

# PROSPECTIVA TECNOLÓGICA COMO UNA CAPACIDAD DINÁMICA EN LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN. CASO DE ESTUDIO CIDETEQ (Technological foresight as a dynamic capability in research centers. Case study CIDETEQ)

Carla Bermúdez Peña

carla.bermudez@uaq.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4728-7080>

Universidad Autónoma de Querétaro,  
México

Francisco Flores Agüero

francisco.flores@uaq.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6708-8401>

Universidad Autónoma de Querétaro,  
México



**RESUMEN.** En la actualidad, las organizaciones deben estar preparadas para los cambios tecnológicos que les presenta su entorno y anticiparse a estos cambios para ajustar su estrategia tecnológica, esto se logra a través de la prospectiva tecnológica. El presente trabajo tiene como objetivo analizar como la prospectiva tecnológica puede ser una capacidad dinámica de una organización, específicamente de un centro de investigación. Para la presente investigación se tomó como caso de estudio el área de electroquímica del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ). Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los actores principales encargados de la prospectiva tecnológica. Se identificaron cinco características en común entre las capacidades dinámicas y la prospectiva tecnológica, estas características son: son una capacidad construida y no comprada, integran recursos, reconfiguran recursos, ganan recursos y permiten a las organizaciones adaptarse y crear cambios en el entorno. Se concluye que la prospectiva tecnológica es una capacidad dinámica construida capaz de integrar, reconfigurar y ganar recursos que permite adaptarse al entorno de una organización.

**Palabras clave:** capacidades dinámicas, centros de investigación, entorno dinámico, prospectiva tecnológica.

**ABSTRACT.** Currently, organizations must be prepared for the technological changes presented by their environment and anticipate these changes to adjust their technological strategy, this is achieved through technological foresight. The present work aims to analyze how technological foresight can be a dynamic capacity of an organization, specifically a research center. For the present investigation, the electrochemistry area of the Center for Research and Technological Development in Electrochemistry (CIDETEQ) was taken as a case study. Semi-structured interviews were carried out with the main actors in charge of technological foresight. Five characteristics are identified in common between dynamic capabilities and technological foresight. These characteristics are: they are a built and not purchased capacity, they integrate resources, reconfigure resources, gain resources and allow organizations to adapt and create changes in the environment. It is concluded that technological foresight is a dynamic capacity built capable of integrating, reconfiguring and gaining resources that allows it to adapt to the environment of an organization.

**Keywords:** dynamic capabilities, technological foresight, dynamic environment, research centers.

Recibido: 02/06/2021

Aceptado: 30/07/2021

Bermúdez Peña, C. y Flores Agüero, F. (2021). Prospectiva tecnológica como una capacidad dinámica en los centros de investigación. Caso de estudio CIDETEQ. *SUMMA. Revista disciplinaria en ciencias económicas y sociales*, 3(2), 1-26. DOI: [www.doi.org/10.47666/summa.3.2.30](http://www.doi.org/10.47666/summa.3.2.30)

## **1. Introducción.**

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 ésta 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). Actualmente, este cambio se presenta en ciclos, donde las organizaciones experimentan periodos largos en los cuales el cambio organizacional es pausado e incremental; sin embargo, cada cierto tiempo el entorno se transforma de manera abrupta, por lo que las organizaciones deben implementar cambios radicales de manera constante (Amis, 2018; Ericsson, 2020).

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 3) el conflicto entre los administradores de la organización, creando interrupción en el proceso de toma de decisiones. Por lo tanto, es trascendental que las organizaciones cuenten con rutinas confiables, que busque entender las problemáticas particulares de cada organización planteado las diferentes alternativas y anticipando sus consecuencias (Wenzel, et al, 2020).

Como 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 empresas 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 cual 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 empresa, de acuerdo al enfoque de estudio.

Reger (2001) define la prospectiva tecnológica como 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. El enfoque que utiliza es de un proceso que va desde el monitoreo tecnológico, la vigilancia tecnológica, la previsión tecnológica, la exploración tecnológica y la evaluación de la tecnología, entre otras.

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).

Específicamente, prospectiva facilita las capacidades cognitivas de la organización para detectar las oportunidades emergentes y los riesgos y permiten a la empresa aprender sobre su entorno cambiante (Rhisart, et al, 2015). Por lo tanto, se argumenta que las técnicas y prácticas de prospectiva representan antecedentes importantes de capacidades dinámicas, ya que mejoran la flexibilidad organizacional y el aprendizaje cuando las empresas se enfrentan a la incertidumbre (Vecchiato, 2015).

Aunque la influencia de la prospectiva tecnológica en las capacidades dinámicas de las organizaciones ha sido reconocida por una gran cantidad de investigaciones, la evidencia empírica en los centros de investigación aún es limitada, ya que la literatura existente sobre la relación entre la prospectiva tecnológica y las capacidades dinámicas se basa principalmente en estudios de casos en empresas, por ejemplo: Major, et al, (2001); Ramírez, et al, (2013); Rhisart, et al. (2015); Vecchiato (2015); Yoon, et al, (2018); Semke y Tiberius (2020). Al ser la

prospectiva tecnológica una actividad fundamental en los centros de investigación se hace pertinente estudiar cómo integrar la prospectiva tecnológica a las capacidades centrales de los centros de investigación como un conjunto de conocimientos que ayude a detectar, interpretar y responder a los cambios científicos y tecnológicos que afecten directamente a las líneas de investigación de una organización (Castillo y López, 2021).

El objetivo del presente trabajo es entender el concepto de prospectiva tecnológica dentro de la perspectiva de las capacidades dinámicas en los centros de investigación, considerando a las capacidades dinámicas como las rutinas organizativas y estratégicas con las cuáles las empresas logran nuevas configuraciones de recursos a medida que los mercados surgen, chocan, se dividen, evolucionan y mueren (Eisenhardt y Martin, 2000). Al poder relacionar estos dos conceptos, la prospectiva tecnológica pasará a formar parte de las actividades esenciales de una organización y no solo ser vista como una actividad complementaria. Esto permitirá a las organizaciones 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 empresa para detectar la necesidad de renovar y reconfigurar los recursos de la organización, sobre todo en los centros de investigación, la importancia de los activos intangibles, incluido el capital intelectual y la gestión del conocimiento, es superior a los demás activos convencionales, como dinero, terrenos, maquinaria, etc. (Zahedi y Papoli, 2018). Por lo anterior, la prospectiva tecnológica puede ser considerada como una capacidad dinámica que permita integrar, reconfigurar, obtener y liberar recursos, para igualar e incluso crear cambios en el mercado.

## **2. Fundamentación teórica.**

### **2.1. Prospectiva tecnológica.**

La prospectiva tecnológica 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, et al, 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. 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 y McKiernan, 2004; Rohrbeck, 2010; Slaughter, 1998). Para la presente investigación se estudiará a la prospectiva 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 conciencias y formular respuestas efectivas que ayuden a la supervivencia de la empresa 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 con Martin (1995) las empresas normalmente se centran en una de estas funciones intermedias:

a) Inteligencia anticipatoria. La prospectiva provee antecedentes, consejos generales futuros y alertas tempranas de los desarrollos más recientes.

- b) Ajuste de dirección (Direction-setting). Se establecen lineamientos generales para la estrategia corporativa pero sin un involucramiento directo en la toma de decisiones.
- c) Determinación de prioridades. La prospectiva sirve para identificar las líneas de I+D en donde la organización deberá invertir.
- d) 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.

## **2.2. La prospectiva tecnológica dentro de las organizaciones.**

En las organizaciones la prospectiva tecnológica no es una actividad estructurada y sistemática, por lo tanto no existen actividades plenamente definidas que en su conjunto construyan el concepto de prospectiva tecnológica. Sin embargo, Reger (2001) logró identificar algunas fases comunes entre las diferentes organizaciones.

a) 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 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.

b) 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.

c. Filtrar, analizar e interpretar la información. La información recolectada debe 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; una vez determinada la información de relevancia esta 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.

d) 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.

Para las empresas, las capacidades dinámicas incluyen las funciones de identificar el mercado y el cambio tecnológico, anticipar estos desarrollos e implementar medios de acción en una etapa temprana con el objetivo de alterar la base de recursos. Las capacidades dinámicas permiten a las organizaciones crear, ampliar, actualizar, proteger y mantener de forma continua la base de activos única de la empresa, lo que constituye la capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas para abordar entornos que cambian rápidamente (Semke y Tiberius, 2020)

### **2.3. La prospectiva tecnológica bajo la teoría basada en recursos (Resource-Based View).**

La teoría basada en recursos se fundamenta en el concepto central de que la habilidad que tienen las empresas para competir exitosamente contra sus rivales depende de ciertos recursos estratégicos

---

de la empresa (Wernerfelt, 1984). Para que estos recursos puedan generar una ventaja competitiva deben de ser: 1) valiosos, 2) raros y escasos, 3) no imitables y 4) no sustituibles (Eisenhardt y Martin, 2000). Al usar estos recursos las empresas pueden crear una ventaja competitiva sostenible creando estrategias que los competidores no pueden imitar de manera fácil (Salvato y Vassolo, 2018).

En sentido 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 (Schwarz, et al, 2019). De igual forma los sistemas de prospectiva tecnológica son raros ya que su implementación no es una tarea fácil y pocas empresas 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. Finalmente se afirma 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).

#### **2.4. Perspectiva de las capacidades dinámicas.**

El enfoque basado en recursos (RBV por sus siglas en inglés) propone que la ventaja competitiva se obtiene principalmente por contar con recursos valiosos, raros, inimitables y no sustituibles. El RBV ayuda a explicar de una manera general como una empresa logra obtener una ventaja competitiva. Sin embargo la teoría de este enfoque no es capaz de explicar en detalle como una empresa puede obtener una ventaja competitiva en un ambiente dinámico (Eisenhardt y Martin, 2000). Debido a que los recursos están basados en el contexto de las organizaciones, su valor depende de las características del entorno. No obstante, 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 (Teece, et al, 1997; Teece, 2017).

Para poder explicar cómo 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 (Teece, 2017). 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 (Teece, et al., 1997). De igual forma, 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. Así mismo, Bravo y Herrera (2009) sugieren que los procesos bajo los cuales se desarrollan las capacidades dinámicas deben de estar basados en cuatro tipos de recursos: recursos humanos, liderazgo, estructuras organizacionales y la cultura organizacional.

Otros estudios desarrollan y clarifican los conceptos de capacidades dinámicas. Eisenhardt y 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, Eisenhardt y 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

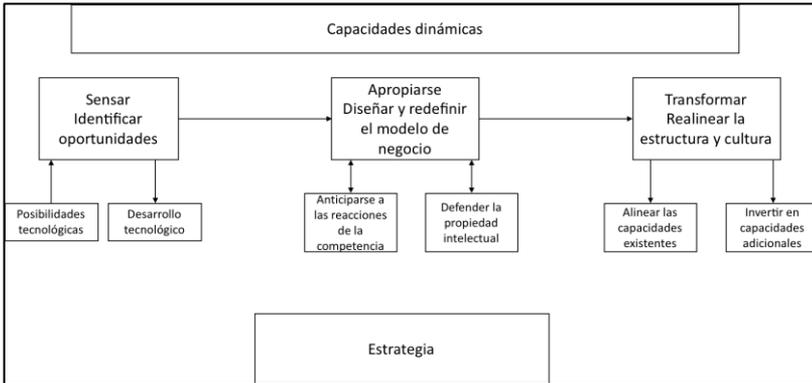
---

tanto, en los mercados con una alta velocidad, se hace indispensable poder tener información acerca de las posibles alternativas en las que pueden desembocar los cambios.

Por su parte, Zollo y 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.

## **2.5 Tipos de capacidades dinámicas.**

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 (sensing), 2) para aprovechar las oportunidades (seizing) y 3) para mantener la competitividad mejorando, combinando, protegiendo y, cuando sea necesario, reconfigurando los activos intangibles y tangibles de la empresa comercial (transforming). 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 (Teece, 2017). En la Figura 1 se resumen estas capacidades.



**Figura 1. Esquema simplificado de las capacidades dinámicas.**

Fuente: elaboración propia (2021) con base en Teece (2017)

a) Capacidad para detectar oportunidades (sensing). De acuerdo con Teece (2007) la capacidad de detectar las nuevas oportunidades está formada por las actividades de escanear, crear, aprender e interpretar. La capacidad de encontrar o crear una nueva oportunidad proviene de los de la 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 la 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 está 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.

b) 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 cual el valor será capturado. Esta capacidad tiene que crear, ajustar, perfeccionar y si es necesario reemplazar los modelos comerciales existentes de la empresa.

c) 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 preparada 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 cambio de forma temprana.

### **3. Metodología.**

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, 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 (Jackson et al, 2007). Para el diseño, desarrollo, aplicación y análisis del caso de estudio se plantearon tres fases y una encuesta: 1) Formación teórica en el área de estudio; 2) Planificación y elaboración de la entrevista

semiestructurada; y 3) Análisis de datos (Buendía, Colás, y Hernández, 1998).

Para el presente trabajo se tomó como caso de estudio el área de investigación de electroquímica molecular dentro del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ). Este centro de investigación es líder en México en el desarrollo e investigación en tecnología electroquímica. Además, proporciona diferentes servicios a la industria, como análisis de metales, análisis de aguas, caracterización de materiales y análisis de fallas. Dentro de sus objetivos estratégicos se encuentra desarrollar y transferir paquetes tecnológicos propios para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2014).

La investigación comenzó identificando a los actores principales que intervienen en la prospectiva tecnológica. Dentro del caso de estudio se detectan tres actores clave que son los únicos responsables de dirigir y desarrollar la actividad de prospectiva tecnológica en esta institución. El primero de ellos es el director de Planeación e Inteligencia Tecnológica. Los dos actores restantes son los investigadores líderes de proyectos dentro del área de investigación. Una vez identificados a los actores clave, se tuvo una primera entrevista con el director de Planeación e Inteligencia Tecnológica del CIDETEQ, en donde se conocieron las necesidades de prospectivas tecnológicas de la organización. La entrevista semiestructurada tuvo como objetivo recabar información con respecto a los temas que se pretenden estudiar por parte del investigador (Corbetta, 2003).

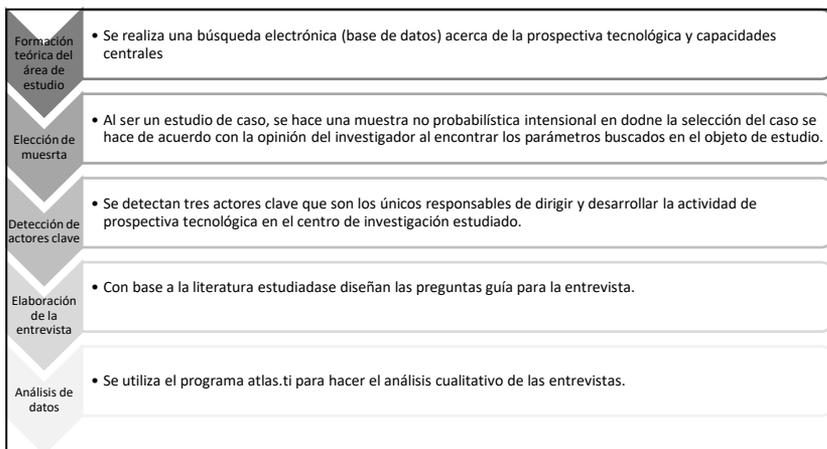
Basado en este encuentro inicial, el trabajo se centró en diseñar entrevistas semiestructuradas para los tres actores principales identificados, El tema principal abordado fueron las características y condiciones bajo las cuales se realiza la prospectiva tecnológica en el Centro de Investigación. La entrevista fue dirigida para conocer si la prospectiva tecnológica empataba con las características brindadas por Eisenhardt and Martin (2000), de igual forma se realizaron preguntas para indagar si la actividad de prospectiva tecnológica podía categorizarse como capacidad dinámica de acuerdo a la tipología

---

propuesta por Teece (2007). Las entrevistas tuvieron lugar durante el mes de octubre de 2019 dentro de las instalaciones del CIDETEQ.

La naturaleza semiestructurada de las entrevistas permitió reformular las preguntas cuando surgieron áreas previamente no contempladas en el curso de la discusión. Las preguntas que guiaron la entrevista fueron: ¿Qué habilidades considera necesarias para desarrollar el proceso de prospectiva tecnológica? ¿Qué métodos o herramientas utilizan para realizar la prospectiva tecnológica? ¿Qué fuentes de información se utilizan para realizar la prospectiva tecnológica? ¿Qué se hace con la información resultante de la prospectiva tecnológica? ¿Qué valor dan a la información obtenida del ejercicio de la prospectiva tecnológica?

Para el análisis de los datos recolectados a través de la entrevista se utilizó el programa Atlas.ti (versión 8.4). Con este programa se construyeron representaciones teóricas y redes conceptuales. Las redes conceptuales son útiles para representar de una forma gráfica los conceptos que se desarrollan durante la investigación basándose en las conexiones entre códigos (Sabariego-Puig, et al., 2014). En la Figura 3, se resumen las fases del estudio.



**Figura 2. Fases del estudio.**

Fuente: Elaboración propia (2021).

#### 4. Resultados y discusión.

En la organización estudiada, el desarrollo de prospectiva tecnológica nace debido a la necesidad de los investigadores de conseguir proyectos de investigación que pudieran financiar a la organización. Se detecta que en el entorno en el cual se desenvuelve la organización es necesario que cuenten con un alto impacto de investigación para poder ser financiados tanto por el gobierno como por organizaciones privadas. La organización detecta que este impacto lo consigue estando a la vanguardia en investigación y desarrollos tecnológicos conseguida por medio de la prospectiva tecnológica.

Para que una capacidad de una organización sea dinámica, se identifican los siguientes factores clave: 1) es una capacidad construida y no comprada, 2) integra recursos, 3) reconfigura recursos, 4) gana recursos y 5) permitir adaptarse a un entorno dinámico o incluso crear cambios en este. Como ya se mencionó durante la revisión de literatura, una característica de la prospectiva tecnológica es que son sistemas difíciles de implementar en donde pocas empresas tienen éxito, además, una parte fundamental de las capacidades dinámicas es que se deben de encontrar integradas a la cultura organizacional (Bravo y Herrera, 2009), esta es otra característica que comparten los conceptos de capacidades dinámicas y prospectiva tecnológica, ya que conforme a lo mencionado con Wiener (2018), para que en una organización se de el proceso de prospectiva, este debe de estar presente en la cultura organizacional para que se pueda valorar el conocimiento y su uso de manera eficaz y eficiente.

La dificultad de la prospectiva tecnológica radica en que se necesita conjuntar conocimiento técnico acerca del tema abordado y una alta experiencia para poder dar sentido a la información que se obtiene. Si bien Semke y Tiberius (2020) logran estudiar a la prospectiva tecnológica como un micro fundamento de las capacidades dinámicas, este se hace desde la perspectiva gerencial o de liderazgo de las empresas, el presente trabajo logra aterrizar algunos de los conceptos propuestos por estos autores como la integración de la prospectiva en las habilidades y tecnologías de la gerencia a un nivel operacional, en donde la

implicación de ver a la prospectiva tecnológica como una capacidad dinámica a un nivel operacional ayuda a las organizaciones a crear conocimiento técnico, poder codificar este conocimiento, definir los roles de los miembros de la organización para utilizar este conocimiento y socializar dentro de la organización el conocimiento para que la prospectiva tecnológica forme parte de los valores y normas de la organización.

En el centro de investigación estudiado la prospectiva tecnológica tiene lugar hasta que un experto en inteligencia tecnológica con capacidad para interpretar la información se integra a la organización. Debido a la especificidad de los temas que desarrolla la organización se requiere un nivel alto de conocimientos técnicos, estos conocimientos técnicos son inherentes a los investigadores que tienen una amplia experiencia a nivel internacional. Por lo tanto en el caso de la organización estudiada, la prospectiva tecnológica es el resultado del desarrollo de conocimiento técnico y de interpretación generado a través de varios años y que no puede ser comprado ni imitado, únicamente puede ser construido debido a las características propias de la organización.

Una de las características de la prospectiva tecnológica es crear proyectos de investigación interdepartamentales. En este mismo sentido, las capacidades dinámicas tienden a integrar recursos. En el centro de investigación, uno de los resultados de la prospectiva tecnológica fue integrar coordinaciones en subdirecciones. De tener siete coordinaciones, la organización pasa a tener 4 subdirecciones, atendiendo a las áreas estratégicas reconocidas en el ejercicio de prospectiva. La reducción de coordinaciones permitió a la organización enfocarse a áreas con gran potencial de crecimiento que les permitió desarrollar proyectos con un gran valor en el entorno de la organización.

Otro objetivo de las capacidades dinámicas es reconfigurar recursos existentes de la organización. De igual forma la prospectiva tecnológica permite modificar programas de investigación existentes de acuerdo a las necesidades identificadas por el ejercicio. En el caso del centro de investigación se detectó que una tendencia en los próximos

---

años sería la utilización de materiales de adsorción para el tratamiento de agua. Por lo tanto se tuvo que dar una reconfiguración de las capacidades del centro de investigación para poder abordar este tema.

Un objetivo final de la prospectiva tecnológica es crear nuevas proyectos líneas de investigación. Para crear nuevas líneas de investigación es necesario crear nuevos recursos que permitan sostener su creación. De la misma forma, un objetivo de las capacidades dinámicas es crear recursos. Dentro del caso de estudio, la prospectiva tecnológica ayudó a identificar el área de bioelectrónica como un área de prioridad para el centro de investigación. Esto obligó a la empresa a crear un laboratorio integrado de bioelectroquímica para poder investigar esta línea. De la misma forma se tuvieron que crear recursos intangibles como una cátedra y conocimientos de ciencia básica acerca del tema. Otro resultado de la creación de la línea de investigación de la bioelectrónica fue el reconocimiento por parte del gobierno mexicano de que la bioelectrónica es un área con un gran potencial de desarrollo. Este reconocimiento tuvo como consecuencia un apoyo económico. Lo anterior está relacionado con la característica de las capacidades dinámicas relativas a ganar nuevos recursos.

El fin último de la prospectiva tecnológica es permitir a las organizaciones explorar y explotar nuevas oportunidades de negocios antes que sus competidores que carecen de este recurso. Hablando de las capacidades dinámicas, uno de sus objetivos es permanecer o crear cambios en el mercado. Al explorar y explotar nuevas oportunidades de negocio, la prospectiva tecnológica permite a la organización anticiparse y estar preparados para los cambios en el entorno. Para el caso el centro de investigación, han notado que la electroquímica y los desarrollos tecnológicos en estas áreas a nivel internacional, están dirigidos al estudio de materiales avanzados resistentes a la corrosión dirigida a la industria aeronáutica y automotriz. Como consecuencia se han preparado para abordar esta línea de investigación en los próximos años y de esta forma adaptarse a los cambios en el entorno. En la Tabla 1 se resumen las características de la prospectiva tecnológica que permiten verla como una capacidad dinámica.

---

**Tabla 1. Características que permiten a la prospectiva tecnológica ser una capacidad dinámica**

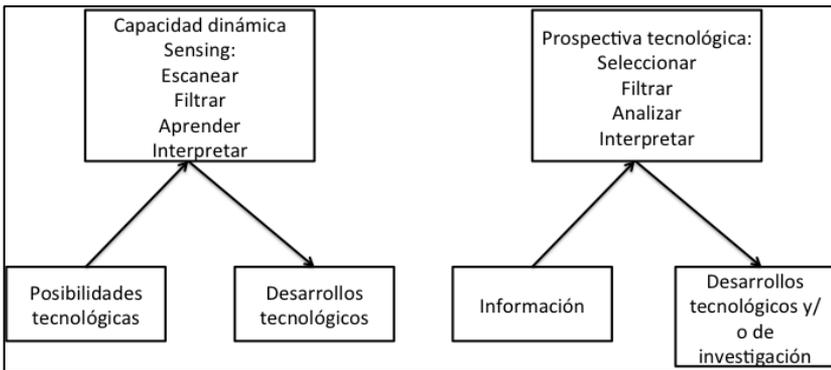
<b>Características de las capacidades dinámicas</b>	<b>Características de la prospectiva tecnológica</b>
<b>Capacidad construida y no comprada</b>	Los conocimientos para la prospectiva son construidos a través de la experiencia
<b>Integra recursos</b>	Integra proyectos de investigación y desarrollo interdepartamentales de acuerdo a las tendencias futuras detectadas.
<b>Reconfigura recursos</b>	Permite modificar programas de investigación existentes de acuerdo a las necesidades identificadas
<b>Ganar recursos</b>	Permite la atracción de nuevos recursos al generar tecnologías y conocimiento nuevo
<b>Permite adaptarse y crear cambios en el entorno</b>	Permite conocer los cambios en el entorno antes de que estos sucedan, lo que provoca que las organizaciones estén preparadas para los cambios.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Como ya se ha mencionado durante el presente trabajo, la prospectiva tecnológica tiene como fin influir y apoyar las decisiones administrativas respecto a los recursos que se destinarán a investigación y tecnología. Para cumplir con su propósito, la prospectiva selecciona, filtra, analiza e interpreta información. Sin embargo como ya se ha discutido en este trabajo, estas actividades pueden diferir o cambiar según la organización. De acuerdo a Teece (2007) la capacidad dinámica para detectar oportunidades (sensing) está conformada por las actividades de escanear, crear, aprender e interpretar. En el centro de investigación estudiado, la prospectiva tecnológica se desarrolla mediante

las actividades de 1) selección y filtración de la información, 2) análisis de la información e 3) interpretación de la información.

Se puede apreciar que la prospectiva tecnológica así como la capacidad dinámica para poder detectar oportunidades comparten actividades y objetivos en común como se muestra en la Figura 4. Por lo tanto la prospectiva tecnológica es una capacidad dinámica para detectar oportunidades (sensing).



**Figura 4. Comparación entre la prospectiva tecnológica y la capacidad dinámica sensing.**

Fuente: Elaboración propia (2021).

Al igual que Leonard-Barton (1992) expone que las capacidades dinámicas deben integrar, reconfigurar y transformar recursos, la prospectiva tecnológica en el caso del centro de investigación estudiado logra penetrar en estos mismo aspectos, lo que provoca los miembros de esta institución reconozcan el valor agregado de la prospectiva tecnológica lo que en este caso en particular la eleva a una capacidad dinámica para el centro de investigación. Por último, este estudio encuentra que la prospectiva tecnológica al ser una capacidad dinámica para el centro de investigación estudiado se integra en las estrategias de esta organización para dictar las políticas de futuras investigaciones, esto concuerda con el trabajo de Pineda (2013) donde se estudian a los grupos de investigación en universidades colombianas, y concuerda que

el concepto de prospectiva tecnológica debe de integrarse a las políticas y estrategias de estos cuerpos de investigación, integrar la prospectiva tecnológica ya sea a centros de investigación o a grupos de investigación puede ayudar a mejorar las políticas y estrategias tecnológicas de un país.

## **5. Conclusiones.**

El objetivo del presente trabajo era relacionar el concepto de prospectiva tecnológica con las capacidades dinámicas dentro del centro de investigación estudiado, se concluye que la prospectiva tecnológica dentro del centro de investigación estudiado es una capacidad dinámica construida capaz de integrar, reconfigurar y ganar recursos que permiten adaptarse al entorno de la organización. Dentro de las capacidades dinámicas, la prospectiva tecnológica se puede clasificar como una capacidad para detectar oportunidades. Por lo tanto, la prospectiva tecnológica es una capacidad dinámica que por medio de la seleccionar, filtrar, analizar e interpretar puede transformar la información del entorno en desarrollos tecnológicos o de investigación de la organización estudiada.

En el estudio se detectaron 5 de características de la prospectiva tecnológica que se relacionan con las capacidades dinámicas: 1) la prospectiva nace de una necesidad natural de la organización de mantenerse al vanguardia para sostener y mejorar sus ventajas competitivas; 2) los conocimientos necesarios para realizar los ejercicios de prospectiva tecnológica son inherentes a los recursos humanos de la organización, por lo tanto la prospectiva tecnológica al igual que las capacidades dinámicas es una capacidad que se desarrolla y no puede ser comprada; 3) la prospectiva tecnológica sirve para crear nuevos recursos; 4) al explorar y explotar nuevas oportunidades de negocio, la prospectiva tecnológica permite a la organización anticiparse y estar preparados para los cambios en el entorno antes que sus competidores; 5) la prospectiva tecnológica así como la capacidad dinámica para poder detectar oportunidades comparten actividades y objetivos en común.

El campo de la administración estratégica y las capacidades dinámicas se ve beneficiada al momento de relacionarlos con la

prospectiva tecnológica, ya que al estudiar la prospectiva como una capacidad dinámica se muestra cómo se pueden identificar los elementos constitutivos de una capacidad dinámica a un nivel organizacional, así como explicar cómo se puede emplazar, nutrir y mantener una capacidad dinámica. El programa de prospectiva analizado en esta investigación muestra cómo de manera práctica un esquema coordinado de prospectiva tecnológica puede impactar en las competencias dinámicas de los centros de investigación, en donde estar informado de las nuevas tendencias tecnológicas y los nuevos campos de investigación generan una ventaja competitiva en este tipo de instituciones. Conectar la prospectiva a las capacidades centrales agrega un nuevo campo de estudio a la disciplina de la administración estratégica.

Hay varias limitaciones asociadas con esta investigación que deben reconocerse. El presente estudio tiene la intención de dar una primera indicación sobre las relaciones entre la prospectiva tecnológica y las capacidades dinámicas en los centros de investigación, sin embargo, se deben realizar más investigaciones para obtener conocimientos específicos. Debido al número limitado de entrevistas, el estudio carece de los medios para analizar cuantitativamente los resultados y hacer generalizaciones estadísticas. Debido a que es un único caso de estudio, no se pudo lograr la representatividad y un alto nivel de generalización. Por lo tanto se sugiere en investigaciones futuras ampliar el estudio a más centros de investigación, y así, poder analizar los datos de manera cuantitativa.

Además, en la presente investigación se utilizó una perspectiva de las capacidades dinámicas bastante estrecha que se centra en el propósito y los subprocesos de la prospectiva tecnológica. Para un estudio exploratorio, este procedimiento es adecuado. Sin embargo, la investigación de capacidades dinámicas revela un campo complejo con muchas más conceptualizaciones. Un ejemplo de esto es el aprendizaje como base para las capacidades dinámicas, o las dependencias de ruta que indican que las capacidades dinámicas dependen de las decisiones y rutinas previas de una empresa, que no se han incluido en el estudio. Investigaciones futuras deberán ampliar la conceptualización de las

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

### **Referencias bibliográficas.**

- Amis, J. (2018). Understanding Organization Change and Innovation: A Conversation with Mike Tushman. *Journal of Change Management*, 18(1), 23-34. <https://doi.org/10.1080/14697017.2017.1378697>
- 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. y Grupp, H. (1999). Current Foresight Activities in Central Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, 60(1), 15-35. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(98\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(98)00021-3)
- Bravo, E. y Herrera, L. (2009). Generación de capacidades dinámicas mediante la innovación organizacional: Un múltiple estudio de casos exploratorio. Paper presented at the XIII Congreso de Ingeniería de Organización.
- Buendía, L.; Colás, M. y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill.
- Castillo, N. y López, E. (2021). Technological foresight as support for the planning of research and development centers: the case of EI-UNAM. *Foresight*, 23(4), 457-476. <https://doi.org/10.1108/FS-09-2020-0100>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2014). *Centros Públicos de Investigación Conacyt*. Recuperado de: <https://centrosconacyt.mx/centro-publico/cideteq/>
- Corbetta, P. (2003). *Social research: Theory, methods and techniques*. New York: Sage.
- De Souza Andrade, H.; De Freitas Chagas, M.; Urbina, L. y Silva, M. B. (2017). Application of a process model for the management of intellectual property in a technology licensing office from a

- Brazilian Research Center. *International Journal of Innovation: IJI Journal*, 5(3), 335-348.
- Eisenhardt, K. (1989). Making Fast Decisions in High-Velocity Environments. *Academy of management journal*, 32(3), 543-576.
- Eisenhardt, K. y Martin, J. (2000). Dynamic Capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10), 1105-1121.
- Ende, J.; Mulder, K.; Knot, M.; Moors, E. y Vergragt, P. (1998). Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit. *Technological Forecasting and Social Change*, 58(1-2), 5-21. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(97\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(97)00052-8)
- Ericsson, D. (2020). Reflections on constructing time in organizational change processes: a virtuous managerial interest. *Journal of Organizational Change Management*, 33(5), 821-833. <https://doi.org/10.1108/JOCM-05-2019-0126>
- Fallon-Byrne, L. y Harney, B. (2017). Microfoundations of dynamic capabilities for innovation: a review and research agenda. *The Irish Journal of Management*, 36(1), 21-31.
- Horton, A. (1999). A simple guide to successful foresight. *Foresight*, 1(1), 5-9. <https://doi.org/10.1108/14636689910802052>
- Jackson, R.; Drummond, D. y Camara, S. (2007). What is qualitative research? *Qualitative research reports in communication*, 8(1), 21-28.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 13(1), 111-125. <https://doi.org/10.1002/smj.4250131009>
- MacKay, B., y McKiernan, P. (2004). The role of hindsight in foresight: refining strategic reasoning. *Futures*, 36(2), 161-179. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(03\)00147-2](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(03)00147-2)
- Major, E.; Asch, D. y Cordey-Hayes, M. (2001). Foresight as a core competence. *Futures*, 33(2), 91-107. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(00\)00057-4](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(00)00057-4)

- Martin, B. (1995). Foresight in science and technology. *Technology Analysis y Strategic Management*, 7(2), 139-168.  
<https://doi.org/10.1080/09537329508524202>
- Miles, I. (2010). The development of technology foresight: A review. *Technological Forecasting y Social Change*, 77(9), 1448-1456.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.07.016>
- Miranda-Torrez, J. (2021). Acciones competitivas y desempeño organizacional en la perspectiva dinámica competitiva. *Investigación administrativa*, 50(127), 90-105.
- Pineda, L. (2013). Prospectiva estratégica en la gestión del conocimiento: una propuesta para los grupos de investigación colombianos. *Investigación y Desarrollo*, 21, 237-311.
- Ramírez, R.; Österman, R. y Grönquist, D. (2013). Scenarios and early warnings as dynamic capabilities to frame managerial attention. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(4), 825-838.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.10.029>
- Ramos, J.; León, A.; Gómez, L.; Villota, W. y Cortez, J. (2019). La prospectiva estratégica como herramienta de planeación a largo plazo. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 4(3), 1-18.
- Reger, G. (2001). Technology Foresight in Companies: From an Indicator to a Network and Process Perspective. *Technology Analysis y Strategic Management*, 13(4), 533-553.  
<https://doi.org/10.1080/09537320127286>
- Rhisiart, M.; Miller, R. y Brooks, S. (2015). Learning to use the future: developing foresight capabilities through scenario processes. *Technological Forecasting and Social Change*, 101, 124-133.  
[doi:https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.10.015](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.10.015)
- Rohrbeck, R. (2010). *Corporate Foresight: Towards a Maturity Model for the Future Orientation of a Firm*. Berlín: Springer-Verlag.
- Salvato, C. y Vassolo, R. (2018). The sources of dynamism in dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 39(6), 1728-1752.  
<https://doi.org/10.1002/smj.2703>
-

- Schwarz, J.; Rohrbeck, R. y Wach, B. (2019). Corporate foresight as a microfoundation of dynamic capabilities. *Futures y Foresight Science*, 2(1), e28.
- Semke, L. y Tiberius, V. (2020). Corporate Foresight and Dynamic Capabilities: An Exploratory Study. *Forecasting*, 2(2), 180-193.
- Slaughter, R. (1998). Futures Studies as an Intellectual and Applied Discipline. *Futures Studies as an Intellectual and Applied Discipline*, 42(3), 372-385.  
<https://doi.org/10.1177/0002764298042003008>
- Teece, D. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(1), 1319-1350.  
<https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Teece, D. (2017). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Teece, D.; Pisano, G. y Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Vecchiato, R. (2015). Creating value through foresight: First mover advantages and strategic agility. *Technological Forecasting and Social Change*, 101, 25-36.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.08.016>
- Wenzel, M.; Danner-Schröder, A. y Spee, A. P. (2020). Dynamic Capabilities? Unleashing Their Dynamics through a Practice Perspective on Organizational Routines. *Journal of Management Inquiry*, 1(12), 1-12. <https://doi.org/10.1177/1056492620916549>
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.  
<https://doi.org/10.1002/smj.4250050207>
- Wiener, M. (2018). Open foresight: The influence of organizational context. *Creativity and Innovation Management*, 27(1), 56-68.  
<https://doi.org/10.1111/caim.12238>
- 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.  
<https://doi.org/10.1108/14777830810856618>
- Yoon, J.; Kim, Y.; Vonortas, N. y Han, S. (2018). Corporate foresight and innovation: the effects of integrative capabilities and organisational learning. *Technology Analysis y Strategic Management*, 30(6), 633-645.  
<https://doi.org/10.1080/09537325.2017.1395407>
- Zahedi, M. y Papoli, S. (2018). Studying the Relationship between the Knowledge Management Processes and Intellectual Capital in a Knowledge-Based Research Center. *International Journal of Research in Business Studies and Management*, 5(12), 1-19.
- Zollo, M. y Winter, S. (2002). Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, 13(3), 339-351.  
<https://doi.org/10.1287/orsc.13.3.339.2780>