientes para definir áreas de investigación que consideren importantes para buscar nuevo conocimiento, incluso en ausencia de una aplicabilidad o demanda inmediata del gobierno, las empresas o la sociedad civil. Esta libertad de elección es importante en una perspectiva a largo plazo

debido a la incertidumbre inherente asociada con la investigación científica: no se puede conocer con certeza que partes de lo que se sabe hoy podrán aplicarse en un futuro. Además, la ciencia abierta y el acceso abierto al conocimiento facilitan la replicación independiente de los resultados científicos, mejora la generalización de los resultados, evita la duplicación excesiva de la investigación, aumenta la posibilidad de ideas útiles, productos y tecnologías y genera por estas razones, el valor social del conocimiento (Foray, 1997).

En este contexto, las redes universitarias son necesarias para crear bases estructuradas para la educación y la investigación y promover el correcto desarrollo del SNI. En un contexto global, las redes universitarias son una contribución importante al desarrollo de capacidades con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible de los recursos humanos y materiales. Este punto de vista está de acuerdo con las recientes declaraciones del Banco Mundial sobre la educación terciaria como un medio indispensable para construir y mantener economías de conocimiento y sociedades democráticas (Partha & David, 1994).

Para poder medir el impacto de las universidades como actores del SNI dentro del cambio tecnológico, Hansen and Lehmann (2006) conjuntan una serie de indicadores que se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores relevantes para construir, mantener y mejorar los SNI

Factores relevantes para construir, mantener y mejorar los SNI	Rol de la IES
Educación, incluida la participación de personas capacitadas, con conocimientos y con una mentalidad cambiante, tanto a nivel de formación profesional como académica.	Las IES son indispensables en la obtención de educación superior y la formación académica en niveles tanto fundamentales como avanzados. Las IES también ofrecen idealmente oportunidades de educación interdisciplinaria e intercultural en un contexto internacional.
Sistemas de aprendizaje mejorados	Se han introducido nuevos sistemas

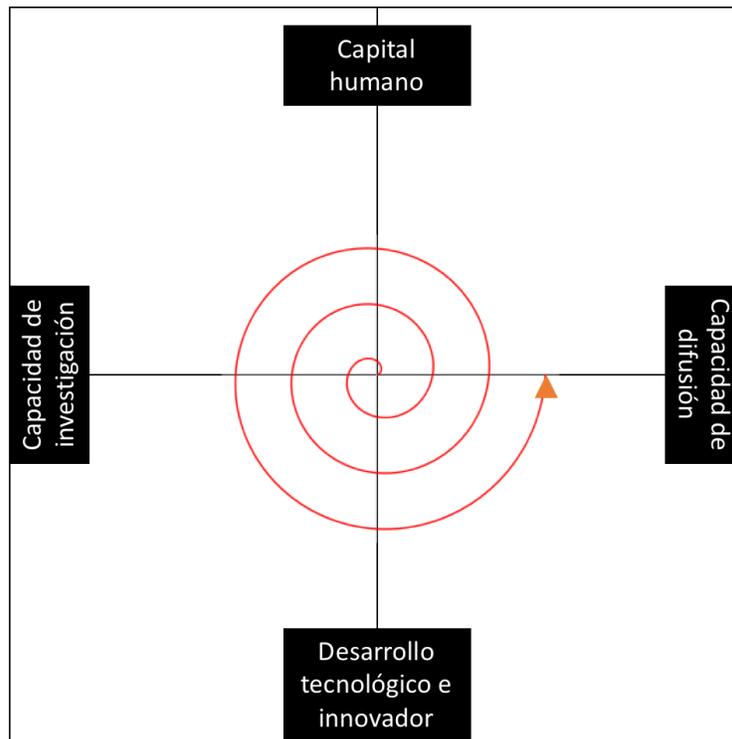
<p>para satisfacer las demandas y no solo seguir las tradiciones.</p>	<p>de aprendizaje en muchas IES y hay más en transición, por ejemplo, aprendizaje basado en proyectos y orientado a problemas (AOP).</p>
<p>Investigación, incluidos proyectos orientados hacia el futuro, creación de conocimiento y difusión.</p>	<p>Las universidades están investigando por su cuenta, y los estudios de doctorado, así como los proyectos a nivel de maestría, son actividades importantes, a menudo vinculadas a grupos de investigadores. Existe un enorme potencial sin explotar para una mayor interacción con la industria y la sociedad en general. Esto es particularmente cierto en las economías en desarrollo y el modo AOP facilita una mayor cooperación entre la universidad y la sociedad (industria) tanto a nivel de estudiantes como de profesores.</p>
<p>Aplicación del conocimiento, incluido el desarrollo de procesos, productos, organizaciones y gestión.</p>	<p>Las IES dominan los conocimientos teóricos que pueden aplicarse en la práctica en beneficio de la industria. La industria puede generalizar la experiencia específica en aplicaciones más amplias y nuevos productos, mientras que las IES pueden experimentar el uso de conocimientos teóricos que no tendrían lugar si no estuvieran dentro de las paredes de un laboratorio o un estudio.</p>
<p>Redes a nivel nacional e internacional.</p>	<p>Las IES son potencialmente buenos</p>

	socios en la creación de redes a través de sus contactos internacionales existentes y un amplio acceso a bases de datos y personas a nivel nacional e internacional.
Puente entre la teoría y la práctica	Los centros de investigación, las asociaciones formales e informales y las actividades de redes hacen que las IES sean posibles constructoras de puentes en los SNI. Pero las experiencias son limitadas y el potencial aún no está totalmente explotado. En un mundo globalizado, este mecanismo para un mejor puente a través de las fronteras requiere atención y las universidades podrían estar al frente de estas redes.

Fuente: Elaboración propia con base en Hansen and Lehmann (2006)

Al tratar de explicar a las IES dentro del SNI, Abramovitz (1986) habla de la congruencia tecnológica, este término se refiere a la capacidad de las organizaciones líderes dentro del SNI para poder hacer que las demás organizaciones (organizaciones seguidoras) se inserten en una o varias áreas tecnológicas específicas, de tal forma, que todos los actores del SNI tengan congruencia entre ellos al momento de investigar y desarrollar tecnologías. Yusuf and Nabeshima (2006) retoman el concepto de congruencia tecnológica y lo adaptan al caso particular de las IES, donde proponen un modelo de cuatro variables (Figura 4) para explicar como una IES puede aportar al SNI en el contexto de cambio tecnológico.

Figura 4. Indicadores de una IES dentro del SNI



Fuente: Elaboración propia con base en Yusuf and Nabeshima (2006)

A continuación se explican los indicadores propuestos por Yusuf and Nabeshima (2006):

- Capital humano. El concepto de capital humano está ligado a todas las dimensiones dentro de una IES; 1) grado de los docentes e investigadores; 2) rendimiento educativo que tiene que ver con el número de egresados que encuentran trabajo dentro de su área de conocimiento.
- Capacidad de investigación. La fortaleza de una IES dentro del SNI se caracteriza por la capacidad que tiene esta para proporcionar investigadores al SNI. Esta variable se compone de tres indicadores. 1) la capacidad para proporcionar investigadores capacitados en las áreas de ciencias duras (ingeniería, química, física etc.); 2) la cantidad de presupuesto destinado a I+D y 3) el rendimiento de sus investigadores como el número de publicaciones de los investigadores en áreas clave del nuevo paradigma tecnológico.

- Desarrollo tecnológico e innovador. El desempeño tecnológico se refleja en los indicadores más tradicionales de investigación y desarrollo tecnológico, número de proyectos relacionados con las áreas clave del nuevo paradigma tecnológico y el número de patentes obtenidas en estas mismas áreas.
- Capacidad de difusión. La capacidad de difusión se basa en la medida en que los demás actores del SNI logran captar el conocimiento y tecnología creada por las IES, esta variable se compone por el número de egresados insertados en las áreas clave del cambio tecnológico y el número de invenciones creadas por la IES utilizadas por el resto de los actores del SNI.

### **1.3. Planteamiento del problema.**

Como actores clave en los sistemas de innovación y parte interesada crucial en la producción y difusión del conocimiento, las instituciones de educación superior están hoy en el centro de la agenda política de la mayoría de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Sin embargo, se les cuestiona cada vez más sobre su aptitud para abordar los desafíos de los negocios en rápido movimiento, el desarrollo tecnológico y los cambios sociales. Cambios en los modos de financiación de las universidades, niveles crecientes de autonomía institucional y nuevas demandas sociales para una mayor transparencia y responsabilidad han intensificado el debate sobre cómo deben gestionarse las universidades (Hockfield Malandra, 2008).

Como ya se vio anteriormente, la tercera misión de las IES hace que estas organizaciones se vean obligadas a trabajar en un entorno más competitivo, desarrollar actividades empresariales, contribuir a la riqueza local y administrar todas estas funciones utilizando criterios de eficiencia y efectividad. Simultáneamente, están sujetos a procedimientos de evaluación de calidad para mantener los estándares académicos y de investigación. Sin embargo, los modelos tradicionales de gobernanza universitaria no parecen ser capaces de administrar estas organizaciones de acuerdo con los criterios de eficacia y eficiencia exigidos por el nuevo contexto socioeconómico y, como resultado,

mejores estructuras de gobernanza (Kelo, 2006). El desafío es combinar flexibilidad y adaptación al entorno que cambia rápidamente de una manera sostenible, mientras se logra cierta resistencia a los riesgos a corto plazo.

Por lo tanto, las universidades pueden verse como organizaciones en un entorno particular que luchan por los recursos (financiación, estudiantes, personal de investigación y docente) y un mercado que se abordará (estudiantes potenciales, revistas, mercado laboral y sociedad). Sin embargo, en el ámbito de la práctica, las universidades enfrentan serias dificultades cuando intentan implementar negocios pensando en dirigir la organización hacia un futuro exitoso. Son organizaciones complejas que se ocupan de un enfoque de misión múltiple, complejidad de tareas, profesionalismo y valores administrativos y vulnerabilidad ambiental (Sporn, 1999).

Para afrontar los retos anteriormente mencionados, las IES tienen que reunir agentes clave del cambio y varias fuentes de conocimiento para desarrollar visiones estratégicas e inteligencia anticipatoria para crear una visión compartida de un futuro deseable, a fin de desarrollar e implementar una estrategia que pueda aumentar la probabilidad de lograrlo (Miles, 2010). La prospectiva tecnológica facilita el diálogo entre actores que de otro modo no se estarían comunicando entre sí, al crear una cultura de comunicación abierta y multiperspectiva, prepara el terreno para componentes participativos en el seguimiento de acciones y/o medidas estratégicamente orientadas (Rader & Porter, 2008).

El uso integrado de la prospectiva en capacidades dinámicas puede facilitar los esfuerzos para dar respuestas efectivas a los desafíos que enfrentan las IES. A este respecto, si bien la prospectiva proporciona un enfoque excelente para abordar la cuestión de cómo desarrollar una visión del futuro y definir una estrategia para adaptar mejor a las IES al nuevo contexto que representa la Cuarta Revolución, las capacidades dinámicas desempeñan un papel en la gestión estratégica, los recursos, asignación y seguimiento de objetivos y desempeño de la organización. En otras palabras, la prospectiva brinda a las instituciones los métodos para desarrollar una visión a largo plazo que permita a los principales órganos rectores de las universidades analizar futuras amenazas y

oportunidades y, por lo tanto, establecer prioridades y formular estrategias, mientras que las capacidades dinámicas brindan a las IES de una herramienta concreta para gestionar estratégicamente los recursos y actividades de acuerdo con los objetivos y estrategias a largo plazo. Ambos enfoques deben usarse de manera simbiótica.

En este contexto, el presente proyecto de investigación busca indagar en los procesos de prospectiva tecnológica de las IES y conocer como estos procesos empatan con las capacidades dinámicas de este tipo de instituciones. Con este propósito se hizo un estudio de caso de 4 IES de los estados de Querétaro, Hidalgo y Puebla, para poder identificar desde el marco conceptual del Modelo de Maduración de Prospectiva Tecnológica de Rohrbeck (2010) los procesos de prospectiva tecnológica de estas instituciones, y empatarlo con la teoría de las capacidades dinámicas propuesta por David J. Teece (2007). Dejando de lado las variables externas a estas instituciones como entorno social, político o económico, la presente investigación permite conocer el potencial y las áreas de oportunidad de las IES como generadoras de nuevo conocimiento dentro del marco del Sistema Nacional de Innovación en México, con la intención de que puedan conocer, gestionar y mejorar sus sistemas de prospectiva tecnológica.

#### **1.4. Justificación.**

México es conocido por ser un centro de manufactura a nivel mundial, exportando más de un billón de dólares al día. El cincuenta por ciento de esas exportaciones son productos manufacturados, de los cuales una gran parte son tecnologías avanzadas, posicionando así a México como el líder exportador de tecnologías avanzadas en Latinoamérica, ya que del total de tecnologías avanzadas que se exportan en América Latina el 80% proviene de México, exportando más tecnología que Canadá (PROMEXICO, 2017). Los tratados internacionales, la relación dólar-peso mexicano, la posición geográfica de México junto con la experiencia de manufactura, en especial de la industria electrónica y automotriz, han posicionado a México como un país de manufactura para la exportación.

Si bien el modelo de desarrollo económico actual le ha permitido a México mantener su volumen de exportación, es insuficiente para mantener la posición competitiva del país frente a países como China o Corea del Sur. Las deficiencias del modelo económico de México han limitado la capacidad de generar un Sistema Nacional de Innovación sustentable y autosuficiente que logre posicionar a México dentro de los países innovadores en la Cuarta Revolución Industrial, esto en gran medida por la gran desarticulación que existe entre los actores del SNI (Dutrénit et al., 2010).

Por su parte, las Instituciones de Educación Superior son conocidas por ser un factor clave en el SNI de cualquier país. Existen diferentes maneras en que las IES contribuyen a este sistema de innovación, sin embargo, la actividad principal de las IES para que este mecanismo funcione es la generación y distribución de conocimiento (Fritsch & Slavtchev, 2007). Por su parte, Motohashi (2005) ha demostrado que el éxito de los países que han sacado más ventaja de esta nueva revolución industrial lo han logrado gracias a la gran articulación existente entre las IES y el resto de los actores del SNI. Sin embargo, en México se muestran severas deficiencias entre las IES y los demás actores, ya que las investigaciones y el conocimiento generado dentro de las IES esta siendo obsoleto frente a los nuevos patrones tecnológicos que demandan las industrias (Cabrerero et al., 2011), ya que dentro del actual entorno dinámico, donde existen altos niveles de competencia, el constante cambio de la demanda así como los cortos ciclos de vida y la pronta obsolescencia de las tecnologías, suceden cambios tan rápidamente que provocan que la información al alcance de las organizaciones no siempre sea exacta, certera e incluso, en muchos casos, no se encuentra disponible (Eisenhardt, 1989).

Existen diversos enfoques estratégicos que afirman que la toma de decisiones dentro de estos contextos se ve alterada por: 1) el largo proceso de recolección de datos así como por el afán de comprender en su totalidad la información obtenida; ó su contraparte, el considerar pocas alternativas y obtener información de pocas fuentes. 2) La participación limitada y el poder centralizado de la administración y/o 3) el conflicto entre los administradores de la

organización, creando interrupción en el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, existe evidencia que el cambio organizacional se caracteriza por largos períodos de cambio lento e incremental y breves períodos de cambio rápido discontinuo o radical (Brown & Eisenhardt, 1997).

Cómo respuesta a la necesidad constante de adaptación a los entornos dinámicos, la anticipación a necesidades futuras del mercado, desarrollo tecnológico como tendencias, que permita ayudar a la sobrevivencia de las organizaciones a largo plazo como su éxito económico, surge la prospectiva tecnológica (Reger, 2001). De acuerdo al nivel de cambio que enfrente la organización, puede ser definida como un proceso o una capacidad (Rohrbeck, 2010), motivo por el cuál dentro de la literatura no existe un consenso de una definición o concepto único. No obstante, cabe destacar que ésta amplia variedad de términos incluye diferentes actividades dentro de la organización, de acuerdo al enfoque de estudio.

Desde un enfoque holístico de cambios tecnológicos, ambientales y estructurales dentro de la organización, la prospectiva tecnológica en la organización puede ser una capacidad que incluye cualquier mecanismo estructural o cultural que permita a la empresa descubrir cambios discontinuos, interpretar los resultados y precisar respuestas objetivas que aseguren la supervivencia de la misma (Rohrbeck, 2010).

Por lo tanto en la presente investigación, se realizó un análisis que permita articular de manera efectiva las actividades desarrolladas por las IES dentro del SNI, a través de la integración de la prospectiva tecnológica en las capacidades dinámicas de las IES como una actividad esencial, que les permita adaptarse a los nuevos patrones tecnológicos de la cuarta revolución industrial, considerando a las capacidades dinámicas como las rutinas organizativas y estratégicas con las cuáles las organizaciones logran nuevas configuraciones de recursos a medida que los mercados surgen, chocan, se dividen, evolucionan y mueren (K. M. Eisenhardt & J. A. Martin, 2000). Al poder relacionar estos dos conceptos, la prospectiva tecnológica pasará a formar parte de las actividades esenciales de una organización y no sólo ser vista como una actividad complementaria. Esto

permitirá a las IES estar mejor preparadas para los cambios en el mercado. Por lo tanto, es pertinente estudiar de qué forma la prospectiva tecnológica se puede integrar a las rutinas organizacionales y estratégicas de la organización para detectar la necesidad de renovar y reconfigurar los recursos de la misma, que le permitan subsistir en el actual entorno dinámico determinado por los cambios tecnológicos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Prospectiva Tecnológica.

La Prospectiva Tecnológica (PT) moderna tiene sus raíces en las agencias gubernamentales de Estados Unidos, especialmente en el departamento de defensa entre los años de 1950 y 1960. Los estudios de prospectiva realizados por las agencias de Estados Unidos tenían como objetivo ayudar a dirigir de manera correcta las inversiones en tecnología (Ende, Mulder, Knot, Moors, & Vergragt, 1998). En la década de los 70's varias agencias gubernamentales de Japón comenzaron a conducir estudios de prospectiva tecnológica (Martin, 1995). Mientras que en la década de los noventa los países de Europa comenzaron a utilizar la prospectiva tecnológica de manera sistemática (Blind, Cuhls, & Grupp, 1999). En el caso de la prospectiva tecnológica en las organizaciones, los primeros estudios fueron conducidos en Inglaterra en la universidad de Sussex dentro del departamento de Science Policy Research Unit (SPRU) entre 1970 y 1980 (Miles, 2010).

En la literatura existen dos enfoques importantes con los cuales se estudia a la prospectiva tecnológica. El primero enfoque es el estudio de la prospectiva tecnológica como un proceso (Becker, 2002; Horton, 1999; Reger, 2001; Will, 2008), mientras que el segundo enfoque estudia a la prospectiva como una habilidad (MacKay & McKiernan, 2004; Rohrbeck, 2010; Slaughter, 1998).

De acuerdo a Reger (2001) la prospectiva tecnológica (*forecasting*) es la exploración sistemática y la observación de las nuevas tecnologías o las tecnologías existentes, la evaluación de su potencial y su importancia para la competitividad de la empresa así como el almacenamiento y la difusión de la información, incluyendo análisis, búsqueda, monitoreo y pronóstico de la tecnología; es decir, se centra en la investigación de nuevas tendencias, tecnologías radicalmente nuevas y nuevas fuerzas que pudieran surgir de la combinación de factores tales como las nuevas preocupaciones sociales, las políticas nacionales, y los descubrimientos científicos.

Muchos de esos factores se encuentran más allá de todo control, influencia y conocimiento de las empresas individuales. Por tanto, la prospectiva tecnológica

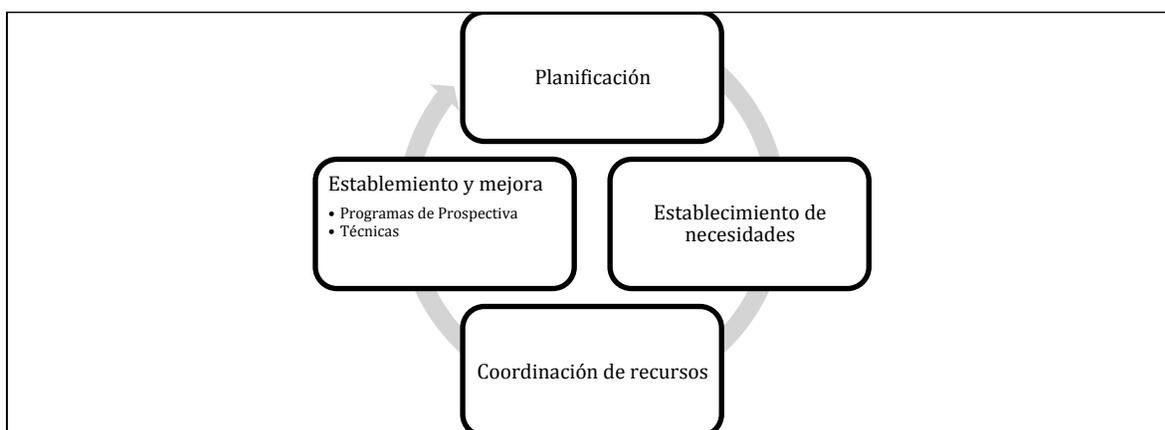
es una combinación de pensamiento creativo, visiones expertas y escenarios alternativos que contribuyen a la planificación estratégica a través de la predicción, donde los sistemas de gestión estratégica se moverán en tiempo real, enfatizando la necesidad de actividades de escaneo continuo para identificar oportunidades y amenazas externas y para desencadenar actividades directas (Figura 5).

El futuro es por definición desconocido pero en las actividades de prospectiva se utilizan juicios u opiniones de expertos para obtener una visión del mismo:

- 1) Se puede recurrir a expertos individuales o a grupos.
- 2) Se pueden aplicar distintas técnicas para obtener una visión consensuada, una gama de opiniones, o visiones poco convencionales.

El tipo de ejercicios que se pueden realizar varía en su complejidad y estructura, y en la facilidad de su puesta en práctica; el simple hecho de suscribirse a una revista técnica, formar parte de una red, participar en un proyecto de I+D en colaboración, o preocuparse por identificar cuáles son los proyectos de investigación que una organización de investigación relevante está llevando a cabo, pueden ser los primeros pasos hacia la consecución de un enfoque más estructurado.

Figura 5. Proceso de la prospectiva tecnológica



Fuente: Elaboración propia con base a Reger (2001)

1. Al planificar o comenzar la prospectiva, se deberá tener en cuenta:
  - a. Las razones por las que se hace.

- b. Los recursos que se necesitarán y de cuáles se puede disponer.
  - c. El tiempo que se necesitará.
  - d. Cómo aprender las técnicas y mejorar el proceso general.
2. Establecer las necesidades
- a. Las tecnologías críticas para la empresa.
  - b. La madurez e índice de cambio de las tecnologías críticas.
  - c. La naturaleza de la estrategia de I+D (por ejemplo, si es ofensiva o defensiva).
  - d. La complejidad y flexibilidad de los mercados y del entorno empresarial en general.
3. Coordinar los recursos
- a. Quién dirija el proceso de prospectiva.
  - b. Formación de un equipo pluridisciplinar o un único individuo con la autoridad adecuada para coordinar diferentes departamentos.
  - c. Usar el conocimiento y experiencia de los individuos que forman la empresa.
  - d. Información adicional obtenida de contactos y redes así como apreciación del entorno empresarial general.
4. Establecer y mejorar el proceso
- a. Recogida y análisis de información
  - b. Programas. Buscar las opiniones subjetivas o intuitivas de un número de personas con diferentes grados de experiencia así como proyección de su conocimiento actual hacia cómo se van a poder desarrollar los acontecimientos y tendencias en el futuro.
  - c. Técnicas
    - i. Exploratorias. Se centran principalmente en el análisis de datos históricos, atributos concretos como el resultado funcional, los parámetros técnicos, el resultado económico, etc., comparados dentro de un marco temporal.
      - 1. Curva S
      - 2. Ciclos

3. Extrapolación de tendencias
  4. Sustitución de tecnología
- ii. Normativas. Empiezan proponiendo el estado deseado o posible, así como la satisfacción de una necesidad de mercado o el logro de un desarrollo tecnológico, y trabajan hacia atrás, a partir de ello, para determinar los pasos necesarios para conseguir el resultado requerido.
1. Los árboles de relevancia.
  2. El análisis morfológico.
  3. Vigilancia y monitorización tecnológica.
  4. El análisis de Delphi.
  5. El análisis del impacto de las tendencias.
  6. La sustitución tecnológica.

La prospectiva aumenta y expande los beneficios de conocer el mercado más próximo y simultáneamente estimula las prácticas de aprendizaje y mejora. Los estudios de prospectiva pretenden orientar a las empresas sobre la naturaleza, magnitud, probabilidad y momento en que se producirán desarrollos científicos y tecnológicos de relevancia. Se puede tratar de oportunidades o amenazas e incluso podrían tener un potencial de impacto sobre una única organización o, por el contrario, sobre varias o muchas organizaciones colectivamente.

La prospectiva debe ser una actividad continua si ha de conseguir el máximo valor y utilidad para una empresa. Los datos sistemáticos y de un mayor período de tiempo no sólo aportan una mejor base para realizar las prospectivas, sino que permiten extraer conclusiones de las comparaciones entre prospectivas anteriores y la que acaba de llevarse a cabo. La prospectiva no necesita llevarse a cabo continua o frecuentemente, pero debería repetirse a intervalos de tiempo adecuados.

Para la presente investigación se estudiará a la prospectiva tecnológica como una habilidad y se retomará la definición de Rohrbeck (2010) que define a la prospectiva tecnológica como la habilidad que tiene una organización para

detectar cambios discontinuos de forma temprana, interpretar sus consecuencias y formular respuestas efectivas que ayuden a la supervivencia de la organización a largo plazo.

El objetivo principal de la prospectiva tecnológica es apoyar los nuevos desarrollos en las áreas de ciencia y tecnología, reconociendo con prontitud los beneficios de éstos desarrollos ya sea para una nación o una organización (Becker, 2002). Aunque la prospectiva tecnológica en las organizaciones comparte este objetivo en común, de acuerdo a Martin (1995) las empresas normalmente se centran en una de estas funciones intermedias:

- 1) Inteligencia anticipatoria. La prospectiva provee antecedentes, consejos generales futuros y alertas tempranas de los desarrollos más recientes.
- 2) Ajuste de dirección (*Direction-setting*). Se establecen lineamientos generales para la estrategia corporativa pero sin un involucramiento directo en la toma de decisiones.
- 3) Determinación de prioridades. La prospectiva sirve para identificar las líneas de I+D en donde la organización deberá invertir.
- 4) Formulación de estrategias e implementación. La prospectiva es utilizada como parte integral en la formulación e implementación de estrategias. En este caso comúnmente las personas encargadas de realizar la prospectiva son las encargadas de formular las estrategias.

Así mismo, Reger (2001) logró identificar algunas fases comunes entre las diferentes organizaciones.

- Determinación de las necesidades de información y selección del área de búsqueda. Esta fase se puede abordar por medio de dos perspectivas. La primera es la perspectiva *inside-out* en donde se delimita el área de observación de acuerdo a al dominio tecnológico de la empresa. La segunda perspectiva se denomina *outside-in* en donde no se delimita el área de observación y se busca cualquier tecnología potencial que sirva a

la organización, posteriormente se evalúan los resultados de acuerdo a su relevancia.

- Selección de las fuentes de información. En este sentido existen don grandes fuentes de información en las cuales las organizaciones pueden encontrar datos para realizar prospectiva tecnológica: información formal e informal. La información formal está documentada y puede ser obtenida a pesar de las distancias geográficas, mientras que la información informal se no se encuentra escrita y se transmite vía oral. Las fuentes de información formal son: journals científicos, revistas, reportes, estudio de tendencias, internet, etc. Las fuentes de información informal son: congresos, contactos personales con redes externas, contratación de los mejores recursos humanos en un área en específico y trabajo en redes con clientes y proveedores.
- Filtrar, analizar e interpretar la información. La información recolectada debe de ser filtrada, analizada e interpretada antes de tomar una decisión, donde todos los actores involucrados deben de tomar parte en esta fase. Para realizar el filtrado de la información se debe determinar cuál es información relevante y cuál no; una vez determinada, la información de relevancia es almacenada en las bases de datos de la organización para posteriormente discutir las posibles implicaciones que tienen esta información con las actividades de la organización.
- Toma de decisiones. El objetivo final de la prospectiva tecnológica es influir y apoyar las decisiones administrativas respecto a los recursos que se destinarán a investigación y tecnología. Esencialmente la prospectiva tecnológica puede ayudar a una organización a: 1) crear nuevos proyectos o modificar los ya existentes, 2) crear nuevos programas de investigación o modificar los ya existentes 3) crear proyectos estratégicos de innovación interdepartamentales, 4) conocer nuevos campos de innovación y 5) establecer las prioridades del departamento de I+D.

De acuerdo a Reger (2001), el proceso de prospectiva tecnológica se compone de seis fases:

1. Formulación de las necesidades de información o selección del área de investigación.
2. Selección de las fuentes de información, así como los métodos e instrumentos.
3. Recolección de datos.
4. Filtración, análisis e interpretación de la información.
5. Preparación de las decisiones.
6. Evaluación de la propuesta y toma de decisiones al inicio de un proyecto o programa.

La preparación, evaluación y toma de decisiones constituyen la interfaz para la planificación estratégica de I + D, y se superponen con ella. Las fases de preparación y toma de decisiones son los pasos del proceso más formalmente estructurados. Esto se debe a que llegan muy lejos en el dominio de la gestión estratégica de I + D. La prospectiva tecnológica se percibe como directamente útil y necesaria para la formulación de estrategias. Los resultados están directamente vinculados en la planificación de la investigación a corto y largo plazo. Así, la prospectiva tecnológica se considera la base de nuevos campos de negocio; puede conducir a nuevos proyectos o programas de investigación y proyectos de innovación estratégica.

La prospectiva tecnológica se realiza dentro de las organizaciones en diferentes niveles organizacionales y por diferentes actores y se lleva a cabo en tres niveles organizacionales diferentes. Primero, la prospectiva tecnológica se lleva a cabo a nivel corporativo, principalmente mediante investigación corporativa. Las actividades de prospectiva tecnológica son parte del trabajo diario de los investigadores en el laboratorio de investigación. Los investigadores constituyen el núcleo de la prospectiva tecnológica a nivel corporativo y alimentan su información directamente a nuevas ideas de proyectos. La prospectiva tecnológica está fuertemente orientada hacia los resultados de investigación más recientes, la tecnología y las disciplinas científicas; aquí predomina el pensamiento estratégico

a largo plazo. En segundo lugar, la prospectiva tecnológica se realiza de manera mucho menos extensa por las divisiones y unidades de negocio. Este nivel de prospectiva tecnológica tiene una orientación a corto plazo y está determinado en gran medida por los negocios del día a día. Se ocupa principalmente de identificar nuevos clientes y mercados, así como de competidores de evaluación comparativa. A nivel de las unidades de negocio, la preocupación no es tanto intrínsecamente con la prospectiva tecnológica como con la prospectiva de técnicas (en el sentido de convertir los resultados obtenidos de la investigación y la tecnología en productos o procesos concretos).

Los niveles estructurales formales de la corporación y las unidades de negocios se superponen con un tercer nivel de estructuras de prospectiva tecnológica. Estas son las llamadas estructuras laterales o virtuales que pueden caracterizarse al reunir a personas de varios niveles jerárquicos y departamentos, y funcionan como tareas limitadas temporalmente. El propósito de estas estructuras virtuales es crear comunicación directa, entre los actores de la prospectiva tecnológica. Las ventajas de estas formas de organización son su alta flexibilidad, su naturaleza temporal, su alto grado de autonomía y una cooperación más fluida. Mientras que la iniciativa para una actividad de prospectiva tecnológica puede desencadenarse de abajo hacia arriba o de arriba hacia abajo, la búsqueda e identificación de nuevas tendencias, la selección de fuentes de información, métodos e instrumentos, así como la recopilación de datos y la información, generalmente es realizada por los investigadores o ingenieros, los agentes tecnológicos o los miembros de una de las formas organizativas virtuales (Reger, 2001).

Además de las fases anteriormente mencionadas, Rohrbeck (2010) añade algunas otras fases de la prospectiva tecnológica que las cataloga como fases de impacto de la prospectiva, estas son:

- Reorientar las estrategias de I +D.
- Desencadenar nuevas actividades de I +D.
- Integrar a la organización los conocimientos generados por la prospectiva tecnológica.

- Creación de Start-up's o Spin-off's.
- Influir en las políticas organizacionales, regionales o locales.

En la fase de reorientación de las estrategias de I+D, se deben de tomar en cuenta las tendencias encontradas por la prospectiva tecnológica, estas tendencias podrán ayudar a las organizaciones a identificar si sus estrategias van de la mano con las tendencias externas o si deben cambiar su estrategia para poder adaptarse o anticiparse a las tendencias. Cuando se habla de prospectiva tecnológica, la mayoría de las organizaciones identifican las acciones desencadenantes como el mayor valor que esperan de un sistema de prospectiva tecnológica. Las organizaciones están buscando formas de mejorar su capacidad de generar respuestas tempranas, evitar amenazas y aprovechar las oportunidades.

La prospectiva tecnológica es un recurso que permite a las organizaciones explorar y explotar nuevas oportunidades de negocios antes que sus competidores que carecen de este recurso. Por esta razón se puede calificar a la prospectiva tecnológica como un recurso valioso. De igual forma los sistemas de prospectiva tecnológica son raros ya que su implementación no es una tarea fácil y pocas organizaciones logran tener éxito al ponerlo en funcionamiento. También se puede decir que la prospectiva no es imitable ya que depende de las características de cada organización, así como las fuentes de información con las que cuente. Por último se puede decir que es un recursos insustituible ya que otros mecanismos fallan al momento de responder a los cambios en el ambiente de la organización (Rohrbeck, 2010).

El Enfoque Basado en Recursos (RBV por sus siglas en inglés) es un marco teórico para entender como es conseguida la ventaja competitiva dentro de una organización y como puede ser mantenida esa ventaja a través del tiempo. Este enfoque, asume que las organizaciones pueden ser asumidas como un conjunto de recursos que son heterogéneos, distribuidos dentro de la organización y persistentes a través del tiempo. Bajo el RBV aquellas empresas que tienen recursos valiosos, raros, no imitables y no sustituibles pueden generar una ventaja

competitiva sostenida a través de la creación de estrategias que no puedan ser duplicadas por la competencia.

Sin embargo, el RBV falla al momento de tratar de explicar como algunas organizaciones cuentan con una ventaja competitiva en situaciones de cambios rápidos e impredecibles. Para poder explicar esto se introduce el término de capacidades dinámicas por las cuales las organizaciones integran, construyen y reconfiguran competencias externas e internas en situaciones de cambio rápido e impredecible. Las capacidades dinámicas consisten en estrategias y procesos organizacionales que crean valor para las organizaciones por medio de la manipulación de recursos en las nuevas cadenas de valor creadas por las estrategias en mercados con cambios rápidos.

Las capacidades dinámicas son el antecedente organizacional y las rutinas estratégicas por la cual los administradores alteran sus recursos base para generar nuevas estrategias de creación de valor, es decir son los conductores detrás de la creación, evolución y recombinação de viejos recursos para crear recursos nuevos que generen ventajas competitivas. Algunas capacidades dinámicas se centran en integrar recursos y otras en reconfigurar recursos dentro de las organizaciones.

Debido a que los recursos están basados en el contexto de las organizaciones, su valor depende de las características del entorno. Sin embargo, debido a que los recursos son menos dinámicos que el entorno, es común que estos queden rezagados en comparación con el entorno de la organización (David J Teece, Pisano, & Shuen, 1997).

Para poder explicar como lograr una ventaja competitiva en un ambiente dinámico, los académicos han complementado el RBV con la perspectiva de la capacidad dinámica, destacando el papel de las capacidades para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas (David J Teece et al., 1997). Desde esta perspectiva, las empresas deben adaptar, integrar y reconfigurar constantemente sus recursos y competencias para responder de manera rápida a un entorno dinámico. Sin embargo, los procesos y rutinas organizacionales arraigadas, desarrolladas a partir de trayectorias anteriores o de

la trayectoria de asignación de recursos y desarrollo de competencias, limitan esos cambios o adaptaciones (David J Teece et al., 1997). De igual forma, David J Teece et al. (1997) asumen que las capacidades dinámicas generalmente se construyen en lugar de comprarse y que su creación y su evolución están integradas en procesos organizacionales que están determinados por las posiciones de los activos de las empresas y los caminos evolutivos que han adoptado en el pasado.

### **2.1.1. Perspectivas.**

Como suele ser el caso en las nuevas disciplinas de investigación, la investigación sobre prospectiva en el contexto organizacional se ha llevado a cabo utilizando diferentes definiciones. La principal diferencia es entre los académicos que definen la prospectiva organizacional como un proceso (Becker, 2002; Horton, 1999; Müller, 2008); y los académicos que definen la prospectiva organizacional como una habilidad (Müller-Stewens & Müller, 2010; Slaughter, 1998; Tsoukas & Shepherd, 2009).

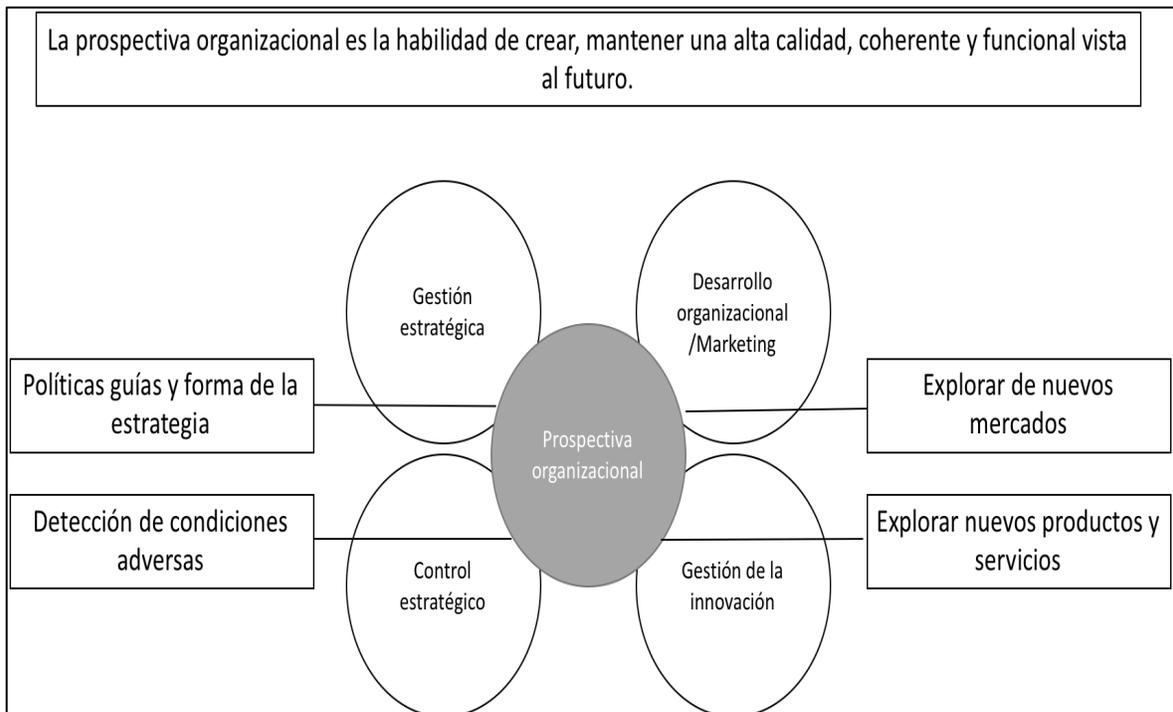
Para la presente investigación, se toma a la prospectiva tecnológica como una habilidad, sin un énfasis particular en los procesos u otros elementos estructurales de un sistema de prospectiva. Más específicamente, se supone lo siguiente: la prospectiva organizacional es una habilidad que incluye cualquier elemento estructural o cultural que le permita a una organización detectar cambios discontinuos temprano, interpretar las consecuencias para la compañía y formular respuestas efectivas para asegurar la supervivencia y el éxito a largo plazo de la compañía.

La investigación sobre la prospectiva organizacional generalmente ha sido seguida por académicos de ciencias económico-administrativas de diferentes disciplinas de investigación, incluida la gestión estratégica, la gestión tecnológica y la gestión de la innovación. Eso podría ser una consecuencia del carácter interfuncional de la prospectiva en el contexto organizacional. Esta funcionalidad cruzada también se ilustra en la definición de prospectiva estratégica de Slaughter (1998), un término que utilizó de manera sinónima para la prospectiva

organizacional: *La prospectiva estratégica es la capacidad de crear y mantener una visión de futuro de alta calidad, coherente y funcional, y utilizar las ideas que surgen de formas organizativas útiles.*

Por ejemplo, para detectar condiciones adversas, guiar la política, dar forma a la estrategia y explorar nuevos mercados, productos y servicios. Representa una fusión de los métodos de prospectiva con los de la gestión estratégica (Slaughter, 1998). Para hacer más explícito el vínculo entre los departamentos de una organización y los resultados de prospectiva, su vinculación se muestra en la Figura 6. En los cuadros rectangulares, se pueden encontrar los elementos de la definición original de Slaughter, y los círculos muestran los departamentos de la organización que normalmente se espera que produzcan los resultados.

Figura 6. Prospectiva organizacional y sus vínculos



Fuente: Elaboración propia con base en Slaughter (1998)

Según la definición de Slaughter, podemos concluir que la gestión estratégica puede beneficiarse de los conocimientos futuros (es decir, el resultado de la interpretación de información relacionada con el futuro) para definir

direcciones estratégicas futuras; que el desarrollo de la organización y el marketing pueden identificar y explorar nuevos mercados; que el control estratégico puede identificar riesgos futuros; y que la gestión de la innovación puede explorar nuevos productos y servicios sobre la base de estos conocimientos.

Es importante aclarar que no necesariamente hay un departamento o unidad de prospectiva organizacional específica en el panorama organizacional (Becker, 2002). De hecho, la gestión estratégica o la gestión de la innovación a menudo asume el papel de escanear en busca de cambios discontinuos para toda la empresa. La misma diversidad de responsabilidad en el panorama organizacional se puede observar en el panorama de investigación de la prospectiva organizacional.

De acuerdo a Rohrbeck (2010) existen tres perspectivas principales:

- La perspectiva de gestión estratégica, que incluye la investigación sobre el cambio corporativo, la ambidextra (es decir, la capacidad de las empresas para sobresalir tanto en la explotación de los productos y mercados actuales como en la exploración de nuevos productos y mercados), el escaneo ambiental y la toma de decisiones.
- La perspectiva de la gestión de la innovación, en la que se han producido hallazgos importantes para la previsión corporativa en los flujos de investigación sobre innovaciones radicales e interrupciones (tecnológicas).
- La perspectiva de investigación futura, que se puede dividir en el flujo de investigación con el objetivo de estudiar las actividades de prospectiva pública para organizaciones nacionales o supranacionales (nivel macro) y en el flujo de investigación que se ocupa de las prácticas de prospectiva corporativas (nivel micro).

### **2.1.1.1 Administración Estratégica**

La investigación sobre gestión estratégica tiene como objetivo comprender cómo se planifican e implementan los cambios a largo plazo y de alto impacto en las empresas. Ansoff (1980) presentó una visión general de la evolución histórica

de los sistemas de gestión (estratégicos). Ansoff identificó cinco fases evolutivas y demostró que con el tiempo existe una correspondencia de los supuestos dominantes, el propósito del sistema de gestión y la configuración del sistema.

Además, Ansoff predice que los sistemas de gestión estratégica se moverán hacia el tiempo real, enfatizando la necesidad de actividades de escaneo continuo para identificar oportunidades y amenazas externas y desencadenar actividades gerenciales directas. De igual forma predice que los sistemas de gestión de una empresa se moverán hacia la gestión estratégica de problemas y más tarde a lo que él llama gestión de sorpresas estratégicas (Ansoff, 1980).

La identificación de la necesidad de utilizar señales débiles para la detección temprana de cambios en el medio ambiente es uno de los hallazgos fundamentales sobre los que se basa la mayoría de las investigaciones sobre la prospectiva organizacional. Muchos académicos han utilizado su concepto en el campo de la prospectiva, la mayoría de ellos utilizando el término gestión de problemas (Dutton & Ottensmeyer, 1987; Renfro, 1987).

Además, tres flujos de investigación de gestión estratégica han contribuido a la investigación prospectiva organizacional: cambio organizacional, escaneo ambiental y toma de decisiones.

### **2.1.1.2 Gestión de la Innovación**

La cuestión general de la investigación de gestión de la innovación es cómo las empresas deben construir estructuras y capacidades para crear continuamente nuevos productos, cambiar procesos internos y desarrollar nuevos mercados para garantizar la competitividad a largo plazo.

Dentro de esta área, dos flujos de investigación son de particular importancia para la prospectiva: innovación radical e incremental (tecnológicas). Ambas corrientes de investigación tienen como objetivo ampliar la comprensión de cómo se produce o se puede crear un cambio fundamental. Ambos toman principalmente la perspectiva de grandes empresas (Rohrbeck, 2010).

De acuerdo a Rohrbeck (2010), cuando se habla de la innovación radical existen al menos tres hallazgos importantes son de interés en el contexto de la prospectiva.

- El primer hallazgo es que las empresas deben gestionar la innovación radical e incremental de manera diferente, debido a que la gestión de la innovación radical, en oposición a la innovación incremental, requiere otras estrategias y otras estructuras organizativas (Kelley, 2009).
- Un segundo hallazgo es que se requiere la voluntad de canibalizar los productos actuales por el bien de los nuevos productos para desarrollar una innovación radical. Esta voluntad de canibalizar necesita ser creada en la mente de la alta dirección. En un estudio realizado en tres industrias de alta tecnología, se identificaron tres factores que impulsan la voluntad de la empresa de canibalizar: 1) influencia del campeón del producto, 2) enfoque en el mercado futuro y 3) la presencia de mercados internos para la selección de proyectos (Chandy & Tellis, 1998).
- El último factor crítico de éxito identificado por la investigación es la mentalidad corporativa dominante. Se demostró que una mentalidad corporativa que es analítica, proactiva y agresiva influye positivamente en el éxito de los proyectos de innovación radical. Por lo tanto, podría plantearse la hipótesis de que estas características también podrían ayudar a las empresas a navegar con éxito a través de tiempos de cambio discontinuo (Talke, 2007).

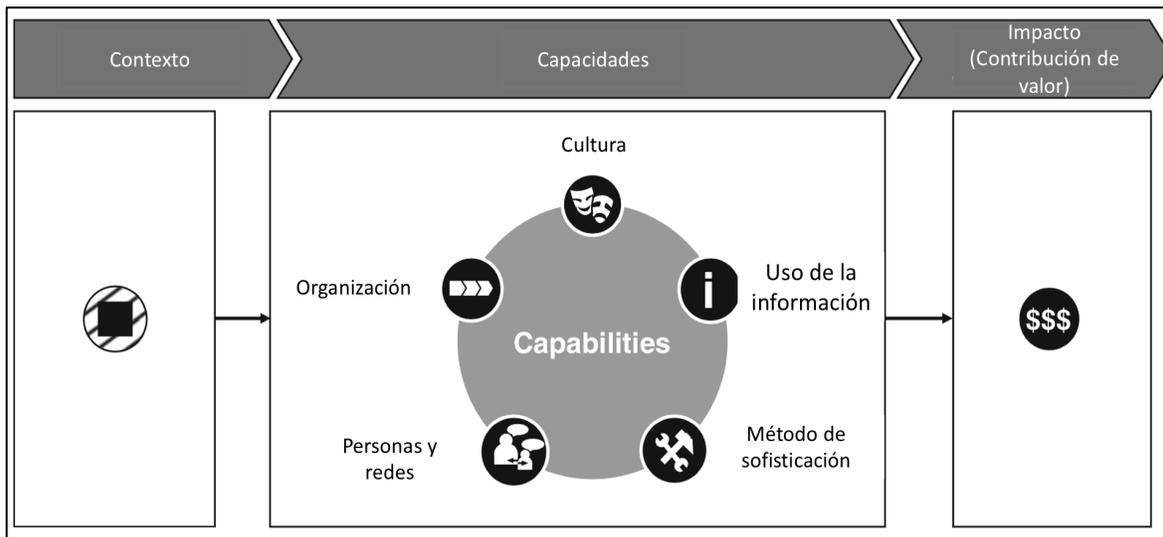
### **2.1.2. Modelo de Maduración.**

Las empresas que desean mejorar sus prácticas de gestión a menudo adoptan el enfoque de compararse con otras, en particular las empresas que se sabe que son buenas en ciertas prácticas. Este enfoque, conocido como *benchmarking*, se ha aplicado a casi todas las áreas de gestión, incluidas las adquisiciones, la investigación y el desarrollo, producción, comercialización y ventas. La utilidad de la evaluación comparativa surge de la posibilidad de (1) obtener conocimiento acerca de cuán buenas son las prácticas de gestión propias en comparación con

otras, y (2) poder aprender de los demás y mejorar las prácticas de gestión (Mittelstaedt Jr, 1992).

Para poder realizar el *benchmarking* de manera efectiva, es necesario establecer criterios para comparar las empresas y sus prácticas. Cuanto más detallado sea el conjunto de criterios, más específicas pueden ser las recomendaciones de mejora. La desventaja de los conjuntos de criterios muy detallados es la capacidad limitada para equilibrar todo el sistema. Para poder controlar los elementos relevantes para la optimización de las capacidades de prospectiva organizacional y poder controlar el equilibrio de todo el sistema, con este objetivo Rohrbeck (2010) construyó un marco con siete dimensiones de evaluación comparativa con tres a cinco criterios en cada una. Para desarrollar el marco Rohrbeck (2010) utilizó investigaciones previas para identificar un conjunto inicial de criterios, posteriormente se utilizaron estudios de casos para filtrar y complementar el conjunto de criterios. El resultado es el modelo de madurez de la previsión corporativa, que está estructurado en tres partes principales como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Modelo de maduración de la prospectiva tecnológica



Fuente: Rohrbeck (2010)

En este modelo, el contexto (o los factores de contingencia) se utiliza para juzgar las necesidades de las empresas para la previsión corporativa y para

derivar recomendaciones normativas sobre el diseño de sistemas de prospectiva tecnológica. El contexto se describe mediante seis criterios: 1) tamaño de la empresa, 2) naturaleza de la estrategia, 3) cultura organizacional, 4) fuente de ventaja competitiva, 5) complejidad del entorno y 6) velocidad de la industria.

Las capacidades se utilizan para evaluar el sistema de prospectiva tecnológica con respecto a su fortaleza para identificar, interpretar y responder a cambios discontinuos. Además, el nivel de madurez en cada dimensión de capacidad se puede utilizar para guiar proyectos de mejora. Las capacidades se estructuran en cinco dimensiones: 1) uso de información, para describir el tipo de información que ingresa al sistema de prospectiva tecnológica, 2) sofisticación de métodos, para describir los métodos utilizados para interpretar la información, 3) personas y redes, para describir las características de los empleados individuales y las redes que la empresa utiliza para comunicar información y perspectivas de futuro, 4) organización, para describir cómo se recopila, interpreta y utiliza la información en la organización, y 5) cultura, para describir el alcance a lo que la cultura organizacional apoya o dificulta el esfuerzo de prospectiva tecnológica.

El impacto se utiliza para evaluar el tipo de resultado o contribución de valor creado por las actividades de prospectiva tecnológica. El impacto se estructura en cuatro categorías: 1) reducción de la incertidumbre, 2) acciones desencadenantes, 3) influenciar a otros para que actúen y 4) beneficios secundarios.

#### **2.1.2.1. Contexto.**

Al describir y evaluar los sistemas administrativos, la teoría de contingencia enfatiza que es importante tener en cuenta el contexto en el que se aplican las prácticas de gestión (Drazin & Van de Ven, 1985). En este estudio elaborado por Drazin and Van de Ven (1985), los factores contingentes se conocen como el contexto de la empresa. En total, se identifican seis factores de contexto relevantes para la previsión corporativa. Se supone que (1) las diferencias en el contexto de una empresa cambiarán la necesidad de capacidades específicas de previsión corporativa y (2) que evaluar el contexto puede ayudar a guiar el diseño de los sistemas de previsión corporativa. Los seis elementos de contexto son: 1)

tamaño de la organización, 2) naturaleza de la estrategia, 3) cultura organizacional, 4) Principales factores de éxito, 5) complejidad del medio ambiente y 6) velocidad de la industria.

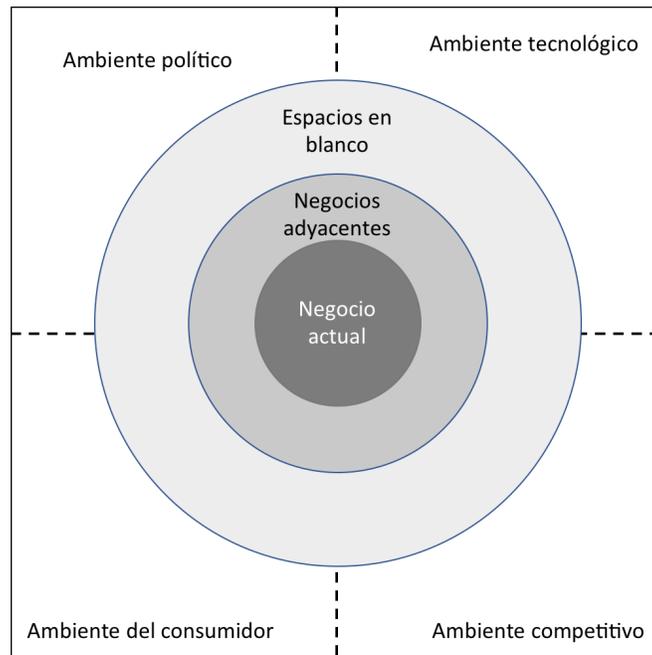
### **2.1.2.2. Capacidades.**

#### **2.1.2.2.1. Uso de la información**

En el modelo de madurez propuesto, las capacidades se estructuran en cinco dimensiones. El uso de la información es la dimensión que se ha estudiado con mayor frecuencia. Describe el tipo de información que se recopila y alimenta en el proceso de previsión corporativa. Los elementos que incluyen el uso de la información son: 1) alcance, 2) objetivo, 3) horizonte de tiempo y 4) fuentes (Rohrbeck, 2010).

La relación de alcance y objetivo se ilustra en la Figura 8. El objetivo está representado por cuatro ambientes: político, tecnológico, consumidor y entorno competitivo. Para el alcance, los círculos concéntricos indican la profundidad del escaneo, desde el negocio actual y el negocio adyacente hasta el espacio en blanco. Los espacios en blanco son áreas que actualmente parecen no tener relevancia para la empresa, pero que podrían generar cambios disruptivos que son difíciles de percibir y de preparar. La ilustración también puede ayudar a las empresas a evaluar el uso actual de la información de una empresa y visualizar el potencial de mejora.

Figura 8. Alcance y objetivos del uso de la información



Fuente: Rohrbeck (2010)

Además del alcance y el objetivo, las empresas deben elegir conscientemente un horizonte temporal apropiado y fuentes de información apropiadas. Por ejemplo, las empresas que operan en entornos de alta velocidad no pueden depender por completo de las fuentes habituales de información sobre el cambio tecnológico, como los datos de patentes, debido al retraso de aproximadamente 18 meses entre el descubrimiento inicial y la publicación de la patente (Lichtenthaler, 2005). Por lo tanto, las empresas en industrias de alta velocidad deberían confiar más en la recopilación de información a través de redes personales o colaboraciones de investigación con socios de la industria e institutos de investigación.

#### **2.1.2.2.2. Métodos de sofisticación.**

Dentro de las capacidades, mientras que el uso de la información describe la capacidad de una empresa para recopilar información orientada hacia el futuro, la sofisticación del método describe su capacidad para interpretar sistemáticamente la información.

La prospectiva se centra principalmente en establecer el conocimiento sobre el uso del método y dar recomendaciones a los gerentes sobre qué método elegir y en qué contexto. Otros académicos trabajan para mejorar métodos individuales, como:

- La técnica del escenario (Visser & Chermack, 2009).
- Técnica Delphi (Ament, 1970).
- Análisis de impacto cruzado (Gordon & Hayward, 1968).
- Retransmisión (Höjer & Mattsson, 2000).
- Juegos (Helmer, 1972).

Para el modelo de madurez propuesto por Rohrbeck (2010), el objetivo es encontrar medidas que capturen la capacidad de la cartera general de métodos en lugar de métodos individuales. Para este modelo se utilizan cuatro diferentes medidas: 1) Coincidencia con el contexto, 2) Coincidencia con el problema, 3) integración de la capacidad y 4) capacidad de comunicación. Los primeros dos elementos (coincidencia con contexto y coincidencia con problema) evalúan qué tan deliberadamente se eligen los métodos dado un determinado contexto o un cierto problema (por ejemplo, una decisión de inversión o el uso de una cierta tecnología para un proyecto futuro).

Los otros dos elementos propuestos miden ciertas fortalezas de la cartera de métodos. La capacidad de integración de elementos describe la capacidad de integrar diferentes tipos de información. Dada la cantidad de datos recopilados y las interdependencias oportunas y causales de los datos recopilados de diferentes horizontes temporales, diferentes áreas ambientales (entorno político, tecnológico, de consumo y de la competencia) y diferentes profundidades del entorno (negocios actuales, negocios adyacentes, y espacios en blanco), se puede esperar que esta capacidad desempeñe un papel importante en la capacidad general de interpretación de la empresa. La capacidad de comunicación del elemento describe la utilidad de la cartera de métodos para comunicar información e interpretaciones interna y externamente (Rohrbeck, 2010).

### **2.1.2.2.3. Personas y redes.**

Teniendo en cuenta la gran necesidad de una comunicación efectiva y eficiente en un sistema de prospectiva tecnológica, se puede esperar que sea necesaria una red interna y externa sólida. Además, se ha comprobado que involucrar a las personas adecuadas también es esencial para garantizar un alto impacto de la actividad de prospectiva. Estas capacidades de prospectiva tecnológica se capturan en la dimensión personas y redes (Rohrbeck, 2010).

La capacidad de personas y redes mide el grado en que las características de la prospectiva satisfacen las características deseadas. De acuerdo a Rohrbeck (2010), se consideran cinco características esenciales para que la prospectiva tecnológica sea exitosa:

- Conocimiento profundo en un tema en específico, para comprender hasta qué punto se debe entender un tema para llegar a conclusiones.
- Amplio conocimiento, para acceder rápidamente a nuevos dominios de información y relacionarlos entre sí.
- Curiosidad y receptividad, para garantizar el afán de capturar información externa.
- Mente abierta y pasión, para garantizar que los problemas fuera de la visión dominante del mundo de la empresa se consideren y difundan.
- Redes externas fuertes, para garantizar el acceso a información de alta calidad.
- Redes internas fuertes, para garantizar la difusión eficiente de la información en toda la empresa.

Los elementos de red externa y red interna describen el alcance y la intensidad de los lazos externos e internos de la empresa en su conjunto. Estos lazos son construidos y mantenidos por la organización en su conjunto y / o por otros empleados individualmente. Mientras que la función primaria externa de la red es obtener y canalizar información externa en la empresa, la red interna es crucial para llevar las perspectivas de previsión a las partes interesadas internas y permitir que las partes interesadas utilicen las ideas de maneras útiles para la empresa.

#### **2.1.2.2.4. Organización.**

Para el modelo de madurez, el objetivo de la capacidad de organización es capturar la capacidad de una empresa para identificar, interpretar y difundir sistemáticamente ideas futuras, independientemente de la naturaleza de las unidades de prospectiva y el lugar donde están operando. Para capturar esta habilidad, Rohrbeck (2010) propone cinco elementos: 1) Modo, 2) Integración con otros procesos, 3) Difusión formal de la percepción organizacional, 4) responsabilidad e 5) Incentivos.

El primer elemento, el modo, describe las formas en que las empresas participan en actividades de prospectiva. Becker (2002) ha diferenciado estas actividades de arriba hacia abajo (es decir, la alta gerencia solicita una investigación) y de abajo hacia arriba (es decir, las unidades de prospectiva escanean el entorno sin direccionar e informan los problemas emergentes a los tomadores de decisiones). La integración de elementos con otros procesos describe el número de procesos que están vinculados a la actividad de prospectiva. Los vínculos esperados son I + D, gestión de la innovación, desarrollo corporativo, marketing, control y gestión estratégica.

#### **2.1.2.2.5. Cultura.**

La cultura organizacional es un tema amplio en la literatura de la administración. Para el modelo propuesto por Rohrbeck (2010), se han elegido elementos que se espera que tengan una influencia directa en la capacidad de prospectiva tecnológica. Se excluyen elementos relacionados con la cultura corporativa o la cultura de la innovación. Los cuatro elementos propuestos son (1) disposición para compartir a través de la función, (2) disposición para escuchar a exploradores y fuentes externas, (3) la actitud de la organización hacia la periferia y (4) disposición para evaluar y cuestionar los supuestos básicos.

En general, la dimensión cultura puede verse como un facilitador importante para los sistemas de prospectiva tecnológica, así como, en cierta medida, como un sustituto de los procesos formales. Por ejemplo, se puede argumentar que si una empresa logra alentar (por medios culturales) a sus

empleados a estar abiertos a la información externa y difundirla de manera efectiva en toda la empresa, entonces se puede esperar que esto respalde fuertemente su capacidad de retener Una ventaja competitiva en tiempos de cambio discontinuo.

## **2.2. Capacidades Dinámicas.**

Estudios recientes desarrollan y clarifican los conceptos de capacidades dinámicas. K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000), definen a las capacidades dinámicas como los procesos que una empresa utiliza (específicamente el proceso para integrar, reconfigurar, ganar y liberar recursos) para alcanzar e incluso crear cambios en el mercado; por lo tanto, las capacidades dinámicas son las rutinas organizacionales y estratégicas por las cuales una empresa logra configurar nuevos recursos mientras los mercados emergen, colisionan, se separan, evolucionan y mueren. Además de aportar una definición de capacidades dinámicas, K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) afirman que las capacidades dinámicas difieren de acuerdo al dinamismo del mercado. En mercados con una dinámica moderada las capacidades dinámicas tienden a ser rutinas eficientes y procesos robustos. Por otra parte, en los mercados con una alta velocidad de cambio las capacidades dinámicas dependen en mayor medida del conocimiento desarrollado en situaciones específicas. Por lo tanto, en los mercados con una alta velocidad, se hace indispensable poder tener información acerca de las posibles alternativas en las que puede desembocar los cambios.

Por su parte, Zollo and Winter (2002) definen a las capacidades dinámicas como un patrón aprendido y estable de actividades colectivas, mediante los cuales una organización genera y modifica sistemáticamente sus rutinas operativas para mejorar su efectividad. Además se da un gran énfasis en el conocimiento para poder crear las capacidades dinámicas de una empresa por medio de la acumulación de experiencia, articulación del conocimiento y el proceso de codificación del conocimiento. La acumulación de experiencia se da cuando un conjunto de patrones estables llamados rutinas comienzan a crear conocimiento tácito que se puede utilizar posteriormente para responder a cambios en el entorno.

La articulación del conocimiento se refiere a la forma en la cual la organización logra convertir las experiencias individuales de sus miembros en conocimiento que ayude a mejorar los resultados de la organización. Por último la codificación del conocimiento se consigue cuando el conocimiento articulado se logra plasmar en una herramienta que facilite su utilización o difusión.

Las capacidades dinámicas son competencias esenciales que las organizaciones requieren en entornos dinámicos o de ciclos rápidos, en sustitución de otras para la construcción de ventajas competitivas sostenibles mediante la movilización de la experiencia, conocimientos y habilidades tecnológicas para introducir nuevos productos (bienes y servicios) y/o procesos al mercado (Tidd, 2000). David J Teece et al. (1997), mencionan que capacidades dinámicas son competencias con las que cuenta la empresa para aumentar, crear y reformar sus competencias internas y externas, a través de procesos de exploración y explotación, que faciliten encontrar formas nuevas e innovadoras de ventajas competitivas, y así hacer frente a ambientes de incertidumbre y constante cambio tecnológico del mercado.

Por otro lado K. M. Eisenhardt and J. A. Martin (2000) sostienen que las capacidades dinámicas radican en procesos estratégicos y organizacionales particulares en organizaciones que actúan en entornos cambiantes por medio del manejo de recursos que lleven a la creación de estrategias de valor nuevas, para nivelar y desarrollar cambios en el mercado. Así mismo, Zahra and George (2002) indican que las capacidades dinámicas proporcionan a la empresa reformar sus recursos fundamentales y adecuarse a las circunstancias cambiantes del mercado con el propósito de alcanzar una ventaja competitiva. Cabe destacar que el planteamiento de las capacidades dinámicas enmarca aquellas competencias que benefician la adecuación y crecimiento de las organización, respondiendo a un conjunto concreto de principios que definen su limitación e importancia como consecuencia de la diversidad entre organizaciones y su relativa estabilidad y son, al mismo tiempo, irremplazables, difíciles de replicar e intransferibles (Barney, 2001). Por el contrario, Teece et al. (1997) a través del enfoque de capacidades dinámicas critican el trabajo de Barney para explicar como la combinación de los

recursos de las empresas pueden ser desarrollados, extendidos y protegidos, es decir, que las empresas cuentan con capacidades y habilidades para modificar sus recursos base que les permitan adaptarse a los continuos cambios del entorno; sin embargo, es importante señalar que dicho enfoque comparte algunas aseveraciones similares, como la perspectiva de las competencias centrales y el enfoque basado en el conocimiento.

Algunos autores, como lo muestra la Tabla 2, denominan a estas capacidades generadoras de valor primordial para las organizaciones como capacidades o competencias esenciales.

Tabla 2. Definiciones terminológicas de Capacidades Dinámicas

AUTOR (ES)	DEFINICIÓN
<b>Schumpeter (1939)</b>	Capacidad de innovación: artífice del proceso de destrucción creativa. Características que reúnen los emprendedores como agentes clave en el proceso de cambio continuo.
<b>Nelson (1991)</b>	Evolución de las capacidades esenciales: construidas sobre una base jerárquica de rutinas organizativas que se definen en un contexto schumpeteriano o evolutiva.
<b>Pisano (1994)</b>	Capacidad de alterar recursos: son el antecedente organizacional y las rutinas estratégicas mediante las que los gerentes alteran la base de recursos de la empresa (adquieren y eliminan recursos, los integran y los recombinan) para generar nuevas estrategias.
<b>Teece et al. (1997)</b>	Capacidades dinámicas: habilidad de la empresa y de sus gerentes para integrar, construir y reconfigurar sus competencias internas y externas para adecuarse a entornos

	de cambio rápido y lograr situaciones de ventaja competitiva.
<b>Eisenhardt y Martin (2000)</b>	Son procesos estratégicos y organizacionales específicos que crean valor en empresas que operan en contextos dinámicos mediante la orientación de los recursos hacia nuevas estrategias.
<b>Makadok (2001)</b>	Procesos a través de los cuales las empresas generan rentas económicas por ser más efectivas que sus rivales desplegando recursos
<b>Zollo y Winter (2002)</b>	Patrón aprendido de actividad colectiva organizada mediante el cual la empresa genera y modifica sus rutinas operativas.
<b>Winter (2003)</b>	Capacidades organizativas (rutinas de alto nivel o conjunto de rutinas) afectadas por el cambio. Es una inversión periódica que realiza la empresa para renovar su dotación de capacidades.
<b>Wang y Ahmed (2007)</b>	Continuada integración, reconfiguración, renovación y regeneración de los recursos y capacidades de la empresa. Incremento y reconstrucción de sus capacidades esenciales en respuesta a entornos cambiantes para conseguir mantener la ventaja competitiva.
<b>Teece (2007)</b>	Capacidades de la empresa difíciles de imitar y necesarias para adaptarse a entornos cambiantes y a las nuevas oportunidades tecnológicas. El propósito es fundamentar el desarrollo de nuevos productos y procesos e implementar modelos de negocios viables,

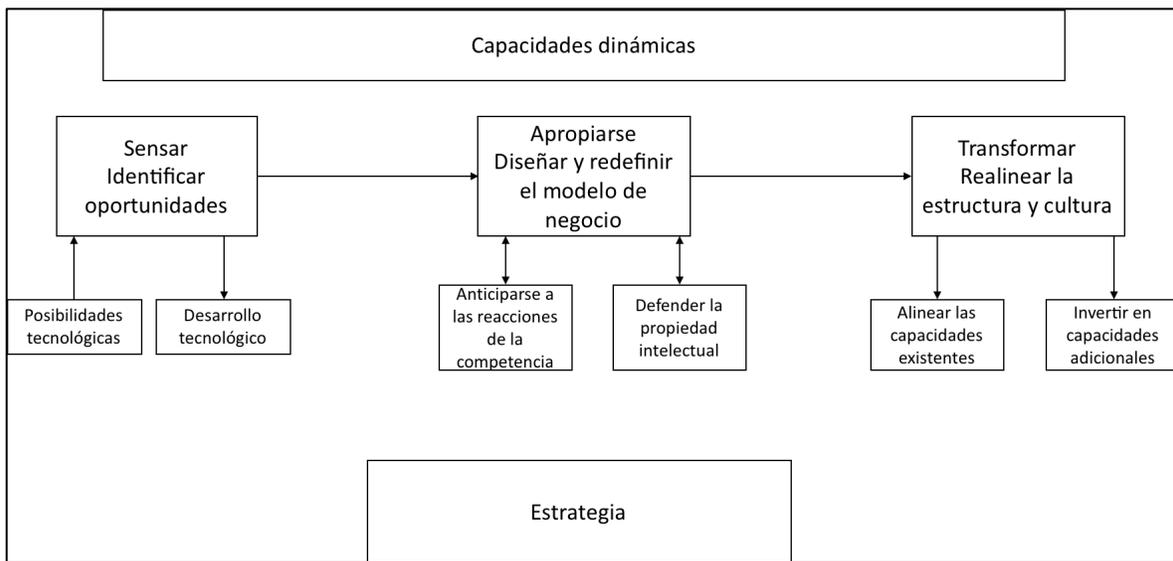
	flexibles y adaptables a las nuevas condiciones.
--	--

Fuente: Garzón Castrillón (2015)

Por el contrario en entornos con pocos cambios, las capacidades dinámicas se asemejan más a las capacidades productivas dirigidas a maximizar el aprovechamiento de los recursos mediante adaptaciones que produzcan soluciones predecibles (K. M. Eisenhardt & J. A. Martin, 2000). Por lo que las capacidades dinámicas no son requisito suficiente para crear una ventaja competitiva pero si para construirla; lo planteado anteriormente manifiesta que las capacidades dinámicas se transforman en elementos precisos de innovación dentro de una organización, ya que se logra construir una capacidad de innovación a medida que consiga configurar y organizar una gama de capacidades dinámicas que favorezcan los procedimientos de renovación que advierte la innovación.

David J. Teece (2007) amplía su definición de capacidades dinámicas argumentando que estas se pueden separar en 1) capacidad para detectar y dar forma a oportunidades y amenazas (*sensar*), 2) para aprovechar las oportunidades (apropiarse) y 3) para mantener la competitividad mejorando, combinando, protegiendo y, cuando sea necesario, reconfigurando los activos intangibles y tangibles de la empresa comercial (*transformar*). Posteriormente estas capacidades fueron categorizadas como capacidades dinámicas de alto nivel, lo que significa que ayudan a la organización a conocer posibles vertientes sobre el futuro, diseñar modelos de negocios para aprovechar nuevas oportunidades y determinar la mejor configuración para la organización de acuerdo a los planes futuros (David J. Teece, 2017). En la Figura 9 se resumen estas capacidades.

Figura 9. Esquema simplificado de las capacidades dinámicas



Fuente: Elaboración propia con base en (David J. Teece, 2017)

Capacidad para detectar oportunidades (*sensing*). De acuerdo a David J. Teece (2007) la capacidad de detectar las nuevas oportunidades esta formada por las actividades de escanear, crear, aprender e interpretar. La capacidad de encontrar o crear una nueva oportunidad proviene de las capacidades cognitivas y creativas de los individuos de una organización. Sin embargo está capacidad también puede estar fincada en los procesos organizacionales tales como las actividades de investigación o desarrollo. Esta capacidad también necesita del componente de interpretación para poder configurar información que se obtiene, así como los de escanear y monitorear los desarrollos tecnológicos internos y externos. Las actividades de búsqueda que son relevantes para detectar nuevas oportunidades incluyen información sobre lo que esta sucediendo en el ecosistema de negocios. Concluyendo, la capacidad para detectar nuevas oportunidades es un sistema analítico para aprender, filtrar, dar forma y calibrar oportunidades.

Capacidad para aprovechar oportunidades (*seizing*). Una vez que una oportunidad tecnológica o de mercado ha sido detectada ésta debe abordarse a través de nuevos productos, procesos o servicios. Esta capacidad se fundamenta en la selección de las arquitecturas del producto y modelos de negocio. Este tipo de capacidad abarca 1) qué tecnologías y características tienen que ser

integradas al nuevo producto o servicio, 2) cómo debe ser diseñada la estructura de ingresos y costos para satisfacer las necesidades de los clientes, 3) la forma en que las nuevas tecnologías deben de ser ensambladas, 4) identificar los segmentos de mercado a los que irá dirigido el nuevo producto o servicio y 5) el mecanismo por el cuál el valor será capturado. Esta capacidad tiene que crear, ajustar, perfeccionar y si es necesario reemplazar los modelos comerciales existentes de la empresa.

Capacidad para mantener la competitividad (*transforming*). Una vez que una organización ha logrado identificar y aprovechar las oportunidades se puede alcanzar el crecimiento y la rentabilidad de esa organización. Este crecimiento conducirá al incremento de los recursos y activos de la organización, la clave para poder sostener este crecimiento está en la habilidad para recombinar y reconfigurar los bienes y estructuras organizacionales.

Como se ha podido observar, las capacidades dinámicas hacen referencia a la capacidad de las organizaciones para adaptarse ante un entorno dinámico. Para que la empresa pueda adaptarse es necesario saber que tendencias existen en los mercados para poder estar preparados para los cambios. Es en este punto en donde la prospectiva tecnológica puede ser vista como una capacidad dinámica ya que es una habilidad de la empresa para detectar un cambio de forma temprana.

Se define como ventaja competitiva al valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores, es decir, aquellas características que diferencia favorablemente la empresa de la competencia actual y potencial (Gluck, Kaufman, & Walleck, 1980; Porter, 1989; Porter & Millar, 1985). Para algunos autores (Porter & Millar, 1985) la ventaja competitiva se relaciona con la posesión de recursos, habilidades o competencias distintivas que le permite a la compañía realizar mejores actividades y más baratas que los competidores.

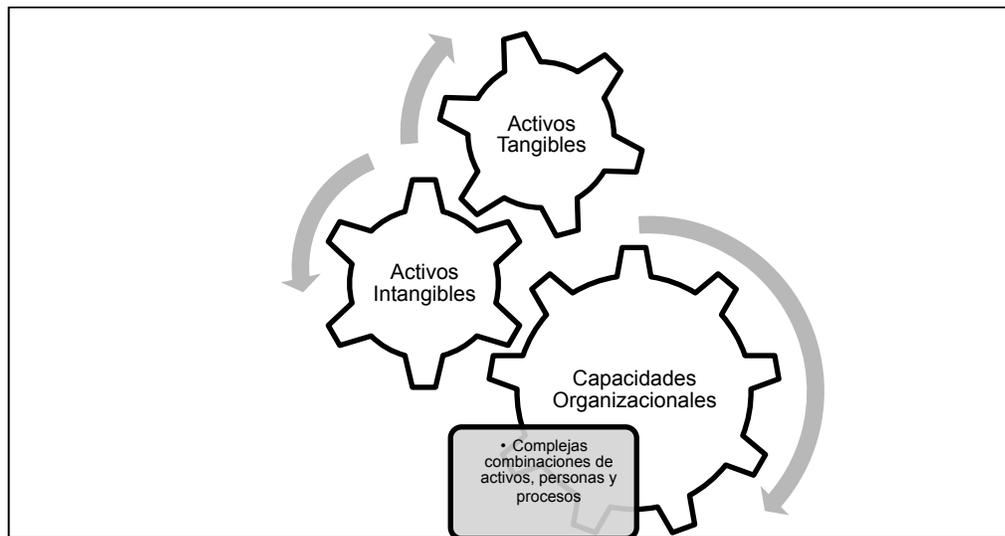
La ventaja competitiva deriva de ciertos factores propios de las empresas y por tanto son explotables y manejables sólo por éstas; actualmente existen dos enfoques: 1) basados en las actividades de la cadena de valor de una empresa (Porter, 1989) y 2) basado en recursos (Barney, 1991). La diferencia entre recursos

y actividades radica en que los recursos se asocian al concepto de *stock*, mientras que las actividades se asocian más bien al concepto de flujos. Sin embargo, cabe destacar que ambos enfoques coinciden en la búsqueda de generación de productos o servicios de una forma diferente a los competidores y para ello se debe realizar los arreglos organizacionales pertinentes que le permitan obtenerla.

Para Porter (1989) resulta clave determinar cuáles son las fuentes de ventaja competitiva, es decir, donde radican las fuentes de ventaja competitiva y cómo se sostienen en el tiempo; es en la cadena de valor donde las diferencias entre las cadenas de valor de los competidores son la fuente clave de la ventaja competitiva. Por lo tanto las empresas deben buscar configurar sus cadenas de valor de forma única cumpliendo con el requisito de crear valor. Para este enfoque el futuro es relevante. Los mercados son dinámicos y el efecto de las fuerzas puede variar tanto favorable como desfavorablemente. Por esto las empresas deben estar continuamente prediciendo los cambios que se avecinan para evaluar sus estrategias y buscar posiciones defendibles frente a estos nuevos escenarios.

Por otro lado desde el enfoque basado en los recursos, para que una empresa atractiva conserve sus utilidades superiores deben existir ciertas barreras de entrada que impidan el ingreso de otras empresas; dentro de la industria deben existir también ciertas barreras a la movilidad que impidan que todas las empresas puedan posicionarse en los segmentos más atractivos y, asimismo el desempeño superior de una organización en particular debe estar protegido por ciertos factores que dificulten a otras organizaciones a replicar dicha ventaja, es decir, los recursos generan las diferencias entre las organizaciones y por tanto son ellos los que agregan valor a un producto o servicio específico. Los recursos se dividen en (Figura 10):

Figura 10. Clasificación de los recursos de una empresa



Fuente: Elaboración propia con base en Collins, Collins, and Montgomery (1998).

Algunos autores consideran que las capacidades son aún más fundamentales que los activos tangibles e intangibles en la creación de una ventaja competitiva, por lo que hacen una distinción entre ambos conceptos. Makadok and Coff (2002) afirman que si bien los recursos (tangibles o intangibles) pueden generar ventajas competitivas (como cuando una empresa tiene información superior sobre un recurso y lo adquiere primero o simplemente tiene un mejor o más conveniente acceso a éste), son las capacidades organizacionales que se desarrollan al interior de la organización, las que producen ventajas competitivas más sostenibles ya que no pueden ser compradas ni vendidas por sí solas. Es entonces, en los recursos en donde se comienza a crear el valor. Obviamente no todos los recursos son fuentes de ventaja competitiva, es decir, no todos crean un valor superior. Los recursos que crean un valor superior son los más valiosos. Entonces las ventajas competitivas existen debido a que existen recursos valiosos que están en posesión sólo de uno o unos pocos participantes del mercado.

La presencia de incertidumbre genera una problemática sobre el valor actual y futuro de los recursos. Por lo tanto, las empresas deben evaluar sus *stocks* de recursos decidiendo si deben seguir invirtiendo en desarrollar los

actuales, si debe invertir en otros o si debe desarrollar otros que puedan ser más valorados por los clientes en el futuro.

### **2.2.1. Perspectiva de Eisenhardt y Martín.**

K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) estudian a las capacidades dinámicas desde la perspectiva basada en recursos, por lo tanto estudian a las capacidades dinámicas como una forma de crear o mantener la ventaja competitiva de una organización. Para abordar las capacidades dinámicas K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) analizan a las capacidades dinámicas al tratar de entender como la perspectiva basada en recursos falla al momento de explicar porque las organizaciones logran formar ventajas competitivas en tiempos de cambios rápidos y turbulencias. En estos mercados, donde el panorama competitivo está cambiando, las capacidades dinámicas surgen como las herramientas mediante las cuales los gerentes de las organizaciones integran construyen y reconfiguran las competencias internas y externas para abordar

Aunque algunos autores (Mosakowski & McKelvey, 1997; Priem & Butler, 2001) argumentan que las capacidades dinámicas carecen de fundamento empírico y no son mas que abstracciones vagas, K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) sostienen que esto no es así, ya que las capacidades dinámicas son los mismos recursos en las organizaciones, los procesos estratégicos y organizativos tales como el desarrollo de productos, las alianzas con instituciones de educación superior y otras empresas que originan que se adquieran o modifiquen recursos que tradicionalmente se enmarcan como mejores prácticas.

Dado que las funciones de las capacidades dinámicas pueden ser imitadas por diferentes empresas, la clave para que estas creen una ventaja competitiva radica en la configuración de las diferentes capacidades, por lo tanto las capacidades dinámicas son necesarias pero no suficientes al momento de tratar de construir una ventaja competitiva. Las capacidades dinámicas se pueden presentar de diversas formas en una organización, estas pueden ser físicas como la localización geográfica o un equipo de alta tecnología, humanas como el conocimiento de los empleados acerca de temas muy especializados (ej.

Inteligencia Artificial) u organizacionales como equipos de ventas superiores a los de la competencia, al configurar estas formas en las que las capacidades dinámicas se presentan se pueden formular estrategias para la creación de valor. Algunas otras capacidades dinámicas sirven para reconfigurar o crear recursos. Las capacidades dinámicas son los antecedentes organizacionales de las rutinas, por las cuales los gerentes cambian, almacenan, integran y recombinan sus recursos para crear estrategias que generen valor. Dado que las capacidades dinámicas crean, integran y combinan recursos K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000, p.1107) definen a estas como:

*“Los procesos que las organizaciones utilizan (específicamente los procesos de integrar, reconfigurar, crear y soltar recursos) para alcanzar o incluso crear cambios en el mercado. Por lo tanto las capacidades dinámicas son aquellas rutinas organizacionales y estratégicas por las cuales una organización logra la configuración de nuevos recursos a medida que los mercados emergen, colisionan, se dividen, evolucionan y mueren”.*

En su trabajo, K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) analizan algunas características que definen a las capacidades dinámicas de cada organización, como la idiosincrasia en donde las capacidades dinámicas de cada organización van a depender del camino histórico de cada organización, sin embargo, diferentes caminos pueden llevar a crear las mismas capacidades. Además de la idiosincrasia, las capacidades dinámicas van a depender de las dinámicas de los mercados, para este fin, K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) dividen a los mercados en dos dinámicas distintas: mercados con dinámicas moderadas y mercados con dinámicas de alta velocidad. Los mercados con dinámicas moderadas son aquellos que tienen cambios constantes pero estos cambios son predecibles y lineales, tienen estructuras industriales estables, mercados bien establecidos y jugadores claros (competidores, clientes, proveedores). En estos mercados las capacidades dinámicas dependen mayormente del conocimiento

existente, en estas situaciones, los gerentes analizan el contexto de las situaciones que se les presentan y con el conocimiento tácito que tienen pueden desarrollar procesos eficientes que son predecibles y estables. En cambio, cuando los mercados tienen una dinámica de alta velocidad, el cambio tiende a ser no lineal y menos predecible, los mercados con una dinámica de alta velocidad se caracterizan por tener mercados con límites no definidos, los modelos de negocios de aquellas organizaciones con éxito no son del todo claros y los jugadores de la industria son ambiguos y cambian constantemente. En este tipo de mercado las capacidades dinámicas suelen ser simples a diferencias de los mercados con dinámicas moderadas en donde las capacidades dinámicas pueden ser complicadas. Las rutinas simples hacen que las organizaciones se mantengan concentradas en las situaciones generales de la organización y no en los problemas específicos el uso de experiencias pasadas que puede que desvíe a la organización de su camino debido al cambio dinámico e irrepetible. Por lo normal las rutinas consisten en unas pocas reglas que especifican los límites de acción de los gerentes o indican prioridades en mercados donde los objetivos son a corto plazo. Sin embargo, aunque estas capacidades sean simples no significan que no sean estructuradas, al contrario, las capacidades dinámicas en los mercados de gran velocidad buscan dar una estructura ante los grandes cambios constantes, de esta forma, los gerentes pueden estar concentrados en la información, dar sentido a esta y estar confiados en las decisiones que tomen. Por lo tanto, en los mercados con un dinamismo acelerado conviene más utilizar las capacidades dinámicas para reconfigurar recursos más que para crearlos.

La perspectiva que aportan K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000) a las capacidades dinámicas ayuda a entender a las capacidades dinámicas de una manera más concreta y realista y no como un mero concepto teórico difícil de rastrear y localizar en la vida diaria de una organización

### **2.2.2. Perspectiva de Winter.**

De igual forma que K. M. Eisenhardt and J. Martin (2000), Winter (2003) comienza abordando las capacidades dinámicas desde la abstracción que tiene el término

para varios autores. Para poder estudiar las capacidades dinámicas Winter (2003) comienza diferenciando las capacidades dinámicas de las capacidades ordinarias. Las capacidades ordinarias o nivel cero son solo rutinas técnicas dentro de la organización que les ayudan a llevar su día a día, por ejemplo, procesos de cobro, métodos de distribución, pago de nomina etc. Mientras que las capacidades dinámicas o capacidades de primer orden son aquellas que marcan cambios profundos en la organización y afectan directamente a las capacidades nivel cero, un ejemplo de estas capacidades es el desarrollo de nuevos productos, en donde al desarrollar un producto nuevo las capacidades cero como los métodos de distribución pueden cambiar.

Por lo anterior, según Winter (2003) las capacidades dinámicas definen la tasa de cambio de las capacidades de nivel cero, mientras que las capacidades dinámicas se ocupan del cambio, las capacidades nivel cero se preocupan por las rutinas de la empresa. Sin embargo, se debe de ser cuidadoso al pensar que un cambio en la organización esta forzosamente vinculado a una capacidad dinámica, los cambio pueden ser provocados por factores externos a los que se debe enfrentar una organización, este tipo de cambios no están relacionados con las capacidades dinámicas al ser cambios atípicos y no repetitivos que se dan como resultado de los eventos impredecibles. Por o tanto en una organización van a existir dos tipos de cambios, uno que se presenta debido a un problema de una única ocasión llamado problema *ad hoc* y otro cambio cuya raíz se encuentra en las rutinas de la empresa y está ligado a las capacidades dinámicas.

Las capacidades dinámicas generalmente implican compromisos a largo plazo con recursos especializados. Cuanto más generalizado y detallado sea el patrón de la actividad involucrada, mayores serán los costos de los compromisos. La capacidad de mantener un patrón particular para el desarrollo de nuevos productos, por ejemplo, depende en cierta medida de la continuidad del personal de ingeniería involucrado; puede haber una continuidad sustancial en las instalaciones y equipos también. Por consiguiente, una capacidad dinámica es costosa de tener, de igual forma que tener cambios constantes provocados por la misma organización se puede volver una carga excesiva y difícil de mantener. Al

contrario de los cambios provocados por las capacidades dinámicas que son costosas de mantener, los cambios provocados por los problemas ad hoc tienen un costo de una única vez por lo que son menos costosos.

### **2.2.3. Perspectiva de Teece, Pisano y Shuen.**

El estudio de las capacidades dinámicas no es un área nueva dentro de la administración estratégica. La pregunta que siempre ha preocupado a los investigadores de esta área es cómo las empresas logran conseguir ventajas competitivas con la escasez de recursos. Para contestar esta pregunta, David J Teece et al. (1997) propone las capacidades dinámicas bajo un enfoque Schumpeteriano basado en la innovación, competencia, precio/calidad y la destrucción creativa. La propuesta de las capacidades dinámicas surge como respuesta a la perspectiva basada en recursos en donde se afirma que una empresa puede obtener una ventaja competitiva por medio de la acumulación de recursos, sin embargo esta perspectiva falla al momento de estudiar industrias con cambios rápidos y constantes en donde la acumulación de recursos puede llegar a ser una carga en vez de crear una ventaja competitiva.

En su estudio, David J Teece et al. (1997), desglosan el término capacidades dinámicas en dos aspectos clave. El primero es el término dinámico, que se refiere a la capacidad de la organización de renovar sus competencias, así como lograr la congruencia de la organización con el cambio en el ambiente externo, ya que las innovaciones tienen un tiempo muy corto de entrada al mercado y este tiempo es crítico debido a la alta tasa de cambio tecnológico y la naturaleza de los mercados que es difícil de predecir. El segundo término son las capacidades, que enfatizan el rol que tiene la administración estratégica para adaptar, integrar y reconfigurar apropiadamente las habilidades internas y externas de la organización, sus recursos y sus competencias para empatar los requerimientos del cambio en el ambiente de la organización. David J Teece et al. (1997, p. 510) definen a las capacidades dinámicas como:

*“ La capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas para abordar entornos que cambian rápidamente. Por lo tanto, las capacidades dinámicas reflejan la capacidad de una organización para lograr nuevas e innovadoras formas de ventaja competitiva debido a las dependencias de ruta y las posiciones de mercado”.*

La Teoría de las capacidades dinámicas evolucionan desde la propuesta de Teece en 1997, diversos autores han aportado al tema. David J. Teece (2007) retoma los estudios de otros autores para refinar su teoría de las capacidades dinámicas, para este nuevo estudio empieza mencionando dos criterios para calibrar las capacidades: aptitud técnica y aptitud evolutiva propuestos por Helfat et al. (2007) y mencionados en David J. Teece (2007). La aptitud técnica se define por la eficacia con que una capacidad realiza su función, independientemente de cuán bien la capacidad permita a una empresa ganarse la vida. La aptitud evolutiva o externa se refiere a qué tan bien la capacidad le permite a una empresa ganarse la vida. El ajuste evolutivo hace referencia al entorno de selección señalan además que tanto la aptitud técnica como la evolución varían de cero a algún valor positivo. Las capacidades dinámicas ayudan a lograr una aptitud evolutiva, en parte al ayudar a dar forma al entorno. El elemento de las capacidades dinámicas que implica dar forma (y no solo adaptarse) al entorno es de naturaleza empresarial. Podría decirse que la aptitud empresarial debería tener la misma posición que la aptitud evolutiva.

En un trabajo anterior David J Teece et al. (1997) observaron que simplemente esbozaron un esquema para un enfoque de capacidades dinámicas. Para su trabajo posterior, David J. Teece (2007) identifica la naturaleza de varias clases de capacidades dinámicas, y trata de separar los fundamentos de las capacidades dinámicas de la capacidad misma. Dicho de otra manera, se hacen distinciones importantes entre los procesos, procedimientos, sistemas y estructuras organizacionales y gerenciales que sustentan cada clase de capacidad y la capacidad misma. Cabe señalar que la identificación de los microfundamentos de capacidades dinámicas debe ser necesariamente incompleta, incipiente y algo

opaca y / o su implementación debe ser bastante difícil. De lo contrario, la ventaja competitiva sostenible se erosionaría con la comunicación efectiva y la aplicación de conceptos de capacidad dinámica. Para poder explicar los microfundamentos David J. Teece (2007) disgrega las capacidades dinámicas en tres categorías: 1) Sensar y de detectar y aprovechar las oportunidades y amenazas de forma, 2) Aprovechar las oportunidades y 3) Mantener la competitividad mejorando, combinando, protegiendo y, cuando sea necesario, reconfigurar los activos intangibles y tangibles de la empresa comercial; también, define los microfundamentos de cada una de ellas.

#### **2.2.3.1. Sensar.**

En entornos acelerados y competitivos a nivel mundial, las necesidades de los consumidores, las oportunidades tecnológicas y la actividad de la competencia están en constante cambio. Se abren oportunidades tanto para los recién llegados como para las organizaciones ya establecidas en la industria, poniendo en riesgo los flujos de ganancias de las empresas existentes. Algunas trayectorias emergentes del mercado son fácilmente reconocibles, sin embargo, la mayoría de las trayectorias emergentes son difíciles de discernir. Percibir (y dar forma) nuevas oportunidades es en gran medida una actividad de exploración, creación, aprendizaje e interpretación. La inversión en investigación y actividades relacionadas suele ser un complemento necesario para esta actividad (David J. Teece, 2007).

Las organizaciones pueden detectar oportunidades debido a dos factores, primero, los empresarios pueden tener acceso diferencial a la información existente. En segundo lugar, la nueva información y el nuevo conocimiento (exógeno o endógeno) pueden crear oportunidades. Kirzner (1973) señaló cómo la función empresarial reconoce cualquier desequilibrio y lo aprovecha. La visión kirzneriana es que el emprendimiento es el mecanismo por el cual la economía retrocede hacia el equilibrio. Schumpeter, por otro lado, hizo hincapié en alterar el equilibrio. El trabajo del empresario de Schumpeter es destruir todos los

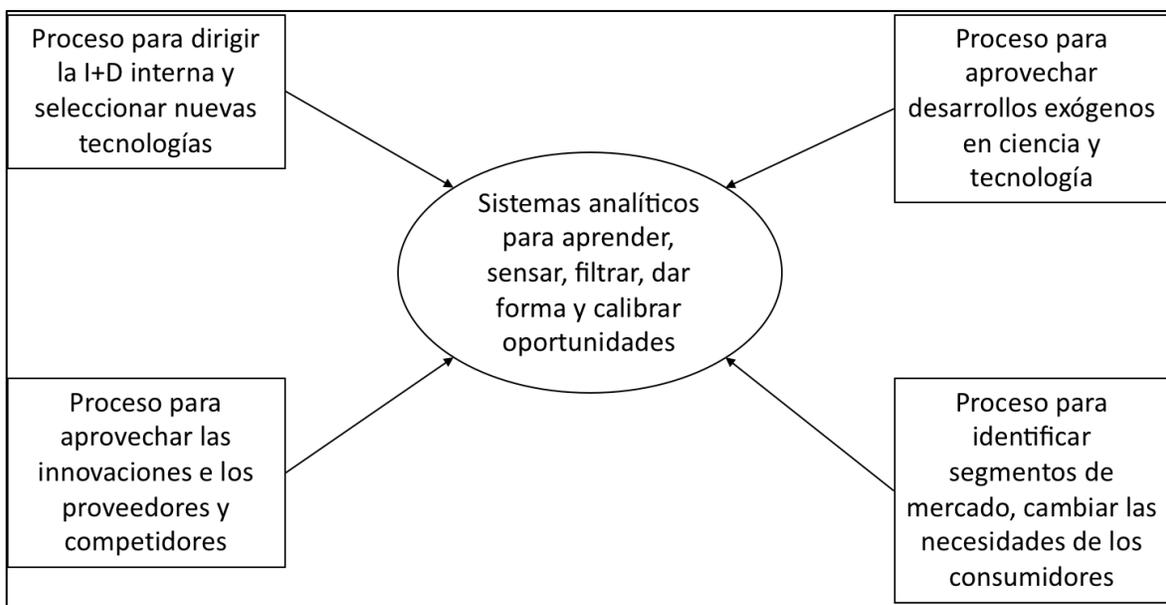
equilibrios, mientras que Kirzner trabaja para restaurarlos. Este es el mecanismo que subyace a la continua evolución y revolución industrial.

Para identificar y dar forma a las oportunidades, las empresas deben escanear, buscar y explorar constantemente a través de tecnologías y mercados, tanto locales como foráneos. Esta actividad no solo implica la inversión en actividades de investigación, el sondeo de las necesidades del cliente y las posibilidades tecnológicas; también implica comprender la demanda latente, la evolución estructural de las industrias y los mercados, y las respuestas probables de proveedores y competidores. En la medida en que las empresas comerciales pueden abrir oportunidades tecnológicas mientras aprenden simultáneamente sobre las necesidades de los clientes, tienen un amplio menú de oportunidades de comercialización. Superar un horizonte de búsqueda estrecho es extremadamente difícil y costoso para los equipos de gestión vinculados a las competencias establecidas de resolución de problemas.

Si bien ciertos individuos en la empresa pueden tener las habilidades cognitivas y creativas necesarias, el enfoque más deseable es incorporar procesos de escaneo, interpretación y creatividad dentro de la empresa misma. La empresa será vulnerable si las funciones sensoriales, creativas y de aprendizaje se dejan a los rasgos cognitivos de unos pocos individuos. Se pueden implementar procesos organizacionales dentro de la empresa para obtener nueva información técnica, aprovechar los desarrollos en ciencia exógena, monitorear las necesidades de los clientes y la actividad de la competencia, y dar forma a nuevos productos y oportunidades de procesos. La información debe ser filtrada, y debe fluir a aquellos capaces de darle sentido. La discusión interna y la discusión sobre el mercado cambiante y la realidad tecnológica pueden ser tanto inductivas como deductivas. El desarrollo de hipótesis, las pruebas de hipótesis y la síntesis sobre el significado de la información obtenida mediante la búsqueda son funciones críticas y deben ser realizadas por el equipo de alta dirección (David J. Teece, 2007).

Los microfundamentos en los que se basa la capacidad de sentir se encuentra principalmente en la información de la organización, ya sea individual o colectiva, estos microfundamentos se pueden resumir en la Figura 11.

Figura 11. Elementos de ecosistema para sentir el mercado y las oportunidades tecnológicas



Fuente: David J. Teece (2007)

Las actividades de búsqueda que son relevantes para sentir incluyen información sobre lo que está sucediendo en el ecosistema empresarial. Con respecto a las tecnologías, la actividad de I + D puede considerarse como una forma de búsqueda de nuevos productos y procesos. Sin embargo, la I + D suele ser una manifestación de búsqueda local. La búsqueda local es solo un componente de la búsqueda relevante. En entornos de ritmo rápido, con un gran porcentaje de nuevas introducciones de productos provenientes de fuentes externas, la actividad de búsqueda / exploración no debe ser solo local. Las empresas deben buscar tanto en el núcleo como en la periferia de su ecosistema empresarial. La búsqueda debe abarcar a posibles colaboradores que están activos en actividades innovadoras (David J. Teece, 2007).

De acuerdo a David J. Teece (2007), para poder sentir oportunidades las organizaciones también pueden utilizar la innovación abierta, este concepto

subraya la importancia de la búsqueda externa y la posterior integración que involucra a clientes, proveedores y complementadores. Establecer vínculos entre corporaciones y universidades ayuda a la búsqueda. Sin embargo, no se trata solo de buscar invenciones / innovaciones externas que representen nuevas posibilidades. Con frecuencia se trata de combinar innovaciones complementarias para crear una solución a un problema del cliente. La naturaleza sistémica de muchas innovaciones agrava la necesidad de búsqueda externa.

En resumen, la capacidad de sensor se puede sintetizar en los siguientes microfundamentos:

1. Detectar desequilibrios y/o oportunidades en el mercado por la aparición de nuevas tecnologías.
2. Desarrollar nuevos productos o servicios gracias al desarrollo interno de tecnologías.
3. Tener la habilidad para detectar y aprovechar tecnologías creadas por fuentes externas a la organización.
4. Generar conocimiento tanto individual como colectivo dentro de la organización.

#### **2.2.3.2. Apropiar.**

Una vez que se percibe una nueva oportunidad (tecnológica o de mercado), debe traducirse por medio de nuevos productos, procesos o servicios. Esto casi siempre requiere inversiones en actividades de desarrollo y comercialización. Son posibles vías de inversión múltiples (competidoras), al menos desde el principio. El ejemplo por excelencia es la industria automotriz, donde en los primeros días diferentes tecnologías de motores (vapor, electricidad y gasolina) tenían sus campeones. Una vez que comienza a surgir un diseño dominante, las opciones estratégicas se vuelven mucho más limitadas (David J. Teece, 2007).

Aprovechar las oportunidades implica mantener y mejorar las competencias tecnológicas y los activos complementarios y luego, cuando la oportunidad está madura, invertir fuertemente en las tecnologías y diseños particulares con mayor probabilidad de lograr la aceptación del mercado. Cuando las externalidades de la

red están presentes, la entrada temprana y el compromiso son necesarios. La presencia de rendimientos crecientes significa que si una organización se adelanta, tiende a mantenerse por delante. Avanzar puede requerir importantes inversiones iniciales. Los clientes no querrán los productos de una empresa la base instalada de usuarios es relativamente pequeña. En consecuencia, las organizaciones necesitan elaborar estrategias en torno a las decisiones de inversión, obtener el momento adecuado, aprovechar las ventajas de los rendimientos crecientes y aprovechar los productos y servicios de una aplicación a otra.

Sin embargo, el problema que enfrenta la empresa no es solo cuándo, dónde y cuánto invertir. La empresa también debe seleccionar o crear un modelo comercial particular que defina su estrategia de comercialización y sus prioridades de inversión. De hecho de acuerdo a Richard R. Nelson (2002), existe una evidencia considerable de que el éxito empresarial depende tanto de la innovación organizacional, por ejemplo, el diseño de modelos comerciales, como de la selección de tecnología física. Esto es cierto tanto a nivel empresarial como a nivel de toda la economía.

En teoría, las transacciones de pueden dar entre entidades que exploran y / o desarrollan oportunidades, y aquellas que se esfuerzan por ejecutarlas. En realidad, las dos funciones no se pueden separar tan fácilmente, y las actividades deben integrarse dentro de una sola empresa, donde las nuevas ideas sobre los mercados, particularmente aquellas que desafían la sabiduría convencional, probablemente encontrarán respuestas negativas. Los promotores (visionarios) de alguna manera deben derrotar a los detractores, transformar las opiniones internas y facilitar la inversión necesaria. Para esto es necesario cierto nivel de consenso gerencial para permitir que se tomen decisiones de inversión. La inversión probablemente implicará comprometer recursos financieros detrás de una conjetura informada sobre el futuro tecnológico y del mercado. Sin embargo, los gerentes de líneas de productos establecidas en grandes organizaciones a veces pueden tener suficiente autoridad para tomar decisiones para privar al nuevo negocio de capital financiero (David J. Teece, 2007).

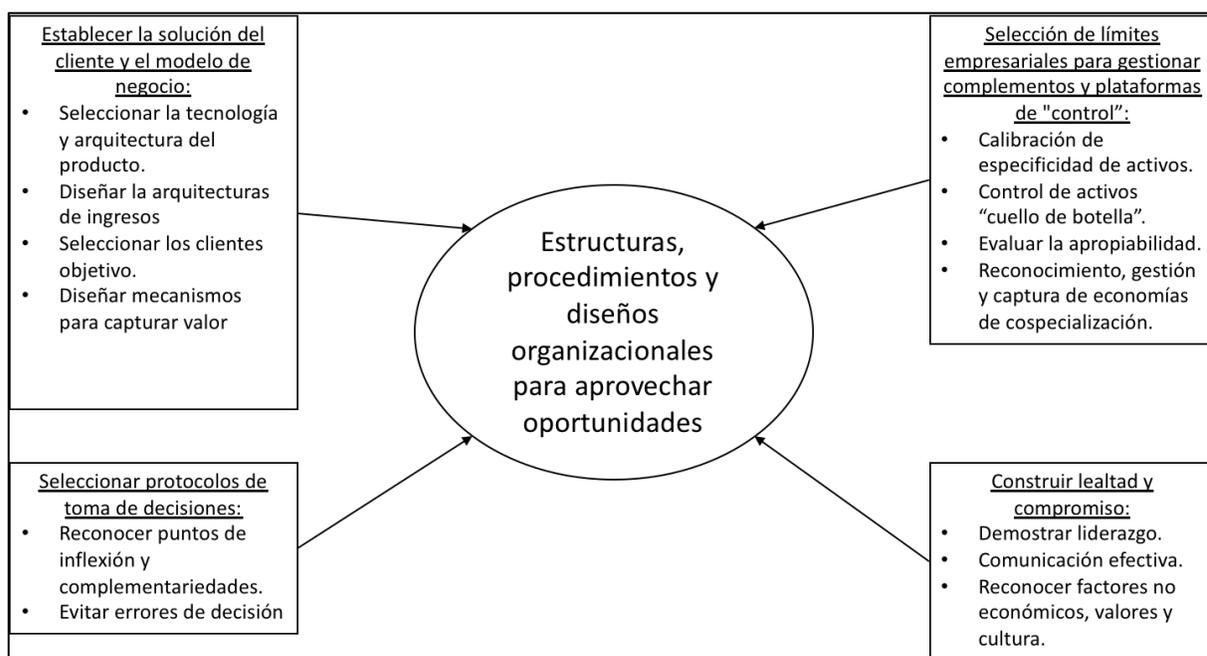
De acuerdo a David J. Teece (2007) es útil comenzar por reconocer que los procesos de toma de decisiones en las empresas organizadas jerárquicamente involucran características burocráticas que son útiles para muchos propósitos, pero que, sin embargo, pueden opacar las tendencias de innovación. Las estructuras de toma de decisiones formales casi siempre tienden al equilibrio y al compromiso, pero la innovación a menudo es frenada por tales estructuras, ya que lo nuevo y lo radical casi siempre parecerán amenazadores para algunos miembros de la organización acostumbrados a estructuras rígidas. Los líderes con un fuerte compromiso con la innovación pueden superar con frecuencia tales tendencias, pero tales líderes no siempre están presentes. Por lo anterior, no es poco probable que una empresa detecte una oportunidad de negocio pero no invierta, en particular, las empresas establecidas tienden a evitar la innovación radical que destruye la competencia en favor de mejoras más incrementales que mejoren la competencia. La existencia de una capa tras otra de procedimientos estándar, capacidades establecidas, activos complementarios y/o rutinas administrativas puede aumentar los sesgos en la toma de decisiones contra la innovación. Las empresas establecidas, que dependen de rutinas, activos y estrategias (dependientes de la ruta) desarrolladas para hacer frente a las tecnologías existentes, tienen la desventaja de hacer y/o adoptar innovaciones radicales, destructoras de competencias y no acumulativas.

La función de un modelo de negocio es articular la propuesta de valor, seleccionar las tecnologías y características apropiadas, identificar segmentos de mercado específicos, definir la estructura de la cadena de valor y estimar la estructura de costos y el potencial de ganancias (Chesbrough, 2010). Es decir, un modelo de negocio es un plan para la arquitectura organizativa y financiera de una empresa, este modelo hace suposiciones sobre el comportamiento de los ingresos y los costos, y el comportamiento probable del cliente y de la competencia, describe los contornos de la solución requerida para obtener una ganancia, si está disponible para obtenerla, una vez adoptada, define la forma en que la empresa sale al mercado. El éxito requiere que los modelos de negocios se diseñen con astucia, de lo contrario, la innovación tecnológica no dará como resultado el éxito

comercial. En general, hay una gran cantidad de modelos de negocios que se pueden diseñar y emplear, pero algunos se adaptarán mejor al ecosistema que otros, seleccionar, ajustar y/o mejorar el modelo de negocio es un arte complejo (David J. Teece, 2007)

Los microfundamentos en los que se basa la capacidad de aprovechar oportunidades se pueden resumir en la Figura 12.

Figura 12. Elementos para aprovechar oportunidades



Fuente: David J. Teece (2007)

En resumen, la capacidad de aprovechar se puede sintetizar en los siguientes microfundamentos:

- Analizar diferentes alternativas.
- Tener un entendimiento profundo de las necesidades del cliente.
- Analizar a fondo la cadena de valor para comprender cómo entregar lo que el cliente quiere de manera rentable y oportuna,
- Adoptar una perspectiva de neutralidad o eficiencia relativa para las decisiones de subcontratación.

### **2.2.3.3. Transformar.**

La identificación y calibración exitosas de oportunidades tecnológicas y de mercado, la selección a conciencia de tecnologías y atributos de productos, el diseño de modelos de negocio y el compromiso de los recursos (financieros) con las oportunidades de inversión pueden conducir al crecimiento empresarial y la rentabilidad, estas actividades son parte de la capacidad de reconfiguración. Una clave para un crecimiento rentable sostenido es la capacidad de recombinar y reconfigurar los activos y las estructuras organizativas a medida que la empresa crece, y a medida que cambian los mercados y las tecnologías, como seguramente lo harán. La reconfiguración es necesaria para mantener la aptitud evolutiva y, si es necesario, para tratar de escapar de las dependencias de ruta desfavorables. Es decir, el éxito generará cierto nivel de rutina, ya que esto es necesario para la eficiencia operativa, las rutinas ayudan a mantener la continuidad hasta que haya un cambio en el medio ambiente, cambiar las rutinas es costoso, por lo que el cambio no será (y no debe ser) aceptado instantáneamente. La desviación de las rutinas conducirá a una mayor ansiedad dentro de la organización, a menos que la cultura esté diseñada para aceptar altos niveles de cambio interno. Si la innovación es incremental, las rutinas y estructuras probablemente se puedan adaptar gradualmente o en pasos. Cuando es radical, posiblemente porque está basado en la ciencia, entonces habrá un mandato para renovar completamente la organización y crear una estructura completamente nueva dentro de la cual se establece un conjunto completamente diferente de estructuras y procedimientos (David J. Teece, 2007).

Los enfoques administrativos tradicionales respaldan jerarquías sólidas con al menos tres niveles de gestión: superior, medio e inferior. El control se ejerce en la parte superior y cae en cascada a través de múltiples niveles. Los empleados tienden a responder a la gerencia y no con el cliente. La existencia de células independientes dentro de la organización puede conducir a límites internos que se interponen en el camino de proporcionar soluciones integradas que beneficien a los clientes. Con estructuras centralizadas, las decisiones estratégicas tomadas en la parte superior tienden a aislarse de la realidad del mercado. La atención al

cliente se relega a los empleados que están más abajo en la organización. En resumen, los sistemas y las reglas necesarias para gestionar muchas capas de la organización tienden a crear rigideces estructurales que a su vez perjudican la capacidad de respuesta tecnológica y del cliente. Para mantener las capacidades dinámicas, se debe favorecer la descentralización porque acerca a la alta gerencia a las nuevas tecnologías, al cliente y al mercado (David J. Teece, 2007).

La reconfiguración también incluye el rediseño del modelo de negocio, así como así como actividades de reasignación de activos y la modernización de las rutinas. La reasignación puede implicar la transferencia de activos no negociables a otra ubicación organizacional o geográfica, puede implicar o no fusiones, adquisiciones y desinversiones. La redistribución de capacidades adopta una de dos formas: el intercambio de capacidades entre lo antiguo y lo nuevo, y la transferencia geográfica de capacidad de un mercado a otro (Capron, Dussauge, & Mitchell, 1998).

Cada sistema comprende subsistemas que son, en cierta medida, interdependientes e independientes. Sin embargo, como se discutió anteriormente, es poco probable que las empresas respondan continuamente a los clientes y las nuevas tecnologías sin un alto grado de descentralización. Con la toma de decisiones descentralizada, diferentes gerentes observan diferente información y controlan diferentes decisiones, pero no es necesario comunicarse con una sola persona a nivel central y, por lo tanto, no se requiere un resumen integral de información. Se debe buscar la descentralización a medida que las empresas se expanden, de lo contrario, la flexibilidad y la capacidad de respuesta se erosionarán (David J. Teece, 2007).

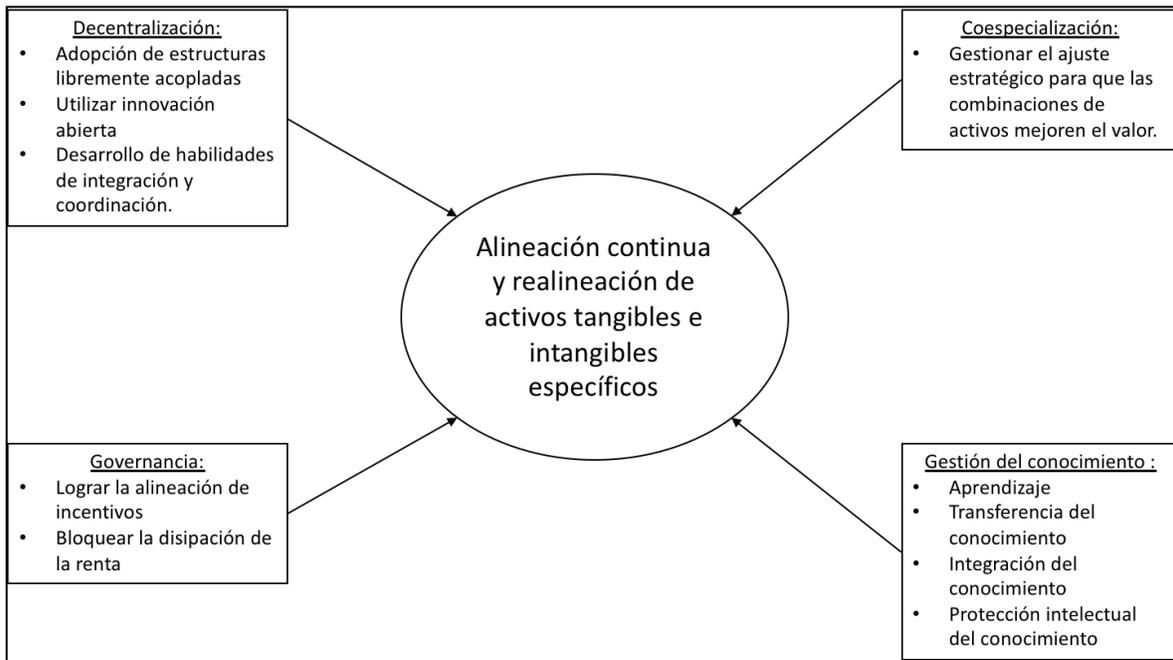
El campo de la gestión estratégica y el marco de capacidades dinámicas reconoce que el ajuste estratégico debe lograrse continuamente. Sin embargo, a menos que el concepto esté operativo, tiene una utilidad limitada. La dimensión clave de ajuste enfatizada en el marco de capacidades dinámicas es la de co-especialización. Los activos co-especializados son una clase particular de activos complementarios donde el valor de un activo es una función de su uso junto con otros activos particulares. Con la co-especialización, el uso conjunto mejora el

valor, la co-especialización resulta en mercados delgados; es decir, los activos en cuestión son idiosincrásicos y no se pueden comprar y vender fácilmente en un mercado. La captura de beneficios de co-especialización puede requerir operaciones integradas. La especialización permite ofertas de productos diferenciadas o ahorros de costos únicos. El entorno de mercado delgado heredado que rodea a activos específicos significa que los competidores no pueden ensamblar rápidamente los mismos activos mediante adquisición y, por lo tanto, no pueden ofrecer los mismos productos y/o servicios a precios competitivos (David J. Teece, 2007).

Dado que los activos intangibles son críticos para el éxito de la empresa, las estructuras de gobierno e incentivos diseñadas para permitir el aprendizaje y la generación de nuevos conocimientos se vuelven importantes. La integración de los conocimientos técnicos tanto externos como internos de la empresa es especialmente importante para el éxito cuando los sistemas y las redes están presentes. Es probable que un buen diseño de incentivos y la creación de procedimientos de aprendizaje, intercambio de conocimientos e integración de conocimientos sean críticos para el desempeño del negocio y una base (micro) clave de capacidades dinámicas (David J. Teece, 2007).

Los microfundamentos en los que se basa la capacidad de transformar se pueden resumir en la Figura 13.

Figura 13. Elementos de la transformación



Fuente: David J. Teece (2007)

En resumen, la capacidad de transformar se puede sintetizar en los siguientes microfundamentos:

- Descentralizar la toma de decisiones.
- Promover la participación y el cambio a través de recompensas.
- Protección del conocimiento creado.
- Generación de conocimiento continuo.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Objetivos.**

#### **3.1.1. General.**

Establecer de qué manera las IES desarrollan la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades dinámicas, que les permitan responder de manera efectiva al cambio tecnológico.

#### **3.1.2. Específicos.**

- Analizar la prospectiva tecnológica dentro de las IES.
- Identificar las capacidades dinámicas que intervienen dentro de los procesos de prospectiva tecnológica en las IES.
- Determinar los niveles de madurez de la prospectiva tecnológica dentro de las IES.
- Analizar como las capacidades dinámicas determinan el grado de madurez de la prospectiva tecnológica dentro de las IES.

### **3.2. Pregunta de investigación.**

#### **3.2.1. Principal.**

¿Cómo llevan a cabo la Prospectiva Tecnológica las IES actualmente?

#### **3.2.2. Secundarias.**

- ¿Qué nivel de madurez tienen los procesos de prospectiva tecnológica de las IES?
- ¿Qué capacidades dinámicas intervienen en los procesos de prospectiva tecnológica de las IES de acuerdo al nivel de maduración?
- ¿Qué grado se requieren tener las capacidades dinámicas para determinar el nivel de madurez de la prospectiva tecnológica?

### **3.3. Premisa.**

Bajos los nuevos esquemas de las IES, actualmente en la actividad de generación de conocimiento, la financiación o asistencia por parte de actores

externos a las IES en proyectos de investigación es fundamental. Normalmente, este apoyo se realiza por medio de esquemas de investigación bajo contrato o alianzas estratégicas que conducen al apoyo a largo plazo de ciertas líneas de investigación, sin embargo para que esta financiación se de, las IES deben de empatar sus objetivos de generación de conocimiento con los demás actores del SNI (Molas-Gallart & Castro-Martínez, 2007). Para poder empatar estos objetivos se necesita que las IES tengan sistemas de prospectiva tecnológica que les permitan anticiparse a los cambios tecnológicos del entorno (Liu & White, 2001).

Por otra parte, como ya se mencionó anteriormente, de acuerdo a David J Teece et al. (1997) las capacidades dinámicas ayudan a las organizaciones a poder adaptarse en ambientes con una gran velocidad de cambio. De esta forma, las capacidades dinámicas reflejan así la capacidad de una organización para lograr formas nuevas e innovadoras de ventajas competitivas. Cuando existen cambios discontinuos como resultado de la generación de nuevo conocimiento, como es el caso de las IES estudiadas en esta investigación, las organizaciones se enfrentan al desafío de ejercer sus capacidades dinámicas para cambiar y adquirir nuevos recursos que mejoren su capacidad de competir. Además, las capacidades dinámicas permitirán a las organizaciones reemplazar las capacidades que se han vuelto invaluable con el tiempo. Por lo tanto, los sistemas de prospectiva tecnológica pueden considerarse como una capacidad dinámica que permite a una organización detectar la necesidad de renovar su cartera de recursos anticipándose a los cambios que presentan las nuevas dinámicas tecnológicas.

### **3.4. Campo de Estudio.**

El campo de estudio de la presente investigación está compuesto por 4 IES establecidas en los estados de Querétaro, Hidalgo y Puebla: Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), el Instituto Tecnológico de Pachuca (ITP) y el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla (ITSZ). Como este no es un estudio cuantitativo sino mas bien cualitativo no se aplicó una técnica estadística de muestreo, pues este es un

estudio de caso. Las características buscadas en las IES son que realicen investigación en las áreas que componen a la industria 4.0, contar con licenciaturas y posgrados afines a estas áreas y que hayan participado en proyectos financiados por empresas privadas, organizaciones públicas o ambas. Para asegurar que se cumpliera este último punto, se busco IES que participaron en el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), este programa busca promover la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación a través del otorgamiento de estímulos económicos a empresas que desarrollen este tipo de actividades en vinculación con IES (CONACYT, 2019).

### **3.5. Metodología.**

La presente investigación tiene una metodología deductiva, esta metodología inicia con elementos teóricos en la investigación científica, mismos que se anteponen y a su vez guían la observación (Álvarez-Gayou, 2003). Para trabajar con esta metodología, la presente investigación parte de conceptos que no son consecuencia de la experiencia del investigador, sino postulados teóricos anteriores que tratan de explicar la realidad, los cuales se toman como punto de partida. Los postulados teóricos utilizados como punto de partida, se confrontan con la realidad con diferentes instrumentos, para el caso particular de esta investigación se utiliza el cuestionario.

Esta metodología pide que el investigador someta a examen los supuestos teóricos de la forma mas rigurosa posible y no buscar forzosamente en los casos en los que se cumplen estos supuestos. Es importante señalar que en las investigaciones deductivas se pueden desarrollar estudios no solo cuantitativos sino también cualitativos como el caso de la presente investigación. No obstante que esta metodología se asocia principalmente con investigaciones cuantitativas de corte hipotético-deductivo, los estudios cualitativos también se pueden generar desde este marco metodológico cuando se parte desde teorías que se confrontan con la realidad, para el caso particular de la presente investigación se aborda la teoría de las capacidades de innovación en las IES, dentro del contexto de la prospectiva tecnológica.

### **3.5.1. Método.**

En la presente investigación se utiliza un estudio de caso para desarrollar una inferencia analítica y no estadística del universo de estudio. Es un estudio cualitativo con sentido exploratorio con fines descriptivos y prescriptivos, por lo que se toma como base la interpretación de los datos obtenidos para poder analizar y descubrir lo que se pueda aprender sobre el área de estudio que compete a la investigación (Marshall & Rossman, 2010). Este diseño permitirte indagar acerca de las capacidades de innovación con las que cuentan las IES dentro del cambio tecnológico que marca la cuarta revolución industrial; además nos permitirá conocer si los modelos de gestión de la innovación que utilizan son los adecuados para afrontar el cambio tecnológico.

### **3.5.2. Recopilación de datos.**

Para el diseño, desarrollo, aplicación y análisis de la encuesta se utiliza el marco de referencia de Buendía Eisman, Colás Bravo, and Hernández Pina (1998) quienes plantean tres fases para el desarrollo de una encuesta: 1) Formación teórica en el área de estudio; 2) Planificación de la encuesta y 3) Elaboración de instrumento para recoger los datos. La primera etapa es teórica; el investigador se forma en el área de estudio y, a partir de ahí, delimitar su problema y establecer los objetivos y las variables a estudiar. La segunda etapa es metodológica; en ella se establecen a partir de las variables las dimensiones y los indicadores de éstas, así como el tipo y tamaño de la muestra. La tercera etapa se denomina estadístico/conceptual; aquí se traducen las variables a preguntas concretas sobre la realidad social agrupadas en sus respectivas dimensiones para elaborar un instrumento que, una vez validado, se mejora para tener la versión final de la encuesta, se hace la codificación y sistematización y, una vez aplicada, se realiza el análisis e interpretación de la información para poder emitir las conclusiones de la investigación. A continuación, se presentan las etapas para la elaboración de la encuesta utilizada en la presente investigación.

### **3.5.3. Formación teórica en el área de estudio.**

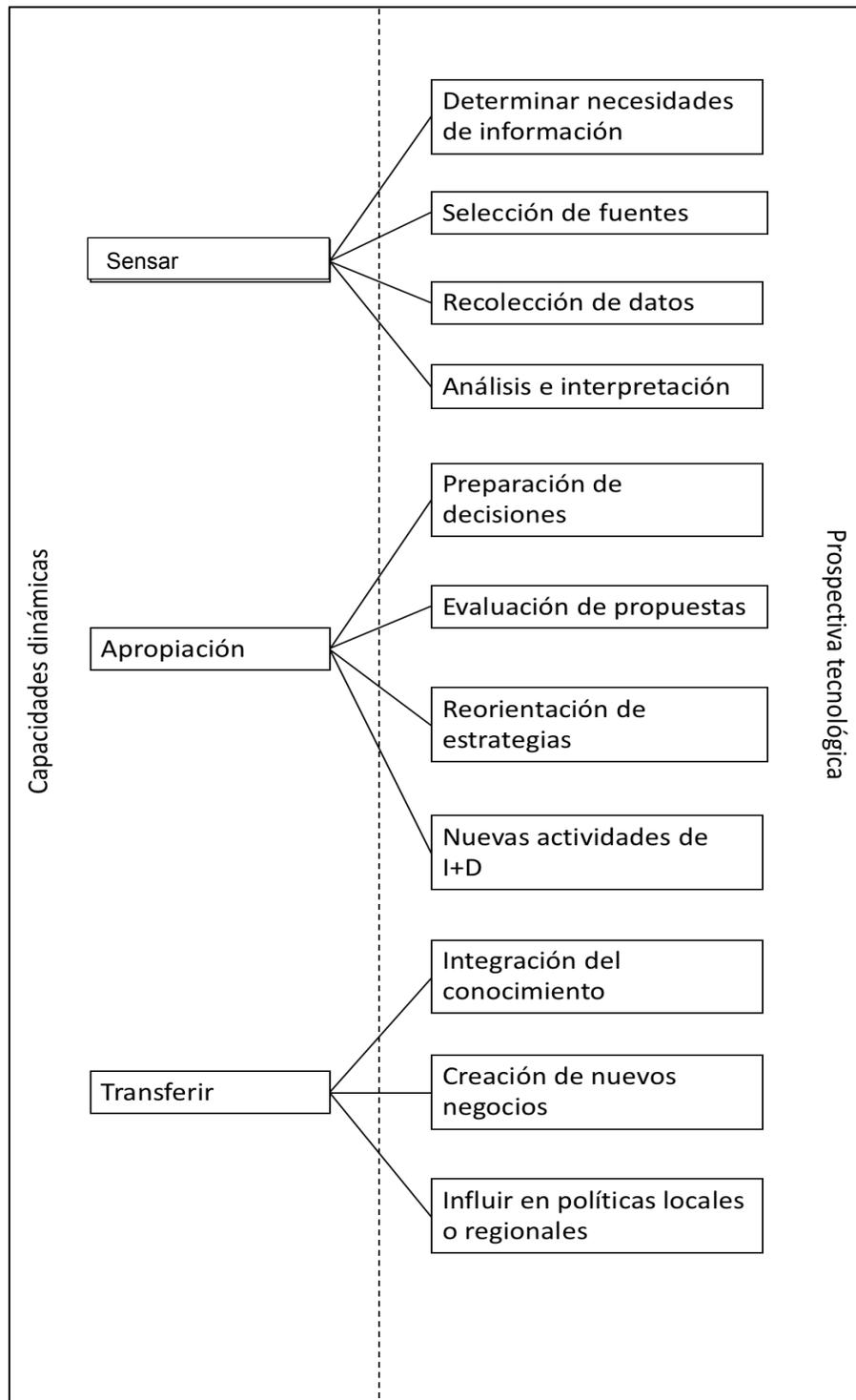
En esta etapa, se estructura y desarrolla el marco teórico referencial a partir de las categorías: prospectiva tecnológica y capacidades dinámicas. De estas dos categorías surge el objetivo general de la presente investigación que consiste en determinar de qué manera las IES desarrollan la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades dinámicas que les permita hacer frente a los cambios de la cuarta revolución.

#### **3.5.4. Planificación de la encuesta.**

El presente trabajo investiga acerca de la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de la capacidad dinámica en 4 Instituciones de Educación Superior; la variable de capacidad dinámica se desprende del concepto acuñado por David J. Teece (2007). Esto se traduce en cuestionar a los entrevistados acerca de sus procesos de prospectiva tecnológica y traducirlas a las capacidades dinámicas de pensar, apropiarse y transformar.

Respecto a la prospectiva tecnológica, se utilizan el modelo de maduración propuesto por Rohrbeck and Kum (2018), que se divide en: necesidades de información, selección de fuentes, recolección de datos, análisis e interpretación de datos, preparación de decisiones, evaluación de propuestas, reorientación de estrategias, desencadenamiento de nuevas actividades de I+D, integración de conocimientos, creación de nuevos negocios e influencia en la políticas. En la Figura 14 se muestra un diagrama con las variables y micro fundamentos a valorar en cada una.

Figura 14. Variables y microfundamentos de la caracterización de la prospectiva tecnológica como una capacidad dinámica



Fuente: Elaboración propia.

A partir de estas variables y microfundamentos se desarrolló un instrumento que se divide en dos áreas teóricas, la primer área sirve para identificar el nivel de madurez de la prospectiva tecnológica dentro de las IES; la segunda área indaga sobre los procesos de prospectiva tecnológica vinculados a las capacidades dinámicas, de esta manera se va a poder determinar en que grado deben de desarrollarse las capacidades dinámicas de las instituciones, para alcanzar un determinado nivel de maduración de la prospectiva tecnológica.

### **3.5.5. Elaboración del instrumento.**

Partiendo del análisis de las variables, se identifican las necesidades de información y métricas que requiere cada una de las variables, así como los elementos clave para establecer los requerimientos de información y los parámetros a medir. La encuesta se divide en tres partes, la primera para recabar información sociodemográfica, la segunda para determinar el nivel de madurez de la prospectiva tecnológica dentro de las IES y la tercera para indagar acerca de los procesos de prospectiva tecnológica de las instituciones ligados a las capacidades dinámicas, esta tercera parte a su vez se divide en tres secciones de acuerdo a cada uno de los microfundamentos de las capacidades dinámicas.

El instrumento desarrollado pretende indagar acerca de los procesos reales de prospectiva tecnológicas de las instituciones estudiadas para posteriormente confrontar esta información con los referentes teóricos estudiados en la sección de marco teórico, con la intención saber como estas instituciones gestionan sus procesos de prospectiva tecnológica. El cuestionario realizado consta de 67 preguntas repartidas de la siguiente manera:

- 8 preguntas sobre la información sociodemográfica de las instituciones
- 46 preguntas sobre el nivel de madurez de la prospectiva tecnológica
- 10 preguntas sobre prospectiva tecnológica relacionadas con la capacidad dinámica de sensar.
- 10 preguntas sobre prospectiva tecnológica relacionadas con la capacidad dinámica de apropiación.

- 10 preguntas sobre prospectiva tecnológica relacionadas con la capacidad dinámica de transferir.

### **3.6. Marco conceptual.**

La presente investigación parte del modelo propuesto por Rohrbeck and Kum (2018) para medir el nivel de madurez de la prospectiva dentro de las IES. Posteriormente se toma la teoría de las capacidades dinámicas de David J Teece et al. (1997), en donde define a las capacidades dinámicas como una serie de competencias que permite a las empresas adaptarse a los cambios propuestos por los entornos dinámicos, por medio de la innovación. David J. Teece (2007) retoma su investigación para explicar los microfundamentos en los cuales se basan las capacidades dinámicas. Tomando como base la teoría de Teece, se estudia a la prospectiva tecnológica como una capacidad dinámica que permite a las organizaciones crear ventajas competitivas; para estudiar a la prospectiva como una capacidad se toman las teorías de Reger (2001) y Rohrbeck (2010).

Es importante mencionar que las teorías mencionadas de Reger (2001) y Rohrbeck (2010) se han enfocado en estudiar los procesos prospectiva tecnológica dentro de las empresas y como estos procesos crean ventajas competitivas como la innovación en entornos dinámicos. Ya que en la presente investigación se estudian a las IES, fue necesario operacionalizar las variables de prospectiva tecnológica para poder estudiarlas dentro del entorno de estas instituciones.

### **3.7. Validez y Confiabilidad.**

#### **3.7.1. Validez.**

En términos generales, la validez se refiere a validar si en realidad se está midiendo lo que el investigador se propuso a medir. En un sentido amplio, se puede afirmar que una investigación tiene validez si los resultados obtenidos pueden reflejar una imagen clara, completa y representativa de la situación analizada (Miguélez, 2006). De acuerdo a Tetnowski (2015) la validez de un estudio cualitativo no se da al momento de poder generalizar los resultados, ya

que el objetivo del investigador no es captar la realidad que existe, sino recoger la realidad que percibe cada uno de los participantes del estudio. Para este fin, el investigador debe tener en cuenta tres aspectos importantes: 1) Cambios en el ambiente, que se refiere a cuando puede existir un cambio profundo al momento de estar realizando el estudio, este cambio puede afectar la percepción de los participantes, por lo que se debe estar atento a cualquier cambio dentro del ambiente de los participantes. 2) El estatus del investigador, donde la situación del investigador dentro del grupo puede modificar la percepción de las situaciones estudiadas, ya que las situaciones interactivas pueden generar nuevas realidades o cambiar las ya existentes. 3) La credibilidad, la información puede cambiar mucho entre los diferentes participantes, ya que cada participante puede mentir, omitir datos o tener una visión distorsionada de la realidad, por esto es necesario contrastar la información de cada participante con la de otros.

Para garantizar la validez del presente estudio, se toman en cuenta los aspectos mencionados por Tetnowski (2015). Para hacer frente a los cambios en el ambiente, se monitoreo constantemente el ambiente para determinar si existía algún cambio importante en las instituciones estudiadas que pudiera afectar los resultados del estudio, además la información se recogió en diferentes momentos de tiempo para cotejarla entre los diferentes momentos del proceso. Con respecto al estatus del investigador, la función que se tuvo como investigador fue meramente de observador, con esto se consiguió que las percepciones del investigador no se vieran afectadas por las interacciones con los participantes. Para garantizar la credibilidad de la información, los datos fueron recabados de diferentes participantes en diferentes instituciones, se recabo información de 5 participantes de cada institución en cuatro instituciones diferentes, en total se realizaron 20 encuestas. Estos datos fueron comparados entre sí y con la observación del investigador, en donde se partió de premisas claras para poderlas contrastar con la realidad observada.

### **3.7.2. Confiabilidad.**

Para que una investigación tenga confiabilidad debe de ser estable, segura, congruente y previsible para el futuro (Miguélez, 2006). Tradicionalmente, un estudio tiene confiabilidad si se aplica el mismo método bajo las mismas condiciones y el resultado coincide con el resultado anterior. Sin embargo, en las ciencias sociales como es el campo que atañe a este estudio es muy difícil poder reproducir las condiciones exactas de un comportamiento o una percepción (Baxter & Jack, 2008), ya que como se ha mencionado anteriormente, la percepciones pueden cambiar durante el tiempo y de acuerdo a las circunstancias. Debido a esto, Hanson (1977) propone cuatro lineamientos para poder garantizar la confiabilidad de un estudio cualitativo:

- 1) Categorización. Trata de establecer categorías o clases significativas. Estas categorías deben de ser lo mas concretas y sencillas posibles, de esta forma, el investigador podrá evitar en mayor medida las ambigüedades o la contradicción.
- 2) Estructuración. El investigador debe de tener claro los pasos a seguir en su investigación y seguir estos pasos rigurosamente si desviarse o saltarse los pasos, de esta forma de asegura que la investigación sea estable.
- 3) Contrastación. Se debe de relacionar o contrastar los resultados obtenidos con el de la investigación con un marco teórico referencial, así se puede explicar lo que los resultados significan para el área de conocimiento relacionada con el estudio.
- 4) Teorización. Es importante crear teorías con los resultados obtenidos, de esta forma, la teoría se convierte en un ejercicio para integrar de manera coherente y lógica la información obtenida y así permitir a otros investigadores analizar los resultados. De igual manera la teorización de los resultados permite integrar el conocimiento creado por la investigación al marco teórico referencial del cual parte el estudio.

Para la presente investigación, se garantizó la confiabilidad del estudio siguiendo estos cuatro lineamientos. Se definieron categorías claras y concretas para el estudio, estas categorías son las capacidades del nivel de maduración de Rohrbeck and Kum (2018) que son: organización, uso de la información, personas y redes, métodos de sofisticación y cultura; y los microfundamentos propuestos por David J. Teece (2007) que son: sensar, apropiar, y transformar, cada una de estas categorías están explicadas dentro del marco teórico. De igual forma se estructuró la investigación definiendo los pasos de cada una de las etapas, que va desde el planteamiento del problema hasta el análisis de resultados y conclusiones del estudio. Para contrastar los resultados, se definió un marco conceptual basado en David J. Teece (2007), Rohrbeck (2010) y Reger (2001), una vez que se obtuvieron los resultados se contrastaron con las teorías antes mencionadas.

Para la teorización de los resultados, se utilizó el Análisis Cualitativo Comparativo (QCA) por sus siglas en inglés, este análisis utiliza el Álgebra Booleana basada en conjuntos, bajo el supuesto de que la investigación se desarrollará con base a la voz de los propios participantes (Legewie, 2013). Este tipo de análisis permite descubrir patrones o relaciones entre las diversas variables cualitativas al no existir un parámetro cuantitativo en la literatura, de esta forma se pueden formar teorías que permiten a otros investigadores analizar los resultados.

Tabla 3. Resumen metodológico de la investigación

Metodología	Estrategia de investigación	Participantes	Recolección de datos	Análisis de datos	Confiabilidad
Deductiva, cualitativa	Estudio de caso	Investigadores encargados de las diferentes unidades de investigación de las instituciones	Encuesta (20 encuestas realizadas)	QCA	Categorización, Estructuración, Contrastación, Teorización.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.8. Operacionalización de las variables.

La operacionalización de las variables es una serie de procesos que se siguen para poder realizar la medición ya sea cuantitativa o cualitativa de las variables. Este proceso comienza por una definición conceptual orientada al proceso que se quiere estudiar (Bastidas, 2015). Para el caso específico de esta investigación se tomo como referentes conceptuales las capacidades dinámicas (David J. Teece, 2007), los procesos de la prospectiva tecnológica (Reger, 2001) y el modelo de maduración de la prospectiva tecnológica Rohrbeck and Kum (2018). En la Tabla 4, se muestra como se operacionalizaron las variables de acuerdo a los autores anteriormente mencionados. Es importante mencionar que para poder medir los ítems se utilizó una escala de Likert con parámetros que van desde muy en desacuerdo hasta muy de acuerdo (Albaum, 1997). Además de dentro del apartado del nivel de madurez de la prospectiva tecnológica de acuerdo a Rohrbeck and Kum (2018) no es necesario que el número de preguntas sean iguales ya que únicamente interesa el promedio general de los resultados visto como un solo conjunto.

Tabla 4. Operacionalización de las variables de estudio

Capacidad	Fundamento de Prospectiva Tecnológica (PT)	Reactivos
<b>Uso de la información</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el tipo de información que se recopila.</li> <li>• Determinar si se toma en cuenta el ambiente político, tecnológico, consumidor y entorno competitivo.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se escanea constantemente las investigaciones desarrolladas en otras universidades.</li> <li>2. Se escanea constantemente el desarrollo tecnológico en entidades externas a la universidad.</li> <li>3. Se escanea constantemente</li> </ol>

		<p>los cambios políticos a nivel regional, nacional e internacional.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Se escanea constantemente los cambios socioculturales.</li> <li>5. Los escaneos del ambiente externo se realizados se hacen tanto a largo como corto plazo.</li> <li>6. Para realizar el escaneo del ambiente externo se utilizan una gran variedad de fuentes de información.</li> <li>7. Para realizar el escaneo del ambiente externo se tienen contactos exclusivos de la institución como empresas o contactos personales</li> </ol>
<p><b>Métodos de sofisticación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la capacidad para interpretar la información.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se utilizan métodos de prospectiva que permiten integrar perspectivas de mercado y tecnología, así como diferentes horizontes de tiempo.</li> <li>2. Se utilizan métodos de prospectiva que permiten la comunicación</li> </ol>

		<p>interna.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Se utilizan métodos de prospectiva que permiten la comunicación externa.</li> <li>4. Se tienen métodos de prospectiva identificados para poder resolver problemas específicos.</li> <li>5. Los métodos de prospectiva que se utilizan se han escogido con base a las necesidades de la institución.</li> </ol>
<p><b>Personas y redes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los procesos de comunicación tanto internos como externos de la organización</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las personas que realizan las actividades de prospectiva tecnológica tienen un amplio conocimiento más allá de su área de especialización (Ej. Conocimientos financieros, administrativos, de mercado etc.)</li> <li>2. Se cuentan con redes internas sólidas para desarrollar prospectiva tecnológica.</li> <li>3. Se cuentan con redes externas sólidas para desarrollar prospectiva tecnológica.</li> <li>4. Los conocimientos generados por la</li> </ol>

		<p>prospectiva son difundidos de manera rápida en toda la institución.</p> <p>5. Los conocimientos generados por la prospectiva son difundidos principalmente de manera formal.</p> <p>6. Los conocimientos generados por la prospectiva son difundidos principalmente de manera informal.</p>
<p><b>Organización</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer de que forma la institución se organiza para realizar la prospectiva tecnológica.</li> <li>• Conocer como se integran los elementos con otros procesos que están vinculados a la actividad de prospectiva.</li> </ul>	<p>1. Las actividades de prospectiva están basadas en problemas (es decir, dirigidas por una pregunta específica).</p> <p>2. Existen actividades continuas de prospectiva (por ejemplo, exploración de tecnologías emergentes con potencial disruptivo).</p> <p>3. Las actividades de prospectiva se desencadenan de arriba hacia abajo (por ejemplo, por directores o rectoría).</p> <p>4. Las actividades de prospectiva se desencadenan de abajo hacia arriba (por ejemplo, por alumnos o profesores).</p>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Las actividades de prospectiva están ligadas a la filosofía organizacional de la institución.</li> <li>6. Las actividades de prospectiva están dirigidas por un mercado (se busca que las invenciones se puedan comercializar)</li> <li>7. Todos los investigadores de la institución son responsables de escanear el ambiente externo.</li> <li>8. En la institución existen incentivos que recompensan la búsqueda de cambios.</li> </ol>
<b>Cultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontrar cuales son aquellos factores culturales de la institución que facilitan la prospectiva.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la institución la información creada por la prospectiva se comparte libremente entre investigadores y niveles jerárquicos.</li> <li>2. La institución fomenta la construcción y el mantenimiento de una red externa.</li> <li>3. La mayoría de los investigadores en la institución están escaneando activamente la periferia.</li> </ol>
<b>Sensar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La institución</li> </ol>

	<p>necesidades de información</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de fuentes</li> <li>• Recolección de datos</li> <li>• Análisis e interpretación de datos</li> </ul>	<p>conoce las tendencias tecnológicas de las líneas de investigación que desarrolla.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. De manera periódica la institución revisa en fuentes bibliográficas las nuevas tendencias tecnológicas vinculadas con sus líneas de investigación.</li> <li>3. La institución tiene informantes clave externos a ésta (empresas, gobierno, centros de investigación, otras IES, etc.) con los que intercambia información acerca de las nuevas tendencias tecnológicas vinculadas con sus líneas de investigación.</li> <li>4. La institución cuenta con una área o persona(s) especializada(s) en detectar tendencias y reunir información acerca de las líneas de investigación que se desarrollan.</li> <li>5. La institución cuenta con convenios con repositorios</li> </ol>
--	--	--

		<p>bibliográficos nacionales y/o internacionales donde se pueden consultar investigaciones recientes acerca de las líneas de investigación que desarrolla la institución.</p> <p>6. Se tiene un proceso o sistema formal para revisar de manera periódica las tendencias acerca de las líneas de investigación que desarrolla la institución.</p> <p>7. Se asiste de manera periódica a ferias y/o congresos relacionados con las líneas de investigación que desarrolla la institución.</p> <p>8. Se tienen técnicas o procesos formales para analizar los datos recabados.</p> <p>9. Se tienen claros los objetivos al momento de interpretar la información.</p> <p>10. Se tienen identificadas las personas clave para interpretar la información recabada.</p>
--	--	---

<p><b>Apropiación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de decisiones</li> <li>• Evaluación de propuestas</li> <li>• Reorientación de estrategias</li> <li>• Nuevas actividades de I+D</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La información recabada acerca de las nuevas tendencias sirve para tomar decisiones acerca de las líneas de investigación que se desarrollan.</li> <li>2. Se ha llegado a abrir nuevas líneas de investigación gracias a la información recopilada acerca de las nuevas tendencias.</li> <li>3. Se ha llegado a replantear las líneas de investigación ya existentes gracias a la información recopilada acerca de las nuevas tendencias.</li> <li>4. Se ha llegado a eliminar líneas de investigación ya existentes gracias a la información recopilada acerca de las nuevas tendencias.</li> <li>5. Se han realizado alianzas estratégicas con actores externos a la institución debido a las nuevas tendencias identificadas.</li> <li>6. Existe un área específica y/o persona(s) encargadas de</li> </ol>
---------------------------	--	--

		<p>evaluar las estrategias de investigación de la institución.</p> <p>7. Se han cambiado las estrategias de investigación debido a cambios identificados en las nuevas tendencias tecnológicas.</p> <p>8. Se tienen claros los objetivos a futuro de las líneas de investigación que desarrolla la institución</p> <p>9. Se ha cambiado el rumbo de investigaciones en curso debido a nuevas tendencias identificadas.</p> <p>10. Se han cancelado investigaciones debido a nuevas tendencias identificadas.</p>
<p><b>Transferir</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración del conocimiento.</li> <li>• Creación de nuevos negocios.</li> <li>• Influir en políticas locales o regionales.</li> </ul>	<p>1. Se han abierto nuevos programas educativos debido a las nuevas tendencias identificadas</p> <p>2. Se han cancelado programas educativos de acuerdo a las tendencias identificadas</p> <p>3. Se han reestructurado programas educativos de acuerdo a las</p>

		<p>tendencias identificadas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se han patentado invenciones.</li> <li>5. Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se tienen diseños industriales registrados.</li> <li>6. Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se han vendido las invenciones desarrolladas a la industria privada.</li> <li>7. Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas se ha creado una spin-off.</li> <li>8. Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas se ha colaborado en la creación de una start-up.</li> <li>9. La institución</li> </ol>
--	--	--

		participa constantemente en debates acerca del rumbo que debe tomar la I+D a nivel regional o nacional 10. La institución forma parte de algún órgano o institución gubernamental donde se dictan las políticas de crecimiento regionales o nacionales
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Además de los reactivos relacionados con las variables operacionalizadas, se desarrolló otro apartado para recabar la información sociodemográfica de las instituciones y los encuestados, este apartado se compone de los siguientes reactivos:

1. Nombre de la institución donde labora
2. Tipo de institución (Pública o privada)
3. Cargo o puesto del entrevistado
4. Grado académico.
5. Tiempo laborando en la institución
6. Área a la que pertenece
7. Rol que se tiene en los proyectos de investigación
8. Línea de investigación que desarrolla.

Para poder recabar la información de los encuestados se utilizó la herramienta de Google Forms, lo que permitió tener la información en la web y así mandar las encuestas vía correo electrónico, también permitió el almacenar las respuestas para su análisis posterior. En el Anexo 1 se muestra la encuesta aplicada mediante Google Forms.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Una vez recabados los datos, se procedió al análisis de éstos. Para cumplir con el objetivo propuesto de la presente investigación el análisis de los datos se dividió en dos partes, en la primera parte del análisis se determina el grado de madurez de la prospectiva tecnológica en cada una de las IES, para este fin se utilizó el modelo de maduración de prospectiva tecnológica propuesto por Rohrbeck (2010). En la segunda parte del análisis se determinó en que grado deben de estar desarrolladas las capacidades dinámicas de la organización para llegar a un determinado grado de madurez, con este propósito, se tomaron los microfundamentos de las capacidades dinámicas propuestos por David J. Teece (2007), estos microfundamentos fueron analizados por medio del Análisis Cualitativo Comparativo (QCA, por sus siglas en ingles).

### **4.1. Análisis de datos.**

#### **4.1.1. Para el modelo de maduración.**

Para el presente estudio, se eligió el modelo de madurez de Rohrbeck (2010) por tres razones. Primero, este modelo mide la madurez de la prospectiva tecnológica a nivel organizacional. En segundo lugar, especifica prácticas que se pueden medir tanto a través de la escala descriptiva de cuatro niveles del modelo original como a escala Likert (Rohrbeck & Schwarz, 2013). En tercer lugar, el modelo de madurez ya se ha utilizado para investigar la relación entre la prospectiva tecnológica y el rendimiento de una organización (Jissink, Huizingh, & Rohrbeck, 2014). Del modelo original, se retoman las modificaciones realizadas posteriormente por Rohrbeck and Kum (2018), en donde se descompone la dimensión personas y redes en sus dos subcomponentes. Además, se agrega una capa de proceso, que facilita la comprensión de cómo las diferentes prácticas de los modelos de madurez contribuyen a la capacidad de una empresa para transformar señales en percepciones, que informan nuevos cursos de acción.

Para medir la madurez de la prospectiva tecnológica, se utilizaron los elementos existentes del modelo de madurez de Rohrbeck, y se creó la escala de percepción integrando elementos que pertenecen al uso de información, métodos

de sofisticación, personas y redes, organización y cultura en un total de 29 ítems, como se puede apreciar en la Tabla 4 dentro del capítulo de metodología.

Para evaluar el nivel general de madurez de la prospectiva tecnológica, primero se calculó el promedio de cada uno de los elementos. Los encuestados calificaron los ítems en una escala Likert de 5 puntos. Después de calcular los promedios para los elementos, se sacó un promedio general, éste promedio se transformó en el grado de madurez aplicando la siguiente regla:

- $a < 2 =$  Nivel de madurez 1
- $3 > a \geq 2 =$  Nivel de madurez 2
- $4 > a \geq 3 =$  Nivel de madurez 3
- $5 \geq a \geq 4 =$  Nivel de madurez 4

De la tabla 5 a la 9 se muestran los datos por institución de cada una de las variables evaluadas para encontrar la madurez de la prospectiva tecnológica

Tabla 5. Respuestas por IES sobre la variable de uso de información

USO DE INFORMACIÓN	Monitoreo en otras IES	Monitoreo en entidades externas	Monitoreo de cambios políticos	Monitoreo de cambios culturales	Monitoreo a corto y largo plazo	Monitoreo ambiente externo diversas fuentes de información	Monitoreo con contactos exclusivos	SUMA	PROMEDIO
UTEQ	3	3	4	3	3	4	3	23	3.3
ITP	4	3	4	4	4	4	4	27	3.9
UAQ	4	4	5	5	4	5	5	32	4.6
ITSZ	3	3	4	2	2	3	3	20	2.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Respuestas por IES sobre la variable de métodos de sofisticación

MÉTODO DE SOFISTICACIÓN	Perspectivas de mercado y tecnología	Comunicación interna de resultados	Comunicación externa de resultados	Resolución de problemas específicos	Necesidades de la institución	SUMA	PROMEDIO
UTEQ	3	3	3	3	3	15	3
ITP	5	5	5	5	5	25	5
UAQ	5	5	5	3	5	23	4.6
ITSZ	3	2	4	2	3	14	2.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Respuestas por IES sobre la variable de personas y redes

PERSONAS Y REDES	Amplitud de conocimiento mas alla de la IES	Redes internas solidas	Redes externas solidas	Prontitud de difusión de conocimientos generados	Formalidad de difusión de conocimientos generados	Informalidad de difusión de conocimientos generados	SUMA	PROMEDIO
UTEQ	4	4	4	4	4	4	24	4
ITP	4	4	4	4	4	4	24	4
UAQ	5	5	5	4	4	4	27	4.5
ITSZ	3	4	3	3	2	2	17	2.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Respuestas por IES sobre la variable de organización

ORGANIZACIÓN	Actividades de PT basadas en problemas	Actividades continuas de PT	Actividades de PT fluyen de arriba hacia abajo	Actividades de PT fluyen de abajo hacia arriba	Actividades de PT ligadas a la filosofía organizacional	Actividades de PT dirigidas a un mercado	Investigadores responsables de monitoreo	Incentivos para la búsqueda de cambios	SUMA	PROMEDIO
UTEQ	4	4	4	4	4	4	4	4	32	4.0
ITP	4	4	4	3	4	4	4	3	30	3.8
UAQ	5	5	3	4	4	3	4	4	32	4.0
ITSZ	3	4	2	2	3	3	3	3	23	2.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Respuestas por IES sobre la variable de cultura

CULTURA	Información creada se comparte libremente	Construcción y el mantenimiento de una red externa	Investigadores monitorean el ambiente	SUMA	PROMEDIO
<b>UTEQ</b>	4	4	4	12	4.0
<b>ITP</b>	3	3	3	9	3.0
<b>UAQ</b>	4	3	4	11	3.7
<b>ITSZ</b>	4	3	3	10	3.3

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tuvieron los promedios de los resultados se agruparon en una sola tabla de promedios por variables y se calculo el promedio total por cada institución como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Promedios totales de cada una de las variables

PROMEDIO	USO DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE SOFISTICACIÓN	PERSONAS Y REDES	ORGANIZACIÓN	CULTURA	PROMEDIO TOTAL
<b>UTEQ</b>	3.3	3.0	4.0	4.0	4.0	3.7
<b>ITP</b>	3.9	5.0	4.0	3.8	3.0	3.9
<b>UAQ</b>	4.6	4.6	4.5	4.0	3.7	4.3
<b>ITSZ</b>	2.9	2.8	2.8	2.9	3.3	2.9

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2. Para las capacidades dinámicas.**

Para el análisis de datos de las capacidades dinámicas de las organizaciones se utilizó el QCA. El QCA puede considerarse en dos niveles: como una estrategia de investigación, más a nivel epistemológico, y como un conjunto de técnicas concretas. El QCA muestra algunas ventajas importantes en la investigación en ciencias sociales como lo es la presente investigación, especialmente en los diseños de investigación con un número pequeño o intermedio de casos (Rihoux, 2006).

Para el presente estudio se utilizó el estudio de caso, ya que se necesitaban contestar preguntas del tipo: ¿Es la variable X una condición causal para un llegar a un nivel de madurez dado?, ¿Cuáles son las combinaciones de condiciones que se necesitan para llegar a cierto nivel de madurez? ¿Qué grupos de casos comparten una combinación dada de condiciones?, estas preguntas únicamente se pueden resolver por medio del análisis cualitativo y comparativo de los estudios de caso. Sin embargo, cuando se trata de comparar, en muchos casos la comparación del material del estudio de caso es bastante floja o no está formalizada; por lo tanto, el rigor científico de los estudios de caso a menudo se cuestiona. Esto ocurre particularmente cuando tales comparaciones ocurren ex post, y cuando la recopilación del material de estudio de caso no ha sido diseñada para ser utilizada para análisis comparativos posteriores.

Por otro lado, QCA incorpora algunas fortalezas clave del enfoque cuantitativo. Primero, permite analizar más que un puñado de casos, lo que rara vez se hace en estudios orientados a casos. Este es un activo clave, ya que abre la posibilidad de producir generalizaciones. Además, sus operaciones clave se basan en el álgebra booleana, que requiere que cada caso se reduzca a una serie de variables (condiciones y un resultado). Por lo tanto, es un enfoque analítico que permite la replicación (Schneider & Wagemann, 2012). Esta replicabilidad permite a otros investigadores eventualmente corroborar los resultados del análisis, una condición clave en los estudios científicos. Dicho esto, QCA no es radicalmente analítico, ya que deja espacio para la dimensión holística de los fenómenos.

Finalmente, los algoritmos booleanos permiten identificar regularidades (causales) que son parsimoniosas, es decir, que se pueden expresar con la menor cantidad posible de condiciones dentro del conjunto completo de condiciones que se consideran en el análisis, aunque no se debe buscar un nivel máximo de parsimonia cueste lo que cueste. Por lo anterior, los estudios de caso analizados se estudiaron como:

- Grado de pertenencia de los casos agrupados como conjuntos. En este caso se evalúa el grado de pertenencia, debido a que la pertenencia entre las diferentes variables no es forzosamente total o nula, es decir 0 o 1. Por lo tanto, QCA da la oportunidad de situar entre el 0 y 1 el grado de pertenencia de cada caso. De tal forma que un caso cuya pertenencia tiende a 0 tiene poca pertenencia, un caso con una pertenencia que tiende al 1 tiene una alta pertenencia.
- Las relaciones se entienden como concordancias entre las diferentes variables o conceptos
- Las relaciones entre las variables se interpretan en función de condiciones de suficiencia o necesidad. Si una variable es de suficiencia se concluye que la variable puede estar presente o no para que se de determinado fenómeno, es decir no es necesaria que esté presente, si una variable es de necesidad se interpreta que la variable tiene que estar presente de manera obligatoria si se quiere que el fenómeno se presente.

Dentro de QCA hay dos tipos principales de conjuntos:

- Nítidos (Crisp)
  - Bivalente
  - Multivalente
- Difusos (Fuzzy)

La primera familia de conjuntos nítidos es la creación original de Cantor: un elemento está dentro o fuera del conjunto. Contiene dos subcategorías: los conjuntos bivalentes con solo dos valores, y los conjuntos multivalentes que pueden contener más de dos valores (sin límite en el número de valores, pero todos son discretos). A pesar de que la terminología de QCA hace una distinción

entre conjuntos nítidos (csQCA) y conjuntos de valores múltiples (mvQCA), de hecho, ambos son nítidos y lo que se ha acuñado como conjuntos nítidos son de hecho nítidos bivalentes que, como lo hará se muestra, son un caso especial de conjuntos nítidos multivalentes. Cualquier conjunto nítido bivalente se puede especificar como un conjunto de valores múltiples con solo dos valores. La familia de conjuntos difusos es diferente porque un conjunto difuso puede tener un número infinitamente grande de valores posibles, y los elementos no solo están dentro o fuera, sino que están más o menos incluidos en un conjunto dado, comenzando desde el valor 0 (completamente fuera) hasta el valor 1 (completamente adentro). Para la presente investigación se utilizaron los conjuntos difusos (Dusa, 2019).

Para el análisis de datos de esta investigación se utilizó el Software Tosmana para hacer el análisis QCA. Éste es un software libre utilizado para operaciones Booleanas de QCA desarrollado en la Universidad de Trier, Alemania por Lasse Cronqvist. Tosmana es únicamente un sistema para desarrollar el análisis, la complejidad del método QCA recae en la definición de las condiciones para poder asignarles valor y medirlas, dichas condiciones se definen a partir de la teoría. Si las condiciones no son bien definidas, el uso del software no tiene sentido, ya que los resultados arrojados no tendrían ningún valor práctico o teórico.

Para trabajar con los valores difusos en QCA se utilizó un cuestionario para medir las variables de las capacidades dinámicas (sensar, apropiar y transformar). Este cuestionario daba la opción de contestar entre los valores de 0 y 5 de acuerdo a la percepción de cada participante como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Escala de evaluación de la encuesta

Escala	1	2	3	4	5
Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia.

Para poder hacer el análisis en QCA se tuvo que parametrizar cada uno de los valores de las respuestas, con este fin se asignó un grado a cada valor. Como ya se mencionó anteriormente lo que se buscó fue que los participantes expresaran una percepción y no una cantidad, por lo que los valores parametrizados expresan el grado en que éstos perciben cada uno de los ítems. Los valores parametrizados miden la gradualidad con la que cada organización analizada cuenta con cada una de las capacidades dinámicas de acuerdo a la percepción de los encuestados, esta gradualidad se expresó en una escala de 0 a 1, dentro de este rango se tenían los valores 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1, la Tabla 12 muestra el grado asignado a las respuestas de cada uno de los ítems.

Tabla 12. Escala codificada para el análisis QCA

Valor	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Opción	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se pudo obtener la percepción de todos los participantes para conocer si la IES a la que pertenecen desarrolla o no las capacidades dinámicas. Con este fin se sumó cada una de las respuestas ya codificadas por participante y se obtuvo un promedio por cada una de las instituciones estudiadas. Con esta codificación se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 13, 14 y 15.

Tabla 13. Resultados codificados de la capacidad de Sensor

SENSOR	Conocimiento de tendencias tecnológicas de las líneas de investigación	Revisión de fuentes bibliográficas de nuevas tendencias tecnológicas vinculadas a las líneas de investigación	Informantes clave externos	Área o personal que detecta tendencias e información sobre de las líneas de investigación	Convenios con repositorios bibliográficos	Proceso o sistema para revisar tendencias sobre las líneas de investigación	Asistencia a ferias y/o congresos relacionados con líneas de investigación	Técnicas o procesos para analizar los datos	Objetivos claros para interpretar información	Personas clave para interpretar la información	SUMA
UTEQ	0.2	0.8	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	3.0
ITP	0.8	0.8	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	7.4
UAQ	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	3.0
ITSZ	0.8	0.8	0.6	0.4	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	6.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Resultados codificados de la capacidad de Apropiar

APROPIAR	La información sirve para tomar decisiones sobre las líneas de I + D	Nuevas líneas de I + D	Replanteo de líneas de I + D existentes	Eliminación de líneas de I + D existentes	Alianzas estratégicas con actores externo	Área o persona que evalúa las estrategias de I + D	Cambio en estrategias de I + D	Objetivos claros de las líneas de I + D	Cambio en I + D en curso	Cancelación de I + D	SUMA
UTEQ	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	1	9.8
ITP	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	7.8
UAQ	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1	0.6	0.4	8.2
ITSZ	0.6	0.8	0.8	0.6	0.8	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	6.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Resultados codificados de la capacidad de Transformar

TRANSFORMAR	Apertura nuevos programas educativos	Cancelación de programas educativos	Reestructuración de programas educativos	Inversiones patentadas	Diseños industriales registrados	Venta de invenciones	Creación de spin-off	Creación de start-up	Participación en debates sobre el rumbo de la I+D	Pertenencia a un grupo relacionado a las políticas de crecimiento	SUMA
UTEQ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	8.0
ITP	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	6.4
UAQ	1	0.4	1	1	1	1	1	1	1	1	9.4
ITSZ	0.6	0.4	0.8	0.8	0.6	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	6.0

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Presentación de resultados.

##### 4.2.1. Análisis de las IES.

Una de las finalidades de cualquier estudio científico, es poder replicar los resultados, aunque también se ha mencionada que al ser el presente trabajo un estudio cualitativo que capta las percepciones de los participantes y éstas se pueden ver afectadas por factores propios de la institución que son únicos e irrepetibles, este aportado se integra al presente trabajo para describir las situaciones actuales de cada una de las IES estudiadas.

#### **4.2.1.1. Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ)**

La Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) es una IES pública ubicada en el estado de Querétaro que se encarga de formar estudiantes en los niveles de Técnico Superior Universitario (TSU), Licenciatura y Maestría. Desde su inicio en 1995 mantiene vínculos con gobierno e iniciativa privada de los principales sectores industriales del estado como lo son telemática, metrología, automotriz, plástico, nanotecnología, entre otras. Derivado del nuevo paradigma tecnoeconómico entrante que es la Industria 4.0, en 2016 instaló el Centro de Manufactura Digital y en convenio con empresas como DELL e INTEL inauguró el *Creativity and Innovation Center 4.0* (CIC 4.0) para el desarrollo de investigación aplicada y proyectos tecnológicos. El CIC 4.0 sirve para impulsar la participación de la UTEQ dentro de la Industria 4.0, permitiendo que se mantenga vigente ésta así como su oferta educativa a través de la concordancia multidisciplinaria, transdisciplinaria y organizacional que reúne programas con otras instituciones y organizaciones, tecnologías avanzadas y vinculación con el sector productivo, privado y social.

La UTEQ cuenta con una Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico (DIDET) que se encarga de la formulación y acompañamiento de PYMES para participar en programas gubernamentales, consultoría especializada y servicios tecnológicos de valor agregado para las empresas, investigación y desarrollo mediante grupos de multidisciplinarios de investigación, participación en actividades de vinculación y difusión de la ciencia, acompañamiento a empresas innovadoras de base tecnológica y start-ups, actividades de vinculación con los demás actores del Sistema Nacional de Innovación, entre otros.

#### **4.2.1.2. Instituto Tecnológico de Pachuca (ITP)**

El Instituto Tecnológico de Pachuca (ITP) es una IES pública ubicada en el estado de Hidalgo que se encarga de formar estudiantes en los niveles de Técnico Superior Universitario (TSU), Licenciatura y Posgrado. Inició operaciones como Instituto Tecnológico hasta 1971, a pesar de que fue fundado en 1869 y operaba como escuela de artes y oficios. Actualmente la dirección, control y desarrollo de

programas, proyectos de investigación y proyectos de producción académica relacionados con el sector productivo (industria mecánica y eléctrica) está a cargo de la Subdirección Académica, y es a través de la Subdirección de Planeación y Vinculación que se promueven las actividades de extensión educativa, gestión tecnológica y vinculación con el sector productivo.

#### **4.2.1.3. Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)**

La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) es una IES pública ubicada en el estado de Querétaro que se encarga de formar estudiantes en los niveles de Técnico Superior Universitario (TSU), Licenciatura y Posgrado. Inició en 1625 operaciones como Colegio jesuita hasta que en 1767 fueron expulsados los jesuitas de Querétaro, reabriendo sus operaciones bajo el real patrocinio en 1772; es hasta 1950 que se cerró el Colegio y se iniciaron planeas para la creación de la UAQ, y es en 1959 que se inicia el régimen autónomo de ésta. Desde la década de los setentas se creó la Dirección de Extensión Universitaria, al principio con acciones exclusivamente de difusión cultural y artística, hasta llegar a acciones de vinculación social, tecnológica y cultural que contribuyen a la formación integral de los estudiantes, a la autosuficiencia de las comunidades, al desarrollo de tecnología y a la producción y preservación de la cultura. Compuesta por nueve dependencias para llegar a las acciones antes mencionadas, la Dirección de Extensión Universitaria cuenta con la Dirección de Vinculación con el Sector Productivo que se encarga específicamente de crear e implementar mecanismos, estrategias y/o proyectos de vinculación de la Universidad con las unidades de producción externas, entidades gubernamentales y no gubernamentales para resolver problemas prácticos en el fomento de la investigación, desarrollo e innovación de tecnología y su transferencia, a través de su Coordinación de Vinculación Académica Empresarial.

#### **4.2.1.4. Instituto Tecnológico de Zacapoaxtla.**

El Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla (ITSZ) es una IES pública ubicada en el estado de Puebla que se encarga de formar estudiantes en los

niveles de Licenciatura y Posgrado. Creado en 1997, el ITSZ actualmente se encuentra vinculado con el sector productivo y social, aportando los avances científicos y tecnológicos, para lograr elevar la calidad de vida de los pobladores de la Sierra Nororiental de Puebla, con base en un desarrollo que asegure el progreso social y económico, respetando la cultura y preservando los recursos naturales. Mediante de la Dirección de Vinculación el ITSZ planea, organiza, dirige y controla las actividades de vinculación del Instituto, relacionadas a la gestión tecnológica y la vinculación con el sector productivo, a través del estudio y detección de las necesidades de servicios de educación superior tecnológica en la región, promoción y coordinación de la elaboración de proyectos de convenio y contratos relacionados con la gestión tecnológica y la vinculación con el sector productivo, promoción en el intercambio de información, asistencia técnica, desarrollo experimental, paquetes tecnológicos y comercialización con otros centros educativos y con los organismos de los sectores público, social y privado, entre otros.

#### **4.2.2. Resultados de las encuestas.**

Como ya se ha mencionado anteriormente, la presente investigación se dividió en dos etapas, la primera fue determinar el nivel de madurez de la prospectiva tecnológicas en las IES y el segundo determinar el grado en que se tienen que tener desarrolladas las capacidades dinámicas para poder llegar a cierto grado de madures de prospectiva.

Una vez que se tuvieron los resultados acerca del nivel de madurez de la prospectiva tecnológica, el análisis consistió en comparar los promedios totales de cada una de las instituciones con la regla propuesta por Rohrbeck (2010). El nivel de madurez de cada una de las IES estudiadas se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Nivel de madurez general de las IES

IES	PROMEDIO TOTAL	NIVEL DE MADUREZ DE LA PT
UTEQ	3.7	3
ITP	3.9	3

UAQ	4.3	4
ITSZ	2.9	2
<b>REGLA PARA OBTENER EL NIVEL DE MADUREZ</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>a &lt; 2 =</math> Nivel de madurez 1</li> <li>• <math>3 &gt; a \geq 2 =</math> Nivel de madurez 2</li> <li>• <math>4 &gt; a \geq 3 =</math> Nivel de madurez 3</li> <li>• <math>5 \geq a \geq 4 =</math> Nivel de madurez 4</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 16, de acuerdo a la percepción de las personas encuestadas, la IES que cuenta con un mayor nivel de madurez de prospectiva tecnológica es la UAQ, ya que tiene el nivel máximo de madurez de prospectiva tecnológica (Nivel 4) de acuerdo al modelo propuesto por Rohrbeck (2010), este nivel entra en el rango de mejores prácticas para una institución. Tanto el ITP como la UTEQ tienen un nivel general de madurez 3, por lo tanto estas universidades están en la clasificación de buenas prácticas de prospectiva tecnológica. Por último la ITSZ tiene un nivel 2 de madurez de prospectiva tecnológica, este nivel se clasifica como practicas suficientes de la prospectiva tecnológica.

Además de analizar el nivel general de madures de prospectiva tecnológica de cada una de las universidades, también se puede analizar el nivel de madurez de cada una de las variables que componen el estudio de nivel de madures. Estudiar el nivel de madurez por variable, ayuda a las IES a entender mejor sus procesos de prospectiva tecnológica y a saber cuales áreas pueden mejorar, de la Tabla 17 a la 20 se muestra el nivel de madurez de cada una de las variables y su interpretación de cada una de las IES analizadas.

Tabla 17. Interpretación por variables del nivel de madurez de la UTEQ

UTEQ					
	USO DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE SOFISTICACIÓN	PERSONAS Y REDES	ORGANIZACIÓN	CULTURA
<b>Nivel de madurez</b>	3	3	4	4	4
<b>Interpretación</b>	Se utilizan algunas fuentes de información tanto externas como internas, se toman en cuenta algunos aspectos adyacentes a la institución, sin embargo faltan por tomar en cuenta algunos otros.	Se utilizan varios métodos de PT, sin embargo faltan que estos métodos se integren, algunas partes de la institución tienen libertad para elegir los métodos de PT que más les convenga.	Se alienta el uso de redes internas y externas en los empleados, la IES ve como parte esencial que los integrantes mantenga y aumente estas redes.	La prospectiva tecnológica esta relacionada directamente con el desarrollo estratégico de la IES	La IES esta abierta a todo tipo de información sin importar la fuente. Se fomenta una actitud proactiva hacia la búsqueda hacia la PT.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Interpretación por variables del nivel de madurez del ITP

ITP					
	USO DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE SOFISTICACIÓN	PERSONAS Y REDES	ORGANIZACIÓN	CULTURA
<b>Nivel de madurez</b>	3	4	4	3	3
<b>Interpretación</b>	Se utilizan algunas fuentes de información tanto externas como internas, se toman en cuenta algunos aspectos adyacentes a la institución, sin embargo faltan por tomar en cuenta algunos otros.	Se utilizan varios métodos de PT, y estos métodos se encuentran integrados totalmente, todos los miembros de la IES tienen libertad para elegir los métodos de PT que más les convenga.	Se alienta el uso de redes internas y externas en los empleados, la IES ve como parte esencial que los integrantes mantenga y aumente estas redes.	La prospectiva tecnológica esta relacionada con el desarrollo de innovaciones de la IES, sin embargo falta elevar esta actividad a un nivel estratégico.	La IES se centra mas en el uso de información interna. Pocos miembros de la IES mantienen contactos o informantes externos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Interpretación por variables del nivel de madurez de la UAQ

UAQ					
	USO DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE SOFISTICACIÓN	PERSONAS Y REDES	ORGANIZACIÓN	CULTURA
<b>Nivel de madurez</b>	4	4	4	4	3
<b>Interpretación</b>	Se toman en cuenta todas las áreas adyacentes a la IES para realizar la actividad de PT.	Se utilizan varios métodos de PT, y estos métodos se encuentran integrados totalmente, todos los miembros de la IES tienen libertad para elegir los métodos de PT que más les convenga.	Se alienta el uso de redes internas y externas en los empleados, la IES ve como parte esencial que los integrantes mantenga y aumente estas redes.	La prospectiva tecnológica esta relacionada directamente con el desarrollo estratégico de la IES	La IES se centra mas en el uso de información interna. Pocos miembros de la IES mantienen contactos o informantes externos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Interpretación por variables del nivel de madurez del ITSZ

ITP					
	USO DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE SOFISTICACIÓN	PERSONAS Y REDES	ORGANIZACIÓN	CULTURA
<b>Nivel de madurez</b>	2	2	2	2	3
<b>Interpretación</b>	Se toman en cuenta únicamente las áreas de interés de la IES para realizar la actividad de PT.	Se utilizan algunos métodos de PT, y éstos no están integrados entre si.	Se alienta el uso de redes internas, las redes externas se encuentran relegadas.	La prospectiva tecnológica se utiliza únicamente cuando hay un problema específico a resolver.	La IES se centra mas en el uso de información interna. Pocos miembros de la IES mantienen contactos o informantes externos.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvieron los niveles de madurez generales, se realizó el análisis de las capacidades dinámicas con QCA. Para realizar este análisis lo primero que se hizo fue tomar los datos ya codificados de las capacidades dinámicas (Tabla 14, 15 y 16) y se le agregó el nivel de madurez. Para este caso el nivel de madurez se tomo del 1 al 4, como cada institución puede tener únicamente un solo nivel, a este nivel de madurez con el que cuenta la IES se le asignó un 1, a los niveles de madurez restantes un 0. Para las capacidades dinámicas se utilizó la suma global de cada una de éstas por IES como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Tabla de capacidades dinámicas y nivel de madurez de la PT

IES	Capacidades dinámicas			Nivel de madurez			
	Sensar	Apropiar	Transformar	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
UTEQ	3.0	9.8	8.0	0	0	1	0
ITP	7.4	7.8	6.4	0	0	1	0
UAQ	3.0	8.2	9.4	0	0	0	1
ITSZ	6.4	6.6	6.0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de hacer el análisis QCA para encontrar en que grado deben estar desarrolladas cada una de las tres capacidades dinámicas para tener

cierto grado de madurez se introdujeron los datos al software Tosmana como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Captura de datos en Tosmana

Casos	Sensar	Apropiar	Transformar	N1	N2	N3	N4
UTEQ	3	10	8	0	0	1	0
ITP	7	8	6	0	0	1	0
UAQ	3	8	9	0	0	0	1
ITSZ	6	7	6	0	1	0	0

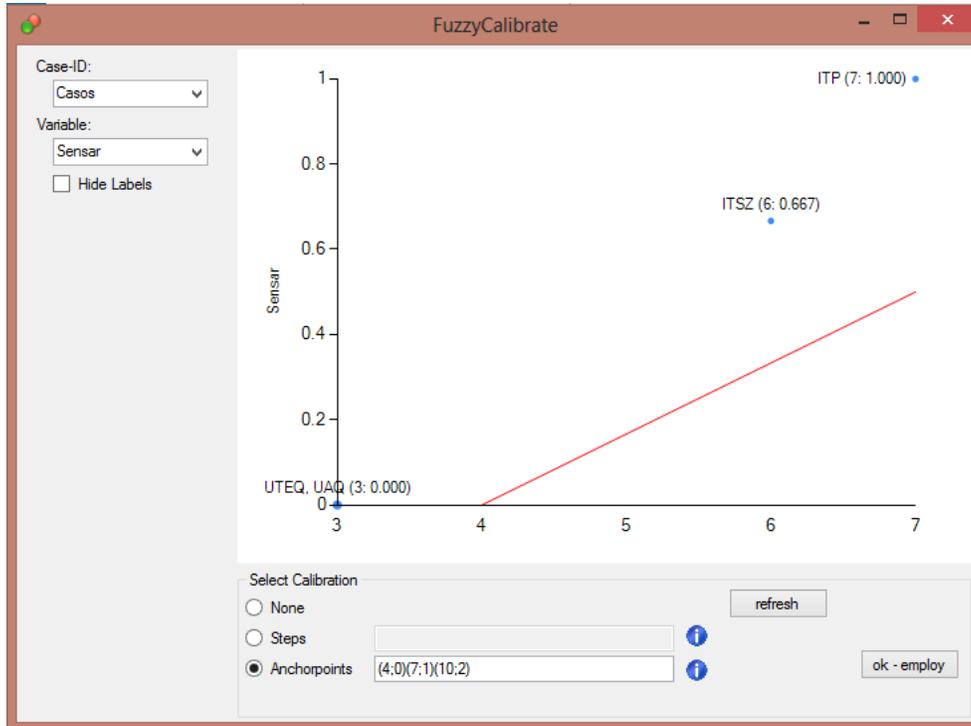
Fuente: Elaboración propia.

Después de introducir los datos, fue necesario hacer una calibración de éstos, como se muestra en la Figura 16. La calibración de los datos sirve para poder identificar el grado en que las capacidades dinámicas están desarrolladas, de acuerdo a la codificación de datos utilizada (Tabla 12), el puntaje máximo ya codificado que podía tener una pregunta era de 1. Dentro del cuestionario, como cada apartado de capacidades dinámicas constaba de 10 preguntas, la puntuación máxima que se podía tener por capacidad dinámica era de 10, por lo tanto, los rangos que se utilizaron para hacer la calibración fueron:

- De 0 a 4 puntos corresponde el valor calibrado de 0, esto significa que la capacidad se encuentra presente en un grado muy débil.
- De 4.1 a 7 puntos corresponden al valor calibrado de 1, esto significa que la capacidad dinámica se encuentra presente en un grado intermedio.
- De 7.1 a 10 corresponde el valor de 2, esto significa que la capacidad dinámica se encuentra presente en un grado muy alto.

En la Figura 17 se muestran los datos ya calibrados para su interpretación:

Figura 16. Calibración de datos en Tosmana



Fuente: Elaboración propia.

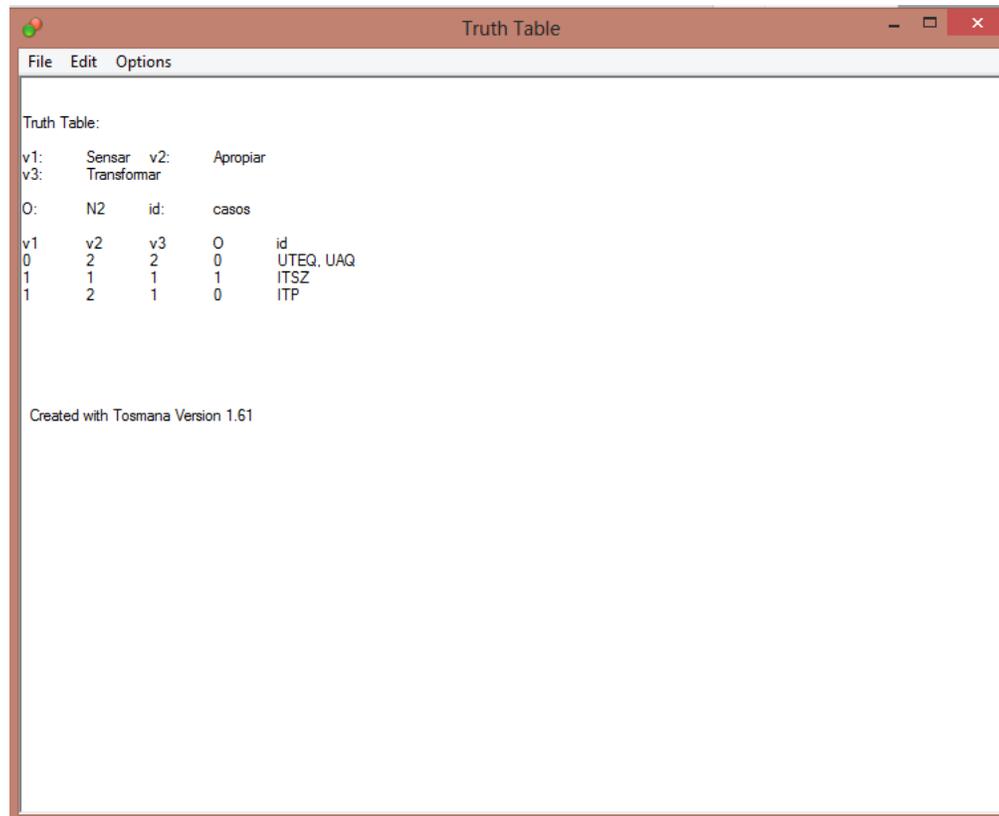
Figura 17. Datos calibrados

CARLA - Tosmana							
File Data csQCA / mvQCA fsQCA About							
Data Data for QCA							
Casos	Sensar <small>(4: 0)(7: 1)(10: 2)</small>	Apropiar <small>(4: 0)(7: 1)(10: 2)</small>	Transformar <small>(4: 0)(7: 1)(10: 2)</small>	N2	N3	N4	
▶ UTEQ	0 (3)	2 (10)	1.333 (8)	0	1	0	
ITP	1 (7)	1.333 (8)	0.667 (6)	0	1	0	
UAQ	0 (3)	1.333 (8)	1.667 (9)	0	0	1	
ITSZ	0.667 (6)	1 (7)	0.667 (6)	1	0	0	
*							

Fuente: Elaboración propia.

Una vez con los datos ya calibrados se obtuvo la tabla de verdad; la tabla de verdad muestra el grado en que está desarrollada cada capacidad dinámica por institución, como se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Tabla de la verdad



The screenshot shows a window titled "Truth Table" with a menu bar containing "File", "Edit", and "Options". The main content area displays the following text:

```
Truth Table:
v1:   Sensar  v2:   Apropiar
v3:   Transformar
O:    N2      id:   casos
v1    v2      v3    O      id
0     2       2     0      UTEQ, UAQ
1     1       1     1      ITSZ
1     2       1     0      ITP
```

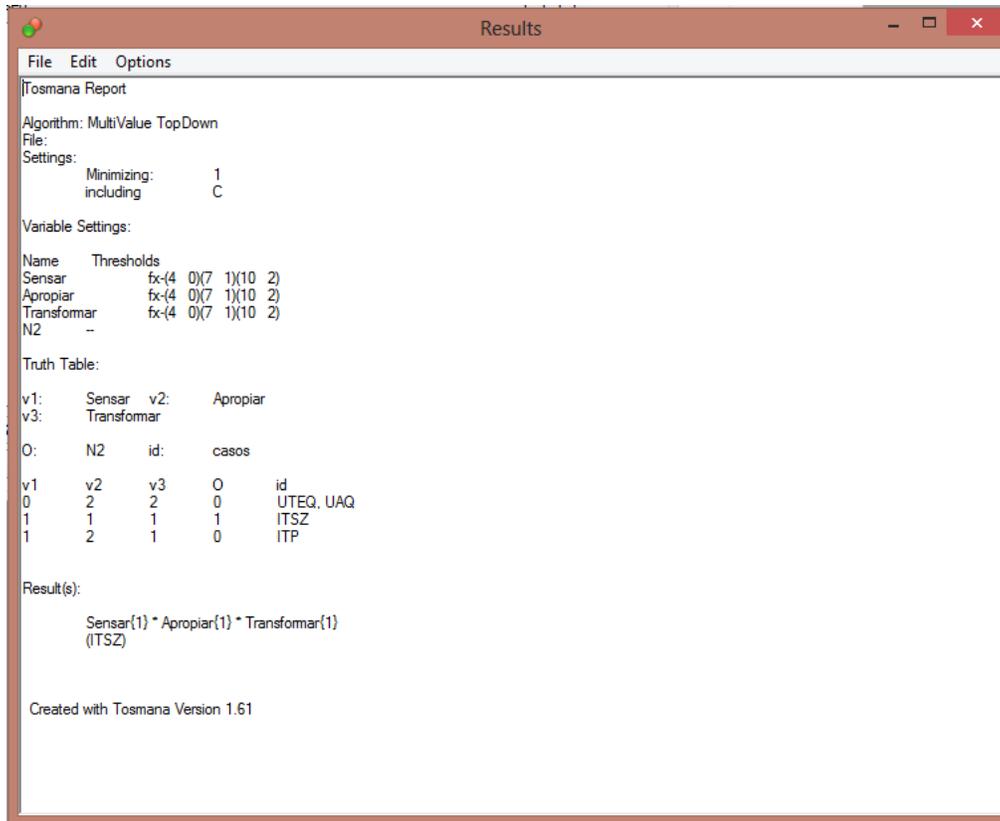
At the bottom of the window, it says "Created with Tosmana Version 1.61".

Fuente: Elaboración propia.

Con la tabla de verdad se paso a el análisis de los datos, aunque el modelo propuesto por Rohrbeck (2010) propone cuatro modelos de madurez, para el presente trabajo se analizará solamente del nivel dos al cuatro, ya que ninguna de las IES estudiadas tuvieron un nivel de madurez 1.

De las universidades estudiadas el ITSZ obtuvo un nivel 2 de madurez de prospectiva tecnológica, los resultados del análisis QCA se muestran en la Figura 19.

Figura 19. Resultados para grado de madurez de PT nivel 2



Fuente: Elaboración propia

La fórmula resultante para obtener un nivel 2 de madurez de prospectiva tecnológica es:

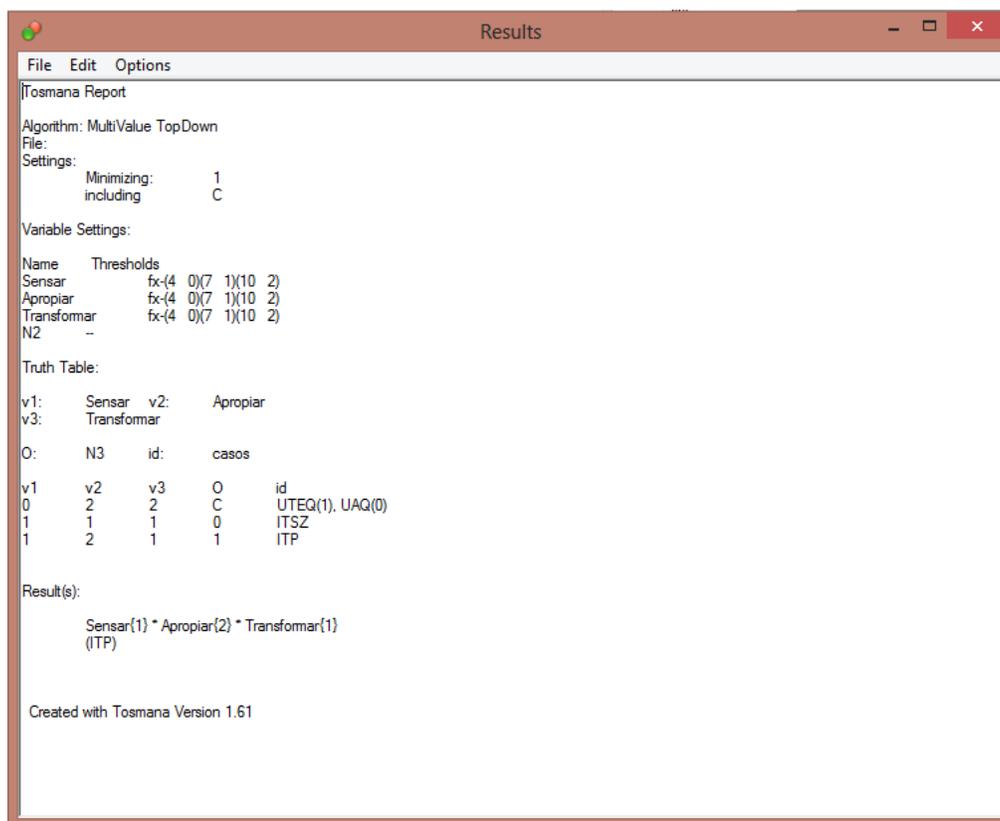
$$\text{Sensor (1) * Apropiar (1) * Transformar (1)}$$

De acuerdo a la fórmula para lograr un nivel 2 de madurez de prospectiva tecnológica es necesario que las IES desarrollen las tres capacidades dinámicas analizadas, aunque solo es necesario que las desarrollen hasta un grado medio, es decir no tiene que desarrollar las tres capacidades a su mas alto nivel, sin embargo, si es necesario que las tres capacidades se encuentren presentes forzosamente.

Para obtener un nivel 3 de madurez de prospectiva tecnológica se analizaron a la UTEQ y al ITP, ya que ambas instituciones tuvieron este nivel de

madurez. En la Figura 20, se muestra los resultados obtenidos con el análisis QCA.

Figura 20. Resultados para grado de madurez de PT nivel 3



Fuente: Elaboración propia.

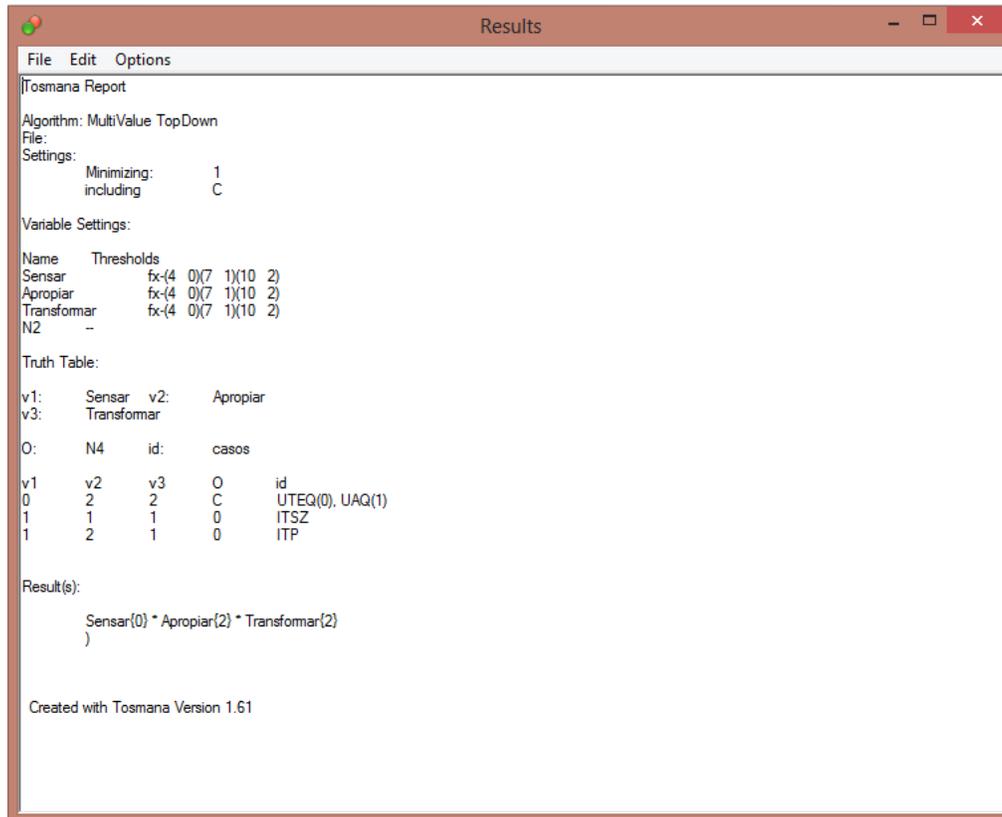
La fórmula resultante para obtener un nivel 3 de madurez de prospectiva tecnológica es:

$$\text{Sensor (1) * Apropiar (2) * Transformar (1)}$$

De igual manera que para obtener un nivel de madurez nivel 2, para obtener un nivel 3 de madurez de prospectiva tecnológica es necesario que las tres capacidades dinámicas se encuentren presentes, sin embargo, para que se logre un nivel de madurez 3, la capacidad de apropiar debe de estar desarrollada en su grado mas alto.

Para el nivel de madurez 4 que es el más alto posible, se estudió a la UAQ ya que fue la única IES estudiada que alcanzó este nivel. Los resultados del análisis QCA para un nivel 4 de madurez de prospectiva tecnológica se muestran en la Figura 21.

Figura 21. Resultados para grado de madurez de PT nivel 4



Fuente: Elaboración propia.

La fórmula resultante para obtener un nivel 4 de madurez de prospectiva tecnológica es:

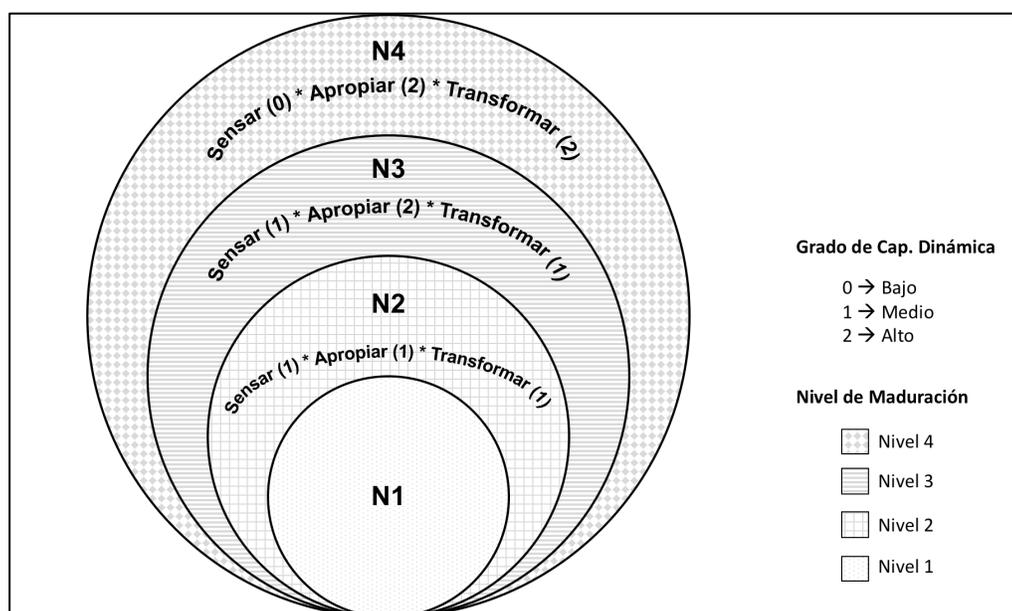
$$\text{Sensor (0) * Apropiar (2) * Transformar (2)}$$

La fórmula indica que para alcanzar un nivel de madurez nivel 4 es necesario que estén presentes las tres capacidades, sin embargo, la capacidad de

senzar puede estar desarrollada en un grado muy bajo, en cambio, las capacidades de senzar y transformar deben de estar desarrolladas en su grado mas alto.

En la Figura 22, se muestra un resumen de forma gráfica de los resultados obtenidos, donde se pone cada nivel de madurez de prospectiva tecnológica y en qué grado deben de estar desarrolladas las capacidades dinámicas para poder llegar a cada uno de los niveles de madurez.

Figura 22. Niveles de madurez de PT y grado de las capacidades dinámicas requeridas



Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Discusión de resultados.

Desde Teece (1997) se ha discutido ampliamente el tema de las capacidades dinámicas en el campo de la administración. Sin embargo, se ha debatido ampliamente qué son las capacidades dinámicas y los procesos, prácticas y rutinas que podrían aprovechar. En el presente trabajo, se encontró que las capacidades dinámicas son necesarias para que se den los procesos de prospectiva tecnológica, ninguno de los niveles analizados en el trabajo (Nivel 2 al 4) puede prescindir de éstas.

En el caso de la IES que alcanzó un nivel 2 de maduración de prospectiva tecnológica las tres capacidades dinámicas deberían de estar presente en el grupo, recordando los microfundamentos de David J. Teece (2007) la capacidad de sensor está relacionada con identificar y moldear oportunidades, también implica comprender la demanda latente, la evolución estructural de las industrias y los mercados, y las posibles respuestas de los proveedores y competidores. Que esta capacidad dinámica se necesite en un grado medio para poder lograr un nivel dos de madurez, significa que la institución está al tanto de las nuevas oportunidades sin embargo no son los primeros en descubrir éstas. De igual forma no es necesario que las tecnologías empleadas tengan que ser las más nuevas, y éstas instituciones no generan cambios en las necesidades del mercado pero una vez que surgieron estas necesidades son capaces de satisfacerlas.

Al igual que la capacidad de sensor, la capacidad de apropiar debe de estar desarrollada a un nivel medio. Siguiendo el trabajo de Teece (2007) la capacidad de apropiar implica mantener y mejorar las competencias tecnológicas y los activos complementarios y luego, cuando la oportunidad está madura, invertir fuertemente en las tecnologías y diseños particulares con mayor probabilidad de lograr la aceptación del mercado, que la capacidad dinámica deba de estar desarrollada a un nivel medio, significa que los protocolos de toma de decisión no logran capturar el valor tecnológico de los nuevos desarrollos en su totalidad, de igual manera, la comunicación entre los miembros de la institución no es completamente eficaz.

Por último la capacidad dinámica de transformar esta relacionada con la identificación y calibración exitosas de oportunidades tecnológicas y de mercado, la selección juiciosa de tecnologías y atributos de productos, el diseño de modelos de negocios y el compromiso de los recursos (financieros) con las oportunidades de inversión que pueden conducir al crecimiento y la rentabilidad de la institución. El crecimiento rentable conduce al aumento de los recursos y activos a nivel institucional, al igual que las dos capacidades anteriores, la capacidad de transformar debe de estar presente en un grado medio para que se de un nivel de madurez dos, lo que significa que la institución logra convertir las oportunidades

detectadas sin embargo no en su totalidad, al igual que presenta algunas fallas al momento de la selección de las tecnologías que comercializan.

Para el nivel de maduración tres de prospectiva tecnológica, se obtuvo que las instituciones tuvieron que desarrollar las capacidades dinámicas de sensor y transformar en un grado medio, igual que para el nivel dos, sin embargo la capacidad de apropiarse debe de estar presente en su grado más alto. Para que la capacidad de apropiarse este en su nivel más alto, las instituciones deben de mantener y mejorar de manera constante las competencias tecnológicas y los activos complementarios y luego, cuando la oportunidad está madura, invertir fuertemente en las tecnologías y diseños particulares con mayor probabilidad de lograr la aceptación del mercado. De igual manera éstas un nivel alto en esta capacidad dinámica significa reorientar de manera constantes las actividades de I + D, así como las estrategias de la institución.

Para el nivel de madurez cuatro, el análisis realizado indica que las tres capacidades dinámicas deben de estar presentes, sin embargo la capacidad de sensor esta desarrollada en un nivel muy bajo, esto se debe a que los procesos de selección de datos, información e informantes están tan automatizados que los integrantes de la institución no les dan mayor importancia, en cambio, los esfuerzos de la institución se centran en las capacidades dinámicas de apropiarse y transformar, ya que estas capacidades necesitan estar desarrolladas en su grado más alto. Al ser necesario que estas dos capacidades estén desarrolladas en su totalidad, significa que la institución está reorientando sus actividades de I+D de manera constante, pero además, gracias a la actividad de prospectiva tecnológica, se crean nuevos negocios y se influye en las políticas locales y regionales de la institución.

El presente trabajo logró determinar de qué manera las IES desarrollan la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades dinámicas. Ya que se pudo conocer como el desarrollo de las capacidades dinámicas influye en el grado de madurez de la prospectiva tecnológica. De igual manera de puede concluir que las capacidades de prospectiva tecnológica están estrechamente asociadas con la capacidad de una institución para retener su ventaja competitiva

en tiempos de cambio discontinuo, lo que concuerda con lo presentado por K. M. Eisenhardt and J. A. Martin (2000).

Aunque en el trabajo se pudo identificar varias prácticas recomendadas en dimensiones de capacidad específicas, ninguna de las instituciones estudiadas había implementado un sistema de prospectiva tecnológica integral, estable y efectivo. La mayoría de las instituciones tenían prácticas maduras en una o dos dimensiones de capacidad, pero pocas capacidades en las demás. Por lo tanto, el nivel general de implementación sigue siendo problemático y suscita serias preocupaciones sobre la capacidad de las instituciones para retener su ventaja competitiva en tiempos de cambio discontinuo.

La comparación de los casos de estudio también mostró que la capacidad de prospectiva tecnológica se puede construir sobre bases estructurales o culturales. Esto en sí mismo es también un resultado importante, con implicaciones para la práctica de la administración. Las instituciones interesadas en desarrollar o mejorar su capacidad de prospectiva tecnológica primero deben evaluar las fortalezas de su cultura institucional y luego diseñar su sistema de previsión de acuerdo con ello. Las instituciones con una cultura que promueve iniciativas individuales y empodera a los empleados individuales deben construir su sistema de prospectiva más sobre elementos culturales, mientras que las instituciones cuya cultura se basa más en la ejecución de procesos cuidadosamente diseñados deberían utilizar con mayor frecuencia los elementos estructurales del modelo de madurez de prospectiva tecnológica.

Al estudiar la prospectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades dinámicas se pueden hacer inferencias sobre cómo implementar las prácticas de prospectiva. Una idea clave es la importancia de capacitar a los directivos de estas instituciones. En particular, los resultados enfatizan la necesidad de (a) dirigir la atención hacia el entorno al el mediano y largo plazo (Schoemaker, 1992); (b) entrenar en la toma de decisiones bajo incertidumbre (Courtney, Kirkland, & Vigerie, 1997); y (c) entrenar en la reconfiguración de recursos, una habilidad también enfatizada a través del creciente interés en usar

un lenguaje de modelo de negocio para permitir a las empresas sobrevivir a las transiciones (David J. Teece, 2017).

Eisenhardt y Martin (2000), identificaron equipos de I + D multifuncionales, rutinas de desarrollo de nuevos productos y rutinas de transferencia de tecnología o transferencia de conocimiento como elementos importantes, o microfundamentos, de las capacidades dinámicas. A este respecto, el presente trabajo sostiene que la prospectiva tecnológica, idealmente siendo multifuncional, puede ser percibida como un microfundamento de capacidades dinámicas, ya que estas capacidades determinan el grado de madurez de la prospectiva tecnológica.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

En un mundo en el que el cambio es cada vez más dinámico y se vuelve más difícil de prever, es particularmente relevante mejorar nuestra comprensión de cómo las organizaciones pueden desarrollar capacidades dinámicas para sobrevivir y mantenerse exitosas en una economía de ventaja transitoria. El presente estudio promueve la expectativa de que las capacidades dinámicas puede promover la prospectiva tecnológica. Una investigación futura podría centrarse en seguir explorando la interacción de ambos niveles. Dicha investigación es desafiante, ya que puede necesitar recurrir tanto a la ciencia organizacional como a las teorías de la ciencia psicológica, pero es clave para comprender cómo las organizaciones pueden volverse más adaptativas y más ágiles, a pesar de las preocupaciones justificadas sobre la racionalidad limitada y los prejuicios en la toma de decisiones.

También se puede concluir que existe una relación directa entre las capacidades dinámicas y la prospectiva tecnológica con respecto a la capacidad de aprovechar y transformar y en una menor medida en la capacidad de sensar. Esto es un primer paso importante para una integración más profunda de las capacidades de aprovechar y transformar, ya que es la comprensión reformulada de una organización de ambos conceptos que los amplía para crear una comprensión conceptual común. De esta manera, se pueden reducir las diferentes percepciones conceptuales entre los expertos en prospectiva, así como entre las instituciones.

Los hallazgos tienen varias implicaciones de las IES dentro del SNI. Cuando los principales cambios ambientales se subestiman o no se reconocen, las instituciones pueden arriesgarse a una deriva estratégica y perder su posición dentro del SNI. En el mundo de globalizado, en donde las IES son un factor fundamental dentro del SNI y por lo tanto en el desarrollo de un país, las instituciones no pueden confiar en procesos estáticos y bases rígidas de recursos ya que el entorno está en constante evolución dinámica. La base de recursos debe renovarse adecuadamente para renovar las ventajas competitivas. Para manejar

la incertidumbre ambiental, es importante que las instituciones posean un nivel alto de madurez de prospectiva tecnológica. La propia prospectiva tecnológica puede considerarse como una capacidad dinámica específica que permite a una organización detectar la necesidad de renovar su cartera de recursos. Por lo tanto, las instituciones necesitan comprender la relevancia y el significado de ambos conceptos. En las proposiciones, se dedujo una relación positiva entre los dos conceptos. Por lo tanto, una consideración conjunta puede conducir a un desempeño superior de ambos conceptos en las instituciones. Por lo tanto, se debería considerar a las capacidades dinámicas y a la prospectiva tecnológica colectivamente.

Una de las limitaciones más importantes del presente trabajo es el tamaño de los casos de estudio (4), que limitó el estudio de los cuatro niveles de madurez, ya que dentro de la muestra no existió alguna IES con un nivel de madurez 1. De igual forma, como se enfatizó en el marco teórico, la previsión, las capacidades dinámicas y la adaptación organizacional son fenómenos que se traducen en resultados solo después de un período de tiempo, por lo tanto, sería particularmente interesante aplicar una investigación longitudinal para replicar el presente estudio, por ejemplo, el estudio de Rohrbeck and Kum (2018) utilizó una diferencia de tiempo de 7 años entre el estudio del nivel de madurez y los resultados. Finalmente, otra limitación podría ser que usamos únicamente IES. Se podría argumentar que las este tipo de instituciones son particularmente fuertes en adoptar una visión a largo plazo y desarrollar capacidades dinámicas de generación de conocimiento y previsión debido a la propia naturaleza de este tipo de organizaciones. Esto no limita la capacidad de interpretación de los hallazgos del presente trabajo, pero aún sería valioso replicar el estudio en otros entornos empíricos para probar la solidez de los resultados.

Además, se adoptó una perspectiva de las capacidades dinámicas bastante estrecha que se enfoca en el propósito y los microfundamentos de las capacidades dinámicas, para un estudio exploratorio, este procedimiento es adecuado. Sin embargo, la investigación de las capacidades dinámicas revela un campo complejo con muchas más conceptualizaciones. Un ejemplo de esto es el

aprendizaje como base para las capacidades dinámicas, o dependencias de ruta que indican que las capacidades dinámicas dependen de las decisiones y rutinas previas de una organización, que no se han incluido en el estudio.

A pesar de estas limitaciones, este estudio exploratorio ofrece un primer análisis y alienta la investigación futura hacia una consideración conjunta de los conceptos de capacidades dinámicas y prospectiva tecnológica.

## REFERENCIAS

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The Journal of Economic History*, 46(2), 385-406.
- Albaum, G. (1997). The Likert scale revisited. *Market Research Society. Journal.*, 39(2), 1-21.
- Álvarez-Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología* (Vol. 2): México: Paidós.
- Ament, R. H. (1970). Comparison of Delphi forecasting studies in 1964 and 1969. *Futures*, 2(1), 35-44.
- Ansoff, I. (1980). Strategic issue management. *Strategic Management Journal*, 1(2), 131-148. doi:10.1002/smj.4250010204
- Antonelli, C. (2014). *The economics of innovation, new technologies and structural change*: Routledge.
- Archibugi, D., & Lundvall, B.-A. (2002). *The globalizing learning economy*: OUP Oxford.
- Barley, S. R. (1986). Technology as an occasion for structuring: Evidence from observations of CT scanners and the social order of radiology departments. *Administrative science quarterly*, 78-108.
- Barney, J. B. (2001). Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view. *Journal of management*, 27(6), 643-650.
- Bastidas, F. (2015). De la operacionalización de variables al protocolo de instrumentación de la investigación. *Algunos matices de investigación social*, 31-42.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
- Becker, P. (2002). *Corporate Foresight in Europe*. Retrieved from <http://www.foresight-platform.eu/wp-content/uploads/2011/04/EFMN-Brief-No.-82-Corporate-Foresight-in-Europe.pdf>
- Blind, K., Cuhls, K., & Grupp, H. (1999). Current Foresight Activities in Central Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, 60(1), 15-35. doi:10.1016/S0040-1625(98)00021-3
- Bonaccorsi, A., & Daraio, C. (2007). *Universities and strategic knowledge creation: Specialization and performance in Europe*: Edward Elgar Publishing.
- Brint, S., Riddle, M., Turk-Bicakci, L., & Levy, C. S. (2005). From the Liberal to the Practical Arts in American Colleges and Universities: Organizational Analysis and Curricular Change. *The Journal of Higher Education*, 76(2), 151-180. doi:10.1080/00221546.2005.11778909
- Brown, S. L., & Eisenhardt, K. M. (1997). The Art of Continuous Change: Linking Complexity Theory and Time-Paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations. *Administrative Science Quarterly*, 42(1), 1-34. doi:10.2307/2393807
- Brundenius, C., Lundvall, B.-Å., & Sutz, J. (2011). 11 The role of universities in innovation systems in developing countries: developmental university systems—empirical, analytical and normative perspectives. *Handbook of innovation systems and developing countries: Building domestic capabilities in a global setting*, 311.
- Buendía Eisman, L., Colás Bravo, M., & Hernández Pina, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*.

- Cabrero, E., Cárdenas, S., Arellano, D., & Ramírez, E. (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México: Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación. *Perfiles educativos*, 33, 187-199.
- Capron, L., Dussauge, P., & Mitchell, W. (1998). Resource redeployment following horizontal acquisitions in Europe and North America, 1988–1992. *Strategic Management Journal*, 19(7), 631-661. doi:10.1002/(sici)1097-0266(199807)19:7<631::Aid-smj963>3.0.Co;2-9
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1995). On the nature, function and composition of technology systems. *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*, 21-56.
- Chandy, R. K., & Tellis, G. J. (1998). Organizing for radical product innovation: The overlooked role of willingness to cannibalize. *Journal of marketing research*, 35(4), 474-487.
- Chesbrough, H. (2010). Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, 43(2), 354-363. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.010>
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., & West, J. (2006). *Open innovation: Researching a new paradigm*. Oxford University Press on Demand.
- Chung, S. (2002). Building a national innovation system through regional innovation systems. *Technovation*, 22(8), 485-491.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1-23. doi:10.1287/mnsc.48.1.1.14273
- Collins, P. L., Collins, C. J., & Montgomery, M. J. (1998). An investigation of the daily lived experiences of women with eating disorders: Implications for counselors. *College Student Affairs Journal*, 17(2), 56.
- Cooke, P., Uranga, M. G., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26(4-5), 475-491.
- Courtney, H., Kirkland, J., & Viguerie, P. (1997). Strategy under uncertainty. *Harvard Business Review*, 75(6), 67-79.
- David, P. A., & Foray, D. (2003). Economic fundamentals of the knowledge society. *Policy futures in education*, 1(1), 20-49.
- DeSanctis, G., & Poole, M. S. (1994). Capturing the complexity in advanced technology use: Adaptive structuration theory. *Organization Science*, 5(2), 121-147.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162.
- Dosi, G. (1988). Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(3), 1120-1171.
- Dosi, G. (1997). Opportunities, incentives and the collective patterns of technological change. *The economic journal*, 107(444), 1530-1547.
- Dosi, G., & Kaniovski, Y. (1994). On “badly behaved” dynamics. *Journal of Evolutionary Economics*, 4(2), 93-123.
- Drazin, R., & Van de Ven, A. H. (1985). Alternative forms of fit in contingency theory. *Administrative Science Quarterly*, 514-539.
- Dusa, A. (2019). *QCA with R: A Comprehensive Resource*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J. M., Puchet, M., Santiago, F., & Alexandre, V.-C. (2010). *El sistema nacional de innovación mexicano: estructuras, políticas, desempeño y desafíos*. Retrieved from <https://EconPapers.repec.org/RePEc:pra:mprapa:31982>
- Dutton, J. E., & Ottensmeyer, E. (1987). Strategic issue management systems: Forms, functions, and contexts. *Academy of management review*, *12*(2), 355-365.
- Edquist, C. (1996). *Systems of innovation approaches: their emergence and characteristics*: Univ.
- Edquist, C. (2001). *The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art*. Paper presented at the DRUID conference, Aalborg.
- Edquist, C., & Lundvall, B.-A. (1993). Comparing the Danish and Swedish systems of innovation. *National innovation systems: A comparative analysis*, 265-298.
- Eisenhardt, K. M. (1989). *Making Fast Decisions in High-Velocity Environments* (Vol. 32).
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. (2000). Dynamic Capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, *21*(10).
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*, *21*(10-11), 1105-1121. doi:10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::Aid-smj133>3.0.Co;2-e
- Ende, J. V. D., Mulder, K., Knot, M., Moors, E., & Vergragt, P. (1998). Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit. *Technological Forecasting and Social Change*, *58*(1-2), 5-21. doi:10.1016/S0040-1625(97)00052-8
- Evenson, R. E., & Westphal, L. E. (1995). Technological change and technology strategy. *Handbook of development economics*, *3*, 2209-2299.
- Feldman, M., & Desrochers, P. (2003). Research Universities and Local Economic Development: Lessons from the History of the Johns Hopkins University. *Industry and Innovation*, *10*(1), 5-24. doi:10.1080/1366271032000068078
- Feria, V., & Hidalgo, A. (2011). *Towards a transfer model of scientific and technological knowledge: the case of Mexico*. Paper presented at the Proceedings of the 20th IAMOT Conference. Miami.
- Foray, D. (1997). Generation and distribution of technological knowledge: Incentives, norms, and institutions. *Edquist C., Systems Of Innovation, Pinter, London And Washington*, 64-85.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, *19*(1), 5-24. doi:10.1093/oxfordjournals.cje.a035309
- Freeman, C., & Perez, C. (1988). Structural crises of adjustment: business cycles. *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter.
- Fritsch, M., & Slavtchev, V. (2007). Universities and Innovation in Space. *Industry and Innovation*, *14*(2), 201-218. doi:10.1080/13662710701253466
- Galindo Melero, J., Sanz Angulo, P., & De Benito Martín, J. J. (2011). LA UNIVERSIDAD ANTE EL RETO DE LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO 2.0: ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DIGITALES A DISPOSICIÓN DEL GESTOR DE TRANSFERENCIA. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, *17*(3), 111-126. doi:[https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60123-3](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60123-3)

- Gallagher, K. S., Grübler, A., Kuhl, L., Nemet, G., & Wilson, C. (2012). The energy technology innovation system. *Annual review of environment and resources*, 37, 137-162.
- Galli, R., & Teubal, M. (1997). Paradigmatic shifts in national innovation systems. *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, 342-370.
- Garzón Castrillón, M. A. (2015). Modelo de capacidades dinámicas. *Dimensión Empresarial*, 13(1), 111-131.
- Gluck, F. W., Kaufman, S. P., & Walleck, A. S. (1980). Strategic management for competitive advantage. *Harvard Business Review*, 58(4), 154-161.
- Gordon, T. J., & Hayward, H. (1968). Initial experiments with the cross impact matrix method of forecasting. *Futures*, 1(2), 100-116.
- Gulbrandsen, M., & Slipersaeter, S. (2007). The third mission and the entrepreneurial university model. *Universities and strategic knowledge creation*, 112-143.
- Hansen, J. A., & Lehmann, M. (2006). Agents of change: universities as development hubs. *Journal of Cleaner Production*, 14(9), 820-829. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.048>
- Hanson, N. (1977). *Observación y explicación: guía de la filosofía de la ciencia. Patrones de descubrimiento*: Trad. Enrique García Camarero. Madrid: Alianza Universidad.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
- Helfat, C. E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, M., Singh, H., Teece, D., & Winter, S. (2007). Dynamic capabilities: foundations. *Dynamic capabilities: Understanding strategic change in organizations*, 30-45.
- Helmer, O. (1972). Cross-impact gaming. *Futures*, 4(2), 149-167.
- Hidalgo, A., & León, G. (2006). La importancia del conocimiento científico y tecnológico en el proceso innovador. *Revista madri+ d*, 39(1), 7-20.
- Hockfield Malandra, G. (2008). Accountability and learning assessment in the future of higher education. *On the Horizon*, 16(2), 57-71. doi:10.1108/10748120810874478
- Höjer, M., & Mattsson, L.-G. (2000). Determinism and backcasting in future studies. *Futures*, 32(7), 613-634.
- Horton, A. (1999). A simple guide to successful foresight. *Foresight*, 1(1), 5-9. doi:10.1108/14636689910802052
- Intarakumnerd, P., Chairatana, P.-a., & Tangchitpiboon, T. (2002). National innovation system in less successful developing countries: the case of Thailand. *Research Policy*, 31(8-9), 1445-1457.
- Jaffe, A. B. (1989). Real effects of academic research. *American economic review*, 79(5), 957-970.
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B.-Å., & Lundvall, B. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *The learning economy and the economics of hope*, 155.
- Jissink, T., Huizingh, E. K., & Rohrbeck, R. (2014). *Corporate foresight: antecedents and contributions to innovation performance*. Paper presented at the ISPIM Conference Proceedings.
- Johnson, A. (2001). *Functions in innovation system approaches*. Paper presented at the Nelson and Winter Conference, Aalborg, Denmark.

- Kelley, D. (2009). Adaptation and organizational connectedness in corporate radical innovation programs. *Journal of Product Innovation Management*, 26(5), 487-501.
- Kelo, M. (2006). The Future of the University. *Translating Lisbon into Practice*. Bonn: Lemmens.
- Kemp, R. (1994). Technology and the transition to environmental sustainability: the problem of technological regime shifts. *Futures*, 26(10), 1023-1046.
- Kess, P., Phusavat, K., & Takala, J. (2008). Managing external knowledge: framework for organisational life cycles. *International Journal of Innovation and Learning*, 5(3), 255-265. doi:10.1504/ijil.2008.017361
- Kirzner, I. M. (1973). *Competition and entrepreneurship*. Chicago, IL: University of Chicago press.
- Krugman, P. (1994). The fall and rise of development economics. *Rethinking the development experience: Essays provoked by the work of Albert O. Hirschman*, 39-58.
- Krugman, P. (1998). What's new about the new economic geography? *Oxford review of economic policy*, 14(2), 7-17.
- Laursen, K., & Salter, A. (2004). Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation? *Research Policy*, 33(8), 1201-1215. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.004>
- Legewie, N. (2013). An Introduction to Applied Data Analysis with Qualitative Comparative Analysis. 2013, 14(3). doi:10.17169/fqs-14.3.1961
- Levinthal, D. (1996). Learning and Schumpeterian dynamics *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise* (pp. 27-41): Springer.
- Lichtenthaler, U. (2005). External commercialization of knowledge: Review and research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 7(4), 231-255.
- Liu, X., & White, S. (2001). Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context. *Research Policy*, 30(7), 1091-1114.
- Lundvall, B.-Å. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to national systems of innovation. *Technical change and economic theory*.
- Lundvall, B.-Å. (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning* (Vol. 2): Anthem press.
- Lundvall, B.-Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31(2), 213-231. doi:[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00137-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00137-8)
- MacKay, B., & McKiernan, P. (2004). The role of hindsight in foresight: refining strategic reasoning. *Futures*, 36(2), 161-179. doi:10.1016/S0016-3287(03)00147-2
- Makadok, R., & Coff, R. (2002). The theory of value and the value of theory: Breaking new ground versus reinventing the wheel: JSTOR.
- Mansfield, E. (1991). Academic research and industrial innovation. *Research Policy*, 20(1), 1-12. doi:[https://doi.org/10.1016/0048-7333\(91\)90080-A](https://doi.org/10.1016/0048-7333(91)90080-A)
- March, J. G. (1991). Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87. doi:10.1287/orsc.2.1.71
- March, J. G. (1996). Continuity and change in theories of organizational action. *Administrative science quarterly*, 278-287.
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2010). *Qualitative research design*: Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

- Martin, B. R. (1995). Foresight in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(2), 139-168. doi:10.1080/09537329508524202
- Melese, T., Lin, S. M., Chang, J. L., & Cohen, N. H. (2009). Open innovation networks between academia and industry: an imperative for breakthrough therapies. *Nature Medicine*, 15, 502. doi:10.1038/nm0509-502
- Metcalfe, S. (2007). 15 Innovation systems, innovation policy and restless capitalism. *This page intentionally left blank*, 441.
- Miguélez, M. M. (2006). Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa. *Paradigma*, 27(2), 7-33.
- Miles, I. (2010). The development of technology foresight: A review. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(9), 1448-1456. doi:10.1016/j.techfore.2010.07.016
- Mittelstaedt Jr, R. E. (1992). Benchmarking: How to learn from best-in-class practices. *National Productivity Review*, 11(3), 301-315.
- Molas-Gallart, J., & Castro-Martínez, E. (2007). Ambiguity and conflict in the development of 'Third Mission' indicators. *Research Evaluation*, 16(4), 321-330. doi:10.3152/095820207x263592
- Montesinos, P., Carot, J. M., Martínez, J. M., & Mora, F. (2008). Third mission ranking for world class universities: Beyond teaching and research. *Higher education in Europe*, 33(2-3), 259-271.
- Mosakowski, E., & McKelvey, B. (1997). Predicting rent generation in competence-based competition. *Competence-based strategic management*, 65, 65-85.
- Motohashi, K. (2005). University–industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System. *Research Policy*, 34(5), 583-594.
- Müller, A. W. (2008). *Strategic Foresight: Prozesse strategischer Trend- und Zukunftsforschung in Unternehmen*. Verlag nicht ermittelbar.
- Müller-Stewens, G., & Müller, A. (2010). Strategic Foresight – Trend- und Zukunftsforschung als Strategieinstrument. In M. Reimer & S. Fiege (Eds.), *Perspektiven des Strategischen Controllings: Festschrift für Professor Dr. Ulrich Krystek* (pp. 239-257). Wiesbaden: Gabler.
- Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*: Oxford University Press on Demand.
- Nelson, R. R. (2002). Technology, institutions, and innovation systems. *Research Policy*, 31(2), 265-272. doi:[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00140-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00140-8)
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). The Schumpeterian tradeoff revisited. *The American Economic Review*, 72(1), 114-132.
- Niosi, J., Saviotti, P., Bellon, B., & Crow, M. (1993). National systems of innovation: in search of a workable concept. *Technology in Society*, 15(2), 207-227. doi:[https://doi.org/10.1016/0160-791X\(93\)90003-7](https://doi.org/10.1016/0160-791X(93)90003-7)
- Nooteboom, B. (2000). *Learning and innovation in organizations and economies*: OUP Oxford.
- Padilla-Meléndez, A., & Garrido-Moreno, A. (2012). Open innovation in universities: What motivates researchers to engage in knowledge transfer exchanges? *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 18(4), 417-439. doi:doi:10.1108/13552551211239474

- Partha, D., & David, P. A. (1994). Toward a new economics of science. *Research Policy*, 23(5), 487-521.
- Pérez, C. (1996). Nueva concepción de la tecnología y sistema nacional de innovación. *Cuadernos de CENDES*, 13(31), 9-33.
- Pérez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil.
- Pérez, C. (2005). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*: Siglo XXI.
- Perkmann, M., & Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259-280.
- Polanyi, M. (1967). The growth of science in society. *Minerva*, 5(4), 533-545. doi:10.1007/bf01096782
- Porter, M. E. (1989). From competitive advantage to corporate strategy *Readings in strategic management* (pp. 234-255): Springer.
- Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985). How information gives you competitive advantage: Harvard Business Review Reprint Service.
- Preece, D., McLoughlin, I., & Dawson, P. M. (2000). *Technology, Organizations and Innovation: Critical Perspectives on Business and Management: Volume IV: Towards' Real Virtuality'?* : Routledge.
- Priem, R. L., & Butler, J. E. (2001). Is the Resource-Based “View” a Useful Perspective for Strategic Management Research? *Academy of management review*, 26(1), 22-40. doi:10.5465/amr.2001.4011928
- PROMEXICO. (2017). Informe Global LATAM. Retrieved from México <http://www.promexico.gob.mx/documentos/publicaciones/icex-informe-global-latam.pdf>
- Rader, M., & Porter, A. (2008). Fitting future-oriented technology analysis methods to study types *Future-Oriented Technology Analysis* (pp. 25-40): Springer.
- Reger, G. (2001). Technology Foresight in Companies: From an Indicator to a Network and Process Perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, 13(4), 533-553. doi:10.1080/09537320127286
- Renfro, W. L. (1987). FUTURE HISTORIES-A NEW APPROACH TO SCENARIOS. *Futurist*, 21(2), 38-41.
- Rihoux, B. (2006). Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Systematic Comparative Methods:Recent Advances and Remaining Challenges for Social Science Research. *International Sociology*, 21(5), 679-706. doi:10.1177/0268580906067836
- Rohrbeck, R. (2010). *Corporate Foresight: Towards a Maturity Model for the Future Orientation of a Firm*. Berlín: Springer-Verlag.
- Rohrbeck, R., & Kum, M. E. (2018). Corporate foresight and its impact on firm performance: A longitudinal analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 105-116. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.013>
- Rohrbeck, R., & Schwarz, J. O. (2013). The value contribution of strategic foresight: Insights from an empirical study of large European companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1593-1606.
- Rojas, M. D. (2018). *LA TERCERA MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD: EVOLUCIÓN Y DIVERSAS ACTIVIDADES*. Universidad Autónoma de Sinaloa México.

- Schneider, C. Q., & Wagemann, C. (2012). *Set-theoretic methods for the social sciences: A guide to qualitative comparative analysis*: Cambridge University Press.
- Schoemaker, P. J. H. (1992). How to Link Strategic Vision to Core Capabilities. *MIT Sloan Management Review*, 34(1), 67-81.
- Schumpeter, J. A. (1935). The Analysis of Economic Change. *The Review of Economics and Statistics*, 17(4), 2-10. doi:10.2307/1927845
- Silverberg, G., Dosi, G., & Orsenigo, L. (1988). Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model. *The Economic Journal*, 98(393), 1032-1054.
- Slaughter, R. A. (1998). Futures Studies as an Intellectual and Applied Discipline. *Futures Studies as an Intellectual and Applied Discipline*, 42(3), 372-385. doi:10.1177/0002764298042003008
- Smits, R., & Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. *International journal of foresight and innovation policy*, 1(1-2), 4-32.
- Spencer, J. W. (2001). How Relevant is University-Based Scientific Research to Private High-Technology Firms? A United States–Japan Comparison. *Academy of Management Journal*, 44(2), 432-440. doi:10.5465/3069465
- Sporn, B. (1999). Towards more adaptive universities: Trends of institutional reform in Europe. *Higher Education in Europe*, 24(1), 23-33.
- Talke, K. (2007). Corporate mindset of innovating firms: Influences on new product performance. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(1-2), 76-91.
- Teece, D. J. (2007). EXPLICATING DYNAMIC CAPABILITIES: THE NATURE AND MICROFOUNDATIONS OF (SUSTAINABLE) ENTERPRISE PERFORMANCE. *Strategic Management Journal*, 28(1), 1319-1350. doi:10.1002/smj.640
- Teece, D. J. (2017). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Tetnowski, J. (2015). Qualitative case study research design. *Perspectives on Fluency and Fluency Disorders*, 25(1), 39-45.
- Tidd, J. (2000). The Competence Cycle: Translating Knowledge. *From knowledge management to strategic competence: Measuring technological, market and organizational innovation*, 3, 1.
- Tsoukas, H., & Shepherd, J. (2009). *Managing the future: Foresight in the knowledge economy*: John Wiley & Sons.
- Van de Ven, A. H., & Poole, M. S. (1995). Explaining development and change in organizations. *Academy of management review*, 20(3), 510-540.
- Veugelers, R., & Del Rey, E. (2015). The contribution of universities to innovation, (regional) growth and employment (pp. 70 p.). [Munich]: EENEE.
- Visser, M. P., & Chermack, T. J. (2009). Perceptions of the relationship between scenario planning and firm performance: A qualitative study. *Futures*, 41(9), 581-592.
- Volberda, H. W., & Baden-Fuller, C. (1998). Strategic renewal and competence building: Four dynamic mechanisms. *Strategic Flexibility. Managing in a turbulent environment*. Chichester ua, 371-389.
- Will, M. (2008). Talking about the future within an SME?: Corporate foresight and the potential contributions to sustainable development. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 19(2), 234-242. doi:doi.org/10.1108/14777830810856618

- Winter, S. G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10), 991-995. doi:10.1002/smj.318
- Yusuf, S., & Nabeshima, K. (2006). *How universities promote economic growth*: The World Bank.
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). The net-enabled business innovation cycle and the evolution of dynamic capabilities. *Information Systems Research*, 13(2), 147-150.
- Zollo, M., & Winter, S. G. (2002). Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, 13(3), 339-351. doi:10.1287/orsc.13.3.339.2780
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (1997). Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm. *Research Policy*, 26(4-5), 429-446.

# ANEXO 1. Encuesta

The image shows two screenshots of a Google Forms survey. The top screenshot displays the title and introductory text, while the bottom screenshot shows the first four questions of the survey.

## Prospectiva tecnológica en las IES: un enfoque desde las Capacidades Dinámicas

El presente cuestionario se deriva de una investigación doctoral que parte de la premisa de la prospectiva tecnológica como una capacidad dinámica. El objetivo de dicho instrumento es determinar el tipo de capacidad dinámica respecto a las actividades de prospectiva tecnológica efectuadas por las IES así como el grado de maduración de las mismas.

Dicho instrumento se divide en 3 partes: 1) información sociodemográfica de la institución como del encuestado, 2) información sobre los procesos de prospectiva tecnológica dentro de las IES, que permitan identificar el tipo de capacidad dinámica desarrollada así como 3) el nivel de maduración de esas capacidades

**\*Obligatorio**

Nombre de la Institución a la que pertenece \*

Tu respuesta

Tipo de Institución \*

Pública

Privada

Cargo o puesto asignado dentro de la IES \*

Tu respuesta

Tiempo laborando en la institución \*

0 a 5 años

6 a 10 años

11 a 15 años

16 a 20 años

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmEIfp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmjlyXN5I5yQH\_6qVA/viewform

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud ::EDUMOVIL:: Sipiit Evaluación docente

**Tiempo laborando en la institución \***

- 0 a 5 años
- 6 a 10 años
- 11 a 15 años
- 16 a 20 años
- Más de 20 años

**Área dentro de la institución a la que pertenece \***

Tu respuesta \_\_\_\_\_

**Rol que tiene dentro de los proyectos de investigación \***

- Colaborador
- Responsable
- Auxiliar
- Otro

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmEIfp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmjlyXN5I5yQH\_6qVA/viewform

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud ::EDUMOVIL:: Sipiit Evaluación docente

**Línea de investigación en la que se desarrolla: \***

Tu respuesta \_\_\_\_\_

**Grado Académico \***

- Licenciatura
- Especialidad
- Maestría
- Doctorado
- Posdoctorado
- No cuenta con grado académico

Siguiente Página 1 de 3

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

[Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios

Procesos de Prospectiva Tecnológica dentro de la IES

Seleccione la opción que conteste la pregunta

Uso de la información \*

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Se monitorea constantemente las investigaciones desarrolladas en otras universidades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se monitorea constantemente el desarrollo tecnológico en entidades externas a la universidad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se monitorea constantemente los cambios políticos a nivel regional,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se monitorea constantemente los cambios socioculturales.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los monitoreos del ambiente externo son realizados tanto a largo como corto plazo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para realizar el monitoreo del ambiente externo se utilizan una gran variedad de fuentes de información.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para realizar el monitoreo del ambiente externo se tienen contactos exclusivos de la institución como empresas o contactos personales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prospectiva tecnológica en las ...

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmEIfp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmjlyXN5I5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud EDUMOVIL: Silit Evaluación docente

### Método de sofisticación \*

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Se utilizan métodos de prospectiva tecnológica (método Delphi, panel de expertos, lluvia de ideas, bibliometría, extrapolación, modelos causales, etc.) que permiten integrar perspectivas de mercado y tecnología, así como diferentes horizontes de tiempo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se utilizan métodos de prospectiva tecnológica (método Delphi, panel de expertos, lluvia de ideas, bibliometría, extrapolación, modelos causales, etc.) que permiten la comunicación interna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se utilizan métodos de prospectiva tecnológica (método Delphi, panel de expertos, lluvia de ideas, bibliometría, extrapolación, modelos causales, etc.) que permiten la comunicación externa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se tienen métodos de					

Se tienen métodos de prospectiva tecnológica (método Delphi, panel de expertos, lluvia de ideas, bibliometría, extrapolación, modelos causales, etc.) identificados para poder resolver problemas específicos.

Los métodos de prospectiva tecnológica (método Delphi, panel de expertos, lluvia de ideas, bibliometría, extrapolación, modelos causales, etc.) que se utilizan se han escogido con base a las necesidades

	<input type="radio"/>				
	<input type="radio"/>				

**Personas y redes \***

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las personas que realizan las actividades de prospectiva tecnológica tienen un amplio conocimiento mas allá de su área de especialización (Ej. Conocimientos financieros, administrativos, de mercado etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se cuentan con redes internas solidas para desarrollar prospectiva tecnológica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se cuentan con redes externas solidas para	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se cuentan con redes externas solidas para desarrollar prospectiva tecnológica.

Los conocimientos generados por la prospectiva son difundidos de manera rápida en toda la institución.

Los conocimientos generados por la prospectiva son difundidos principalmente de manera formal.

Los conocimientos generados por la prospectiva son difundidos principalmente de manera informal.

**Organización \***

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las actividades de prospectiva están basadas en problemas (es decir, dirigidas por una pregunta específica).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existen actividades continuas de prospectiva (por ejemplo, exploración de tecnologías emergentes con potencial disruptivo).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las actividades de prospectiva se desencadenan de arriba hacia abajo (por ejemplo, por directores).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmEIfp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmilyXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud ::EDUMOVIL:: Silit Evaluación docente

Las actividades de prospectiva se desencadenan de arriba hacia abajo (por ejemplo, por directores o rectoría).

Las actividades de prospectiva se desencadenan de abajo hacia arriba (por ejemplo, por alumnos o profesores).

Las actividades de prospectiva están ligadas a la filosofía organizacional de la institución.

Las actividades de prospectiva están dirigidas a un mercado (se busca que las invenciones

Todos los investigadores de la institución son responsables de escanear el ambiente externo.

En la institución existen incentivos que recompensan la búsqueda de cambios

**Cultura \***

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
En la institución la información creada por la prospectiva se comparte libremente entre investigadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmElFp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmlyXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud EDUMOVIL: Sigit Evaluación docente

comparte libremente entre investigadores y niveles jerárquicos.

La institución fomenta la construcción y el mantenimiento de una red externa

La mayoría de los investigadores en la institución están monitoreando activamente la periferia.

Atrás Siguiente

Página 2 de 3

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmElFp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmlyXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud EDUMOVIL: Sigit Evaluación docente

**Nivel de maduración**

Seleccione la opción que conteste la pregunta

**Sensar \***

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La institución conoce las tendencias tecnológicas de las líneas de investigación que desarrolla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De manera periódica la institución revisa en fuentes bibliográficas las nuevas tendencias tecnológicas vinculadas con sus líneas de investigación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La institución					

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmE1Fp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmilyXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud ::EDUMOVIL:: Sipit Evaluación docente

La institución tiene informantes clave externos a ésta (empresas, gobierno, centros de investigación, otras IES, etc.) con los que intercambia información acerca de las nuevas tendencias tecnológicas vinculadas con sus líneas de investigación.

La institución cuenta con una área o persona(s) especializada(s) en detectar tendencias y reunir información acerca de las líneas de investigación que se desarrollan.

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmE1Fp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmilyXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud ::EDUMOVIL:: Sipit Evaluación docente

La institución cuenta con convenios con repositorios bibliográficos nacionales y/o internacionales donde se pueden consultar investigaciones recientes acerca de las líneas de investigación que desarrolla la institución.

Se tiene un proceso o sistema formal para revisar de manera periódica las tendencias acerca de las líneas de investigación que desarrolla la institución.

Se asiste de manera periódica a ferias y/o congresos

Se asiste de manera periódica a ferias y/o congresos relacionados con las líneas de investigación que desarrolla la institución.

Se tienen técnicas o procesos formales para analizar los datos recabados.

Se tienen claros los objetivos al momento de interpretar la información.

Se tienen identificadas las personas clave para interpretar la información recabada.

**Apropiar \***

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La información recabada acerca de las nuevas tendencias sirve para tomar decisiones acerca de las líneas de investigación que se desarrollan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se ha llegado a abrir nuevas líneas de investigación gracias a la información recopilada acerca de las nuevas tendencias.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se ha llegado a replantear las líneas de					

Se ha llegado a replantear las líneas de investigación ya existentes gracias a la información recopilada acerca de las nuevas tendencias.

Se ha llegado a eliminar líneas de investigación ya existentes gracias a la información recopilada acerca de las nuevas tendencias.

Se han realizado alianzas estratégicas con actores externos a la institución debido a las nuevas tendencias identificadas.

Existe un área específica y/o persona(s) encargadas de evaluar las estrategias de investigación de la institución.

Se han cambiado las estrategias de investigación debido a cambios identificados en las nuevas tendencias tecnológicas.

Se tienen claros los objetivos a futuro de las líneas de investigación que desarrolla la institución.

Se ha cambiado el rumbo de investigaciones en curso debido a nuevas tendencias.

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmEIfp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmlijXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICTY iCloud ::EDUMOVIL:: Silit Evaluación docente

Se han cancelado investigaciones debido a nuevas tendencias identificadas.

Transferir \*

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Se han abierto nuevos programas educativos debido a las nuevas tendencias identificadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se han cancelado programas educativos de acuerdo a las tendencias identificadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se han reestructurado programas educativos de acuerdo a las tendencias identificadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se han patentado invenciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se tienen diseños industriales registrados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmEIfp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmlijXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICTY iCloud ::EDUMOVIL:: Silit Evaluación docente

Se han reestructurado programas educativos de acuerdo a las tendencias identificadas

Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se han patentado invenciones.

Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas, se tienen diseños industriales registrados.

Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas

Prospectiva tecnológica en las

docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXivRkmElFp13Bk-C2NLTGeFOxt9AYWmlijXN5i5yQH\_6qVA/formResponse

Aplicaciones LICENCIATURAS... VIRTUAL UAQ WIPO curso Basecamp Sci-Hub pearson digital SIICYT iCloud ::EDUMOVIL:: Sipiit Evaluación docente

Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas se ha creado una spin-off.

Como resultado de investigaciones abiertas debido a las nuevas tendencias detectadas se ha colaborado en la creación de una start-up.

La institución participa constantemente en debates acerca del rumbo que debe tomar la I+D a nivel regional o nacional

La institución forma parte de

constantemente en debates acerca del rumbo que debe tomar la I+D a nivel regional o nacional

La institución forma parte de algún órgano o institución gubernamental donde se dicten las políticas de crecimiento regionales o nacionales

¡ Gracias por su tiempo !

Atrás Enviar

Página 3 de 3

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios