

## FACTORES QUE AFECTAN A LAS ETAPAS INICIALES DEL DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

JULIO ALCANTAR

CIDETEQ, Gestión Tecnológica, México  
jalcantar@cideteq.mx

HILDA HERNANDEZ

CIATEQ A.C., Gerencia de Transferencia de Conocimiento, México  
hilda.hernandez@ciateq.mx

IGNACIO LEVY

CIATEQ A.C., Área de Planeación, México  
ignacio.levy@outlook.com

### RESUMEN

Un aspecto crucial de las etapas iniciales del desarrollo de nuevas tecnologías es lograr una adecuada definición del llamado “concepto tecnológico”, entre otras razones, porque ésta se asocia al éxito, al grado de novedad y al tiempo para llegar al mercado. Sin embargo, el entendimiento del “concepto tecnológico” sigue siendo limitado ya que solo se le conceptualiza como una fase o como el resultado de las etapas iniciales de I+D y no se explora en su interior cómo realmente se lleva a cabo. Esta falta de entendimiento puede tener graves consecuencias, ya que una mala definición puede ser muy costosa revertir en las etapas subsecuentes de desarrollo e incluso, en algunos casos, prácticamente imposible.

Con este propósito, el presente trabajo plantea un modelo sobre cómo se desarrolla el “concepto tecnológico”, logrando profundizar nuestro entendimiento al identificar cuatro factores que intervienen en su definición: convicción, recursos, experiencia, y mercado; así como las condiciones bajo las cuales estos factores se combinan y permiten o impiden lograrlo.

Los resultados obtenidos aportan un elemento esencial en la teoría de las etapas iniciales, conocidas como *fuzzy front-end*, relacionadas con el desarrollo de nuevas tecnologías. Y proporcionan también recomendaciones prácticas de en qué de los anteriores factores incidir, o de qué manera, con el objetivo de lograr una gestión más adecuada de la definición del concepto tecnológico en los proyectos de I+D.

El trabajo se sustenta en tres casos de estudio sobre proyectos de I+D de un Centro Público de Investigación en México, utilizando un enfoque empírico cualitativo, basado en la metodología de la teoría fundamentada.

**Palabras clave:** etapas iniciales de I+D; fuzzy front-end; desarrollo de nuevas tecnologías; casos de estudio; metodología de la teoría fundamentada

## 1. INTRODUCCIÓN

Las etapas iniciales previas al desarrollo de las nuevas tecnologías o de los nuevos productos han sido identificadas en diversas investigaciones como elementos cruciales para el éxito, el tiempo de entrada al mercado o el grado de novedad que pueden lograr esas nuevas tecnologías y productos (Markham, 2013; Martinsuo & Poskela, 2011). Un factor decisivo para ello es alcanzar en estas etapas una adecuada definición del concepto tecnológico (DCT) (Cooper, 1988; Khurana & Rosenthal, 1997; P A. Koen et al., 2002). Sin embargo, el entendimiento de la DCT, actualmente sigue siendo deficiente ya que solo se le conceptualiza como una etapa o como el resultado de las etapas iniciales de I+D y no se explora qué factores intervienen y cómo se combinan éstos para lograr o impedir una adecuada definición.

Esta falta de entendimiento puede tener consecuencias, si se considera que en estas etapas iniciales -en particular en la DCT- es donde se pueden orientar y ajustar mejor los proyectos de desarrollo, antes de que los cambios se hagan en las etapas subsecuentes, donde los recursos económicos y tiempo que requieren escalan considerablemente (Florén & Frishammar, 2012; Kim & Wilemon, 2002). Más aún, no conocer qué factores intervienen y cómo se combinan éstos para lograr una adecuada definición, limita considerablemente poder gestionar adecuadamente estas etapas iniciales, ya que ¿cómo podríamos hacerlo si no sabemos qué factores influyen?

Por lo anterior, este trabajo busca responder las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿Qué factores intervienen en estas etapas iniciales para la definición del concepto tecnológico en proyectos de I+D; 2) y ¿Cómo se combinan estos factores para lograrlo? Asimismo, tiene como objetivo plantear un modelo conceptual que ayude a explicar este fenómeno y sirva de base para plantear posibles líneas de mejoramiento.

Dado que en estas etapas iniciales participan diferentes actores, y que tanto su participación como el ámbito donde se lleva a cabo son cruciales, estudiamos el fenómeno en su contexto natural. Con este fin, se seleccionaron tres proyectos de I+D de un Centro Público de Investigación en México para ser estudiados como casos de estudio; y diferentes participantes de estos proyectos, para ser observados y entrevistados, tales como: directores, gerentes, líderes y miembros de proyecto. Para el análisis se utilizó la metodología de la teoría fundamentada que ha sido una herramienta consistente para este tipo de estudios de caso (Eisenhardt & Graebner, 2007; Fernández, 2005).

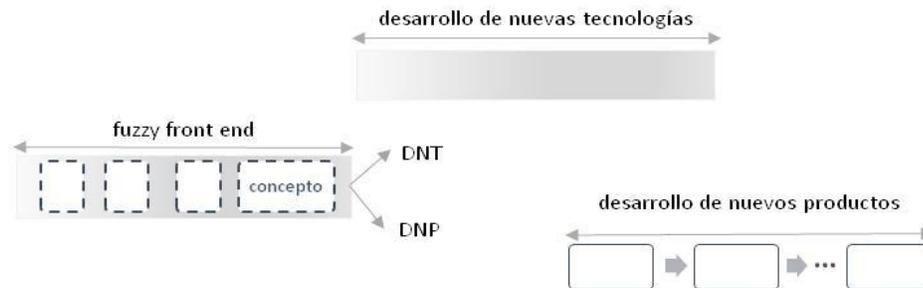
Los resultados que se presentan en este artículo, contribuyen a profundizar nuestra comprensión de la DCT en las etapas iniciales, al identificar cuatro factores específicos que intervienen: convicción, recursos, experiencia y mercado; así como las condiciones bajo las cuales estos factores actúan en conjunto y permiten o impiden lograrlo.

En la siguiente sección haremos una breve revisión de la literatura de las etapas iniciales, en especial de la DCT. La tercera sección describe la metodología y las fuentes de datos utilizadas. En la cuarta, se describe el análisis de los casos, así como los resultados del modelo propuesto. En la quinta, se discuten los resultados de este trabajo en relación con trabajos anteriores de la literatura para darle un contexto a nuestra contribución. Termina con las conclusiones, líneas para extender esta investigación y posibles recomendaciones prácticas de los resultados.

## 2. LAS ETAPAS INICIALES EN EL DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Las etapas iniciales han sido caracterizadas en la literatura como aquellas etapas previas al desarrollo de una nueva tecnología o de un nuevo producto. El conjunto de estas etapas se le conoce como el proceso frontal difuso (fuzzy front-end, FFE, ver figura 1), aludiendo a la dificultad que tienen estas etapas en tratar con aspectos poco claros o no bien definidos (Ajamian & Koen, 2002). También se les ha llamado etapas de pre-desarrollo (Cooper, 1988).

Figura 1. Etapas iniciales de desarrollo de nuevas tecnologías (FFE)



Fuente: derivado de Ajamian and Koen (2002)

En particular se han estudiado estas etapas en relación con el desempeño de los resultados de desarrollo, con el grado de novedad que puedan tener los nuevos productos o tecnologías y con el tiempo para llegar al mercado (Markham, 2013; Martinsuo & Poskela, 2011). Se ha trabajado para entender o modelar algunos factores que intervienen en dichas etapas, como los trabajos de P. Koen et al. (2001), que proveen un marco teórico para estudiar los diferentes elementos de las etapas iniciales. Katz (1993, 2004), por su parte, ha puesto foco en los aspectos intangibles para el éxito del desarrollo y estudiado cómo puede influir la conducta y actitud de un líder en el proceso creativo de un proyecto. Y von Hippel (1978, 1998) ha analizado la heterogeneidad en las necesidades del mercado y las características que puede tener la interacción con éste en una solución innovadora.

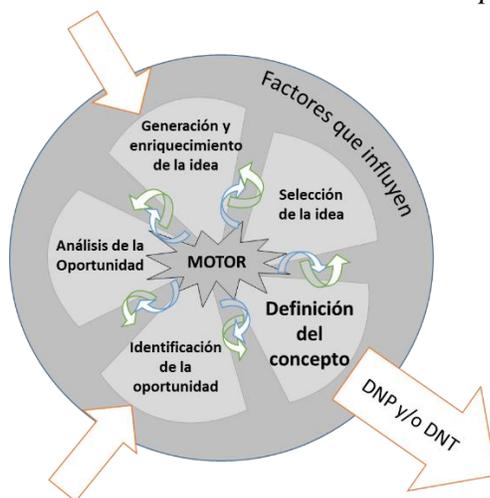
### 2.1 Definición del concepto tecnológico

Un aspecto crucial de estas etapas iniciales es lograr una adecuada “definición del concepto” (Ajamian & Koen, 2002). En particular cuando esta etapa es el preámbulo de un proceso de desarrollo tecnológico, al concepto se le conoce como “concepto tecnológico” (Jolly, 1997, pp. 31-56); o bien “concepto de producto”, cuando se refiere al desarrollo de nuevos productos. Ambos conceptos tienen importantes diferencias tanto de definición y objetivos, como de las actividades a desarrollar y el nivel de incertidumbre que enfrentan (Eldred & McGrath, 1997). Aún más, cuando el objetivo es desarrollar una nueva tecnología y un nuevo producto, Ajamian and Koen (2002) sugieren que se desarrolle previamente la tecnología y luego – o al menos muy avanzada- el producto, ya que iniciar con el desarrollo de un nuevo producto basado en una tecnología todavía imperfecta puede conducir a retrasos o fallas importantes, generalmente costosas. Uno de los primeros problemas que observamos es que la DCT ha sido mucho menos estudiada que la definición del concepto de producto y, dado que no son lo mismo, es necesario

indagar más en la DCT.

En este sentido, no existe una definición única del concepto tecnológico, pero podemos identificar en los trabajos de Mankins (2009, p. 1218) al concepto tecnológico como una etapa inicial dentro del proceso de desarrollo de las nuevas tecnologías que tiene como propósito formular “*las aplicaciones prácticas de las características identificadas o inventadas de los principios observados en los trabajos de investigación*”. Por su parte, Koen y colegas, definen el “concepto”, previo al desarrollo tecnológico o de producto como la “*forma bien definida, incluyendo descripciones escritas y visuales que incluye las características primarias y los beneficios para el cliente, con un entendimiento amplio de la tecnología que se necesita*”. P A. Koen et al. (2002, p. 7). Estos mismos autores afirman que el concepto es el resultado de un proceso no lineal e iterativo, en el que se distinguen tres niveles principales: en el centro se encuentra, lo que llaman su autores, el motor, que se refiere al apoyo directivo para llevar a cabo el desarrollo; en medio, el proceso de desarrollo del nuevo concepto, configurado en cinco etapas; y en el contorno, lo que llaman factores de influencia y que se refieren a una combinación de factores del entorno interno de la organización y de su entorno externo (ver figura 2).

Figura 2. Modelo de desarrollo de nuevo concepto (MDNC)



Fuente: derivado de (P A. Koen et al., 2002, p. 8).

En este modelo, la DCT se plantea como una etapa final que conduce al desarrollo de nuevos productos o tecnologías (en la figura indicado como DNP y DNT, respectivamente). En otros trabajos, se ha utilizado este modelo anterior para estudiar los factores que intervienen en el desarrollo de nuevos productos (no tecnologías), haciendo importantes contribuciones al identificar el papel que tienen, en el desempeño de las etapas iniciales, factores como el compromiso directivo, la visión, la estrategia y la cultura (P. A. Koen, H. M. J. Bertels, & E. Kleinschmidt, 2014a). Más aún, para el desarrollo de nuevos productos se ha estudiado, incluso, la diferencia entre proyectos de innovación incremental y radical, descubriendo diferentes actividades relevantes (P. A. Koen, H. M. J. Bertels, & E. J. Kleinschmidt, 2014b). Pero todo esto no se ha estudiado para el desarrollo de nuevas tecnologías. Es decir, a pesar de ser reconocido como uno de los elementos cruciales en las etapas iniciales del desarrollo de las nuevas

tecnologías, el entendimiento de la DCT sigue siendo limitado. Este trabajo se dispone a hurgar en su interior y entender mejor este fenómeno.

### 3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Este trabajo siguió un enfoque basado en casos de estudio, lo que permitió investigar el fenómeno bajo la perspectiva y participación de los actores involucrados en forma directa y en su contexto natural (Eisenhardt & Graebner, 2007; Yin, 2009). Para la selección, recopilación y análisis de datos se eligió la metodología de teoría fundamentada (MTF), la cual, de acuerdo con Charmaz (2014, p. 343), es una metodología cualitativa adecuada para construir modelos o marcos teóricos, basados en el análisis inductivo de los datos empíricos de los participantes.

Los métodos cualitativos han sido utilizados con éxito para investigar temas relacionados con el proceso de innovación, particularmente en el estudio de las etapas iniciales (FFE), por ejemplo, Alam (2006) ha utilizado este enfoque cualitativo para estudiar la interacción de los clientes en las etapas iniciales (FFE); y Stevens (2014) ha contrastado casos de estudio para identificar estrategias de aprendizaje en los directivos y reducir la ambigüedad en el FFE.

#### 3.1 Fuentes y recopilación de datos

Para aumentar la validez de los datos, se siguieron los principios recomendados por Silverman (2001, pp. 236-240) para trabajos cualitativos. Por ello, se escogieron tres proyectos de I+D con una etapa de definición reciente, dentro de un Centro Público de investigación en México<sup>1</sup> que, a la vez, tuvieran distintos grupos de trabajo, resultados logrados y temas de investigación (principio de contrastación), ver Cuadro 1. Asimismo para cada proyecto, se identificaron los actores que participaron de manera directa en estas etapas, pero también la perspectiva de los gerentes y directores (principio de triangulación), ver Cuadro 2; y los tres casos fueron sujetos a una comparación constante, a través de la teoría fundamentada (principio de comparación).

*Cuadro 1. Casos de estudio y recopilación de datos*

Caso	Descripción	Sesiones de Trabajo /Observación	Documentos	Entrevistas/ conversaciones	Participantes
1	Eficiencia energética	3	2	3	6
2	Diseño sustentable	2	2	2	8
3	Materiales avanzados	2	3	2	7

Los datos fueron recopilados, a través de entrevistas/conversaciones, sesiones de trabajo/observación y documentos internos (Cuadro 1). Las notas de campo de entrevistas/conversaciones y de las observaciones fueron transcritas a texto y validadas con los actores participantes. Como herramienta de ayuda se utilizó el software HyperResearch® que permite hacer un manejo eficiente para la transcripción, organización y análisis de datos (ver la siguiente

<sup>1</sup> Por confidencialidad, se han cambiado los nombres de las personas, los temas, las áreas y la organización participante.

sección). Este software, también permitió, de una manera eficiente, hacer una verificación de las hipótesis planteadas, en todo el contenido de los textos recopilados.

*Cuadro 2. Puestos y roles de los participantes*

Caso	Descripción	Director	Gerente	Líder de Proyecto	Especialista
1	Eficiencia energética	1	1	2	2
2	Diseño sustentable	1	3	2	2
3	Materiales avanzados	1	3	1	2

## 4. ANÁLISIS DE CASOS

### 4.1 Descripción del Centro de I+D

El Centro donde se albergan los casos de estudio, forma parte de los Centro Públicos de Investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en México, los cuales están dedicados al desarrollo y los servicios tecnológicos que apoyan al sector industrial.

Internamente el Centro está estructurado en forma matricial, cruzando la perspectiva de mercado y la tecnológica en seis distintas especialidades de investigación y áreas geográficas de atención.

La planeación estratégica del Centro establece los objetivos y lineamientos que rigen al plan operativo anual y a la planeación tecnológica bianual; los cuales, a su vez, la retroalimentan.

En esta planeación tecnológica, cada especialidad propone un número reducido de líneas de I+D, las cuales son evaluadas por los directivos del Centro, en conjunto, de acuerdo con su nivel de pertinencia técnica, oportunidad de mercado y alineación estratégica con el Centro. Los resultados de esta evaluación seleccionan a los proyectos de I+D de mediano plazo que pueden iniciar la ejecución de sus etapas iniciales. Aunque hay actividades previas a este proceso de planeación, es en este momento que formalmente comienzan las etapas iniciales. Nuestro trabajo ha investigado desde esas actividades previas a la planeación, hasta aquellas que le siguen, terminando con el llamado concepto tecnológico.

El financiamiento de los proyectos de I+D de mediano plazo seleccionados, proviene en gran parte de fuentes externas, a través de fondos públicos o de contratos específicos con empresas. Este mecanismo de financiamiento hace que los proyectos se determinen bajo los tiempos y mecánica de las convocatorias de estos fondos o de las necesidades y expectativas de los clientes potenciales, es decir, condiciones públicas y privadas. Y por tanto lo hace enfrentar un reto más arduo para direccionar estrategias, compaginar objetivos y volver eficiente su orientación (Grassl, 2011)

### 4.2 Descripción de Casos

En esta sección se describe un resumen de cada uno de los tres casos de estudio, siguiendo como marco descriptivo el planteado por Roussel, Saad, and Erickson (1991, pp. 23-40) que contiene los principios operativos más importantes de los proyectos de I+D, tales como: fuentes de financiamiento, asignación de recursos, objetivos, prioridades y resultados; señalando además los resultados logrados de la DCT. Adicionalmente se ahondará en los casos de estudio y testimoniales específicos en la sección 4.3 de análisis.

### *Caso 1: Eficiência de energia*

Este proyecto de I+D, concebida como una línea de proyectos, busca explotar una tendencia mundial de volver más eficientes los productos y procesos en el sector industrial. La prioridad y objetivos se centran en la definición de una plataforma tecnológica que permita controlar diferentes tipos de dispositivos, tales como motores, que a su vez pueda ser escalable a otras aplicaciones en otros dispositivos de potencia.

Fue propuesto por el gerente del área de especialidad, quien tiene experiencia previa en empresas privadas y un fuerte enfoque hacia el mercado. El líder de proyecto es un especialista joven con una sólida preparación técnica pero que viene ampliando su experiencia en los temas de gestión y desarrollo tecnológico. Ambos con un alto compromiso y convicción sobre la iniciativa.

El financiamiento de este proyecto, se ha logrado con éxito mediante contratos con clientes a quienes se les ha “vendido” los resultados de este proyecto como una solución de mediano plazo. Adicionalmente, se ha logrado, mediante un programa público, la asignación de un investigador, reforzando con ello los recursos humanos. Este caso de estudio representa un ejemplo en el que la definición del concepto tecnológico ha sido lograda y están en las etapas iniciales del desarrollo de un prototipo básico.

### *Caso 2: Desarrollo sustentable*

La prioridad y objetivos de este proyecto de I+D es desarrollar máquinas cuyo diseño cumplan con el triple objetivo de la sustentabilidad: económico, social y ambiental. Fue concebido y propuesto por un directivo del área técnica, a raíz de la identificación de una oportunidad con la alta dirección de mejorar la propuesta de valor de los productos y servicios del Centro. Es decir, principalmente es una iniciativa que nace con una perspectiva interna, con clara oportunidad hacia lo externo en un futuro.

El financiamiento de este proyecto se ha realizado únicamente con contratos con clientes y en el transcurso de sus etapas iniciales ha logrado implementar algunos elementos, e incrementado su conocimiento sobre el tema, pero ha sido muy lento e interrumpido su avance. Ha tenido problemas de asignación de recursos humanos que puedan dedicarse formalmente a este proyecto.

Este caso de estudio representa un ejemplo en el que la DCT NO ha sido lograda hasta el momento y presenta indicios de que no lo hará en el corto plazo.

### *Caso 3: Materiales avanzados*

Este proyecto, al igual que los anteriores, se ajusta a las tendencias mundiales; en este caso hacia el desarrollo de los materiales avanzados para la generación de energía alternativa. Sus prioridades y objetivos buscan el desarrollo de nuevos materiales avanzados fotoeléctricos para la generación a través de la energía solar. Este proyecto fue propuesto por investigadores del área con experiencia internacional en la temática. Inicialmente detectaron sus fortalezas internas y las oportunidades de mercado que fueron retroalimentadas por el acercamiento a empresas y expertos en estos temas. Los investigadores se han enfrentado a distintos retos, pues están conscientes de que la institución no es reconocida al exterior por su vocación en temas de materiales avanzados, lo cual implica un esfuerzo mayor para obtener ese reconocimiento y “venta” externa.

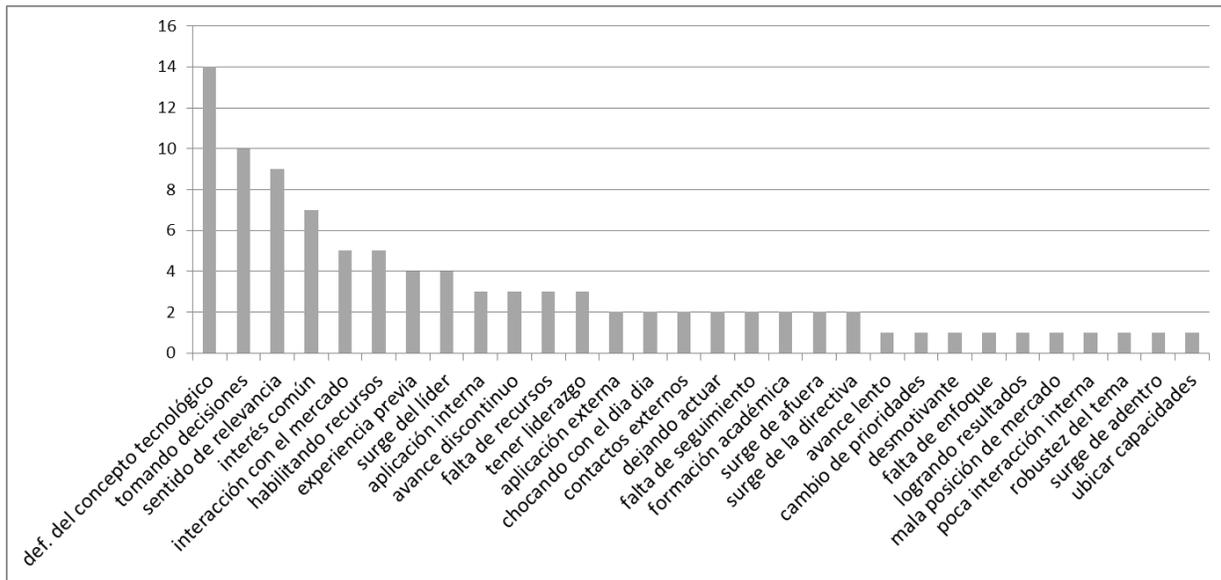
Este caso, al igual que los anteriores, ha tenido que financiarse con fondos gubernamentales y con donaciones de equipo. Este caso de estudio representa un ejemplo en el que la DCT ha sido lograda y se encuentra en las primeras etapas ya del desarrollo tecnológico.

### 4.3 Análisis de datos

Las notas de campo de entrevistas/conversaciones y de las observaciones en las sesiones de trabajo de los grupos de proyecto, fueron transcritas a texto y validadas con los actores para ser analizadas. El análisis sistemático como, sugiere Glaser (1978, pp. 55-82), constó de tres etapas de codificación: abierta, selectiva y teórica. Veamos cada una.

En la primera etapa, *codificación abierta*, se hizo una codificación exhaustiva de los datos, segmento por segmento, tomando como guía las preguntas que sugiere Glaser (1978), y que el investigador se hace a sí mismo para codificar los datos, tratando de “abrir” su significado: ¿De qué trata este dato? ¿Qué está realmente pasando en estos datos? ¿Qué categoría indica este segmento de datos? Al codificar estos segmentos de texto se hacía una comparación constante entre datos y datos, y entre datos y los códigos que iban emergiendo, para asegurar una confrontación de las similitudes, diferencias y grados de consistencia entre estos códigos. Mediante esta primera etapa de análisis se lograron construir alrededor de treinta códigos iniciales (mostrados en el eje horizontal de la Figura 3), procurando asignarles un nombre corto, que a la vez que resume, representa y conceptualiza ese patrón comparativo de los datos.

Figura 3. Análisis de frecuencia de códigos iniciales



En la segunda etapa, *codificación selectiva*, se llevó a cabo la selección de los códigos principales a partir de los códigos iniciales, y dentro de estos códigos principales, la selección del código central. Para ello, se llevaron a cabo dos diferentes análisis de los códigos iniciales: de su frecuencia y de su distribución entre casos (ver Figuras 3 y 4). El análisis de frecuencia determina el número de veces que aparece un código en todos los caso de estudio; es posible que un código se repita más de una vez; a mayor número, mayor frecuencia. Por otra parte, el análisis de distribución calcula en cuántos casos aparece, al menos una vez, cada código. Si aparece en 1, 2 o

3 casos, su distribución es 33, 66, o 100 por ciento, respectivamente (dado que son tres casos). La recomendación de Glaser (1978) es seleccionar entre 5 y 7 códigos principales, y de ellos elegir un código central. Estos se eligen, entre los códigos que tengan mayor frecuencia y distribución, así como una relación conceptual con el tema de estudio. Es importante no elegir dos códigos centrales ya que cada uno dará lugar a un modelo o teoría. En nuestro estudio, los dos códigos más frecuentes y de mayor distribución son: “definiendo el concepto tecnológico” y “tomando decisiones”. Dado el estudio que estamos haciendo, seleccionamos el primero (el segundo código puede utilizarse para la construcción de un segundo modelo futuro). Del resto de los códigos más frecuentes, elegimos cinco: “sentido de relevancia”, “interés común”, “interacción en el mercado”, “habilitando recursos” y “experiencia previa”. Conforme a Glaser (1978), estos seis códigos principales representan un patrón de comportamiento persistente que dan cuenta de gran parte de la variación en el fenómeno de estudio y, por tanto, ayudan a explicarlo.

*Figura 4. Análisis de distribución de códigos entre casos*

Caso	def. del concepto tecnológico	tomando decisiones	sentido de relevancia	interés común	interacción con el mercado	habilitando recursos	convicción en el proyecto	experiencia previa	surge del líder	aplicación interna	falta de recursos	tener liderazgo	cambio de prioridades
Diseño sustentable	8	3	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1
Eficiencia energética	4	3	2	2	3	2	2	2	2	0	1	1	0
Materiales avanzados	2	4	5	5	2	3	2	2	2	0	2	2	0
Distribución entre casos (%)	100	100	100	66	66	66	66	66	66	33	66	66	33

Ahondaremos un poco más en la definición y significado de cada código principal. La DCT fue considerada, para propósitos de la categorización, como las actividades y capacidades de los participantes para ir definiendo el concepto central del proyecto, encaminado al desarrollo de la nueva tecnología; e incluye tanto los aspectos sobre las necesidades a resolver, como las posibles soluciones a esas necesidades y las implicaciones que puedan tener en el futuro su implementación y uso. En las evidencias empíricas esta definición tomó diferentes formas, desde aspectos técnicos, como la consulta de reportes de avances tecnológicos o normas internacionales que ayudan a establecer ciertos límites del concepto; hasta la experimentación y “rebotar ideas”, como lo indica un participante, entre los miembros del equipo de proyecto u otras áreas.

Por su parte, identificamos que la convicción en el proyecto involucra tanto un interés de los participantes, como un sentido de relevancia en el tema central del proyecto. Este concepto es similar a la motivación, el cual ha sido ampliamente estudiado en los temas de innovación y desarrollo. Aunque la motivación se asocia a un estado de las emociones y la convicción se relaciona más con los pensamientos y las creencias, ambas se plantean como razones para llevar a cabo una acción y persistir en ella (Real Academia Española, 1990). La convicción se va construyendo paulatinamente, como lo señala Mauro, un participante del caso 3 de materiales

avanzados “...me voy convenciendo que es mejor...algo que ayuda a convencerme es su robustez, o sea como el tema se sustenta mejor y con más bases”.

La habilitación de recursos se identifica como la capacidad de gestión de los participantes para buscar, negociar y proveer recursos que puedan apoyar al proyecto. Los recursos requeridos en este tipo de proyectos son variados y tienen que ver con recursos humanos, financieros y físicos; también incluye otro tipo de recursos menos tangible como los espacios y el tiempo. De hecho, mucha de la problemática de habilitar recursos en el FFE, gira alrededor de recursos menos tangibles, como abrir o formalizar espacios de tiempo intercambiar actividades entre miembros del proyecto. Así lo observa un líder de proyecto “...yo como líder de proyecto tengo que hacer mucha talacha, pero él hace parte de ésta y yo puedo dedicarle tiempo al desarrollo [de la nueva tecnología]”.

La experiencia previa, por otro lado, fue definida como la experiencia que tienen los miembros del proyecto y la organización, derivada de iniciativas anteriores relacionadas con el tema central del proyecto, ya sea sobre aspectos técnicos, de mercado o de gestión. Aunque esta experiencia previa puede tener límites, sobre todo en desarrollos muy novedosos, es posible encontrarla inmersa en los miembros del grupo de proyecto desde trabajos anteriores, como lo plantea Alonso “...desde antes de que llegara al Centro...de mis trabajos anteriores, hubo trabajos que me permitieron ver la posibilidad de cómo eficientar [sic] los motores.”

La interacción con el mercado se refiere a que los miembros del proyecto y la organización interactúan con los clientes potenciales. Esta interacción presupone dos vías: La primera, para que los futuros clientes o usuarios entiendan mejor el concepto tecnológico, de modo que identifiquen un valor potencial atractivo y, en este sentido, ayude a “vender” sus beneficios. Por el otro lado, la segunda vía tiene que ver con que los miembros del proyecto y la organización entiendan mejor lo que en realidad necesitan y valoran estos clientes, de modo que se pueda ajustar la DCT en esa dirección. La interacción es un proceso que generalmente se lleva a cabo en iteraciones de prueba y aprendizaje; y en la que existen diferentes modos y niveles de involucramiento de parte de los clientes; así los dice Zoe, integrante líder del caso 1 de eficiencia de motores “...si el proyecto no logra responder de alguna manera a señales del mercado, no va. Eso ha permitido ir configurándolo mejor... y hemos podido venderla a clientes como soluciones a mediano plazo”.

Por último, la tercera etapa de análisis – *codificación teórica*- analiza sistemáticamente cada una de las posibles relaciones o combinaciones entre los códigos principales y el código central. Al respecto, cabe señalar que Glaser (1978, pp.74-82) propone una lista de más de 18 familias de códigos teóricos, para elegir aquella familia que más se apegue al estudio y permita con ello, una mayor consistencia en el análisis. Entre esas 18 familias, se encuentran la familia llamada de las seis C's (contexto, condición, causa, consecuencia, covarianza y contingencia). Debido a que estamos interesados en conocer los factores y la condición que imponen para permitir o limitar la DCT escogimos desarrollar la codificación teórica de acuerdo con la familia de *condición*. Para este propósito, utilizamos una tabla para ordenar la combinación de estos códigos principales relacionados con el código central. Sin embargo, con objeto de simplificar el modelo, hicimos las siguientes consideraciones: Primero, que los códigos los trataríamos como variables binarias, esto es, o se define el concepto o no se define; o se tiene experiencia o no se tiene, etc. Segundo, dado que identificamos en las evidencias que la convicción formaba parte de la relevancia percibida del proyecto y del interés común, decidimos subsumir estos tres códigos en una sola hipótesis (H1, ver Cuadro 3) y dejar solamente cuatros factores restantes para encontrar las combinaciones

posibles. Con estas consideraciones se procedió a analizar las 16 combinaciones posibles de 4 factores binarios (ver anexo 1). Para examinar cada combinación en los datos, se utilizó un módulo del software hyperresearch® (Researchware, 2014), el cual permite programar un número amplio de relaciones en forma de hipótesis, del tipo “si...entonces”, que a su vez busca, corrobora o refuta su presencia en los datos empíricos (textos) almacenados en el mismo programa. Este proceso de plantear una serie hipótesis y verificarlas en las evidencias, representa uno de los mecanismos de inferencia del ciclo inductivo-deductivo medular en la metodología de la teoría fundamentada (Fernández, 2005, p. 55).

En las pruebas de las diferentes combinaciones de los códigos principales, se identificaron algunas situaciones interesantes o aparentemente contradictorias que nos guiaron a iterar para requerir más datos o puntualizar mejor la conceptualización que se hacía y descubrir con ello un mejor entendimiento del fenómeno. Por ejemplo, inicialmente pensamos que la habilitación de recursos solo se haría si se tenía un apoyo directivo alto, esto no se validó ya que se encontró en dos casos que aunque no se tenía alto nivel directivo el proyecto avanzaba. También que bastaba con un nivel bajo de interacción de mercado para que la DCT se diera.

Las hipótesis principales que se han validado en la evidencia empírica se presentan en el Cuadro 3, pasaremos a dar una breve explicación de éstas, aunque ahondaremos más en la sección de discusión de resultados.

*Cuadro 3 Hipótesis principales*

<p><b>H1:</b> Si creen que es relevante y tienen interés común, <b>entonces</b> tienen convicción en el proyecto</p> <p><b>H2:</b> Si tienen convicción en el proyecto y habilitan recursos, <b>entonces</b> el proyecto progresa a pesar de tener un bajo nivel de apoyo directivo</p> <p><b>H3:</b> Si el proyecto progresa y tienen experiencia previa <b>entonces</b> se define el concepto tecnológico, siempre que se tenga al menos una interacción mínima con el mercado</p> <p><b>H4:</b> Si no tienen habilitación de recursos y no tienen convicción y no tienen experiencia previa <b>entonces</b> no definen el concepto, a pesar de que tengan interacción con el mercado</p>
---

#### 4.4 Hacia el planteamiento de un modelo

La DCT se explica, de acuerdo con nuestra investigación, como el conjunto de actividades y capacidades dinámicas de los integrantes del equipo del proyecto y de la organización que van dando lugar, a lo largo del FFE, a un mejor entendimiento de la tecnología a desarrollar. De las diversas ideas iniciales que surgen se van seleccionando aquellas que logran generar un mayor interés y, al mismo tiempo, una percepción de relevancia. Esto implica que se van convenciendo de que es posible e importante llevar a cabo la definición de alguno de estos nuevos conceptos tecnológicos (H1).

Para que la DCT progrese es necesario, además de la convicción, habilitar los recursos que permitan llevar a cabo las diferentes actividades en el FFE (H2). Para habilitar dichos recursos no es necesario; sin embargo, tener un alto nivel de apoyo directivo, como se pudo constatar, sino tener la habilidad para conseguir recursos externos, por ejemplo, a través de fondos públicos, y la capacidad de ponerlos al servicio del proyecto; así como “intercambiar recursos” con otras áreas

de la organización. Ahora bien, la experiencia y los conocimientos relacionados con esta nueva tecnología intervienen en la capacidad misma de identificar su relevancia y los posibles obstáculos que se puedan enfrentar en diferentes situaciones de su desarrollo y aplicación; y, por tanto, tiene una relación fundamental con la DCT.

Cuando actúan en consonancia estos tres factores: convicción, recursos y experiencia; existen altas posibilidades para lograr la DCT, siempre que exista al menos un nivel mínimo de interacción con el mercado (H3). En cambio, si se presenta una situación relativamente prolongada de la ausencia de estos tres factores, la posibilidad de que se logre la DCT es muy baja, sin importar el nivel de interacción con el mercado (H4).

En la figura 3 se plantea una representación gráfica conceptual de la DCT, indicando los factores principales que intervienen (A-D), así como sus combinaciones validadas en los casos de estudio (y planteadas en H1-H4, ver Cuadro 3 anterior).

Dado que para D, como vimos, se identificaron dos vías de relación y de maneras de intervenir en la DCT, lo hemos distinguido con una línea punteada bidireccional. De igual modo, la línea de B es punteada, para significar que aun sin alto nivel de apoyo se podían habilitar recursos.

Figura 3. Modelo de la definición del concepto tecnológico (DCT)



## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión de resultados de esta sección es a nivel conceptual, el cual ha sido el nivel al que hemos arribado como resultado del análisis y validación sistemáticos de los casos de estudio y los datos empíricos en los cuales se han fundamentado (grounded) dichos resultados. Por tanto, no se hará referencia individual ya a los casos sino a los factores encontrados (A-D, figura 3) y sus combinaciones validadas (H1-H4, Cuadro 3). Esta sección es fundamental porque le da contexto y, por tanto, un significado a estos resultados dentro de otros trabajos de investigación existentes en este tema.

### 5.1 ¿Qué mueve a la creación del concepto tecnológico?

La DCT, como lo estudiamos, parece ser un proceso iterativo, incierto y ambivalente, que se va dando paulatinamente como resultado de una percepción creativa sobre ciertas necesidades en el

mercado y las diferentes posibilidades tecnológicas para satisfacerlas (Ajamian & Koen, 2002; Cooper, 2006; von Hippel, 1994). No es, bajo nuestras premisas de investigación, un acto de puro descubrimiento sino una combinación de construcción y contrastación (Alvarez & Barney, 2010; Alvarez et al., 2014); el cual avanza mediante un esfuerzo colectivo para darle sentido y transformar las circunstancias problemáticas o de oportunidad *“en una situación que sea comprendida explícitamente...y que sirva como punto de apoyo hacia la acción”*(Weick, Sutcliffe, & Obstfeld, 2005, p. 409). En este proceso parecen intervenir cuatro factores fundamentales en ciertas combinaciones específicas. Discutiremos cada uno.

### *La convicción*

Para Miller (2007), la innovación, tal como se presenta en el desarrollo de las nuevas tecnologías, es un esfuerzo colectivo impulsado por la convicción de lo que vale la pena, y estos aspectos *“han sido subestimados como un impulsor de la innovación. Las personas que están conscientes de sus propios valores, naturalmente buscarán una manera de expresarlos a través de su trabajo.”*(Miller, 2007, p. 17).

En nuestra investigación identificamos, conforme a Miller (2007), que la convicción es una fuerza motriz necesaria para impulsar la DCT. Esta fuerza motriz se identifica también a lo largo de diversos trabajos sobre innovación. Amabile, en su teoría componencial, desarrolla el concepto de *“motivación de tarea”* para enfatizar la relevancia de la motivación en lo que realiza un individuo y concluye que *“aunque las habilidades determinan lo que una persona es capaz de hacer, la motivación de la tarea es lo que determina lo que la persona realmente hará”*(Amabile, 1997, p. 44).

Más aun, se descubre que esta convicción se va conformando al ir generando y movilizándolo un interés y un sentido de relevancia entre los miembros del proyecto, de la organización y otros actores externos relevantes (Jolly, 1997, pp. 57-67). Esto es, para progresar en la DCT, aun suponiendo que se tiene una cierta convicción inicial, se tienen que movilizar el interés y el apoyo para transformar las condiciones del contexto de la organización que favorezca a los objetivos e intereses de diferentes grupos de la organización. Como se vio en la investigación, acorde con Jolly (1997, pp. 57-67), movilizar el interés y el apoyo en el FFE requiere de una considerable habilidad para interactuar, gestionar y persuadir a diferentes grupos, dentro y fuera de la organización. Al interior, algunos de estos grupos lo forman los directivos, de quienes resulta importante lograr su interés para ganar el apoyo necesario; los líderes técnicos de otros proyectos, cuya experiencia o legitimación son relevantes para favorecer la percepción de que el proyecto de desarrollo en estudio es importante y posible; y los miembros de algunas áreas de soporte, como gestión tecnológica, con quienes podrán analizar posibles tendencias y cursos de acción. En el exterior, se encuentran los clientes potenciales, cuya interacción ayuda a afinar la DCT y reduce la incertidumbre al validar provisionalmente su interés en los resultados futuros y en impulsar su avance y dirección; y los coordinadores y evaluadores de diferentes fondos públicos mediante los cuales se pueden lograr recursos adicionales.

La percepción de la importancia del proyecto y la construcción y movilización del interés, conforman la posibilidad de que se tenga la convicción de que el proyecto deba llevarse a cabo. En los casos estudiados, observamos situaciones donde existiendo la percepción de importancia, no se lograba un interés en determinados grupos, impidiendo que existiera convicción. Lo mismo se observó en el caso contrario: habiendo un interés por llevar a cabo el proyecto, no se lograba la percepción de la importancia suficiente del mismo, y esto conducía, nuevamente, a la falta de

convicción. Por tanto, concluimos que el primer factor que le da movimiento a la construcción de la DCT es la convicción y nos lleva a plantear la siguiente proposición teórica:

*H1: Si creen que es importante y tienen interés común, entonces tienen convicción en el proyecto*

Además de ser una fuerza motriz, nuestra investigación identifica que la convicción no tiene un comportamiento simétrico para impulsar que para limitar la DCT. Esto se debe a que su influencia se transmite bajo condiciones distintas, combinadas con otros factores. Como se puede apreciar en el Cuadro 3, en la sección anterior, las condiciones que plantean H3 y H4 no son simplemente una, la negación lógica de la otra<sup>2</sup>, sino condiciones empíricas distintas.

Lo anterior, tiene una fuerte implicación en los aspectos necesarios para la gestión de la convicción, tal como se infiere de la conclusión de Katz sobre la motivación de grupos de profesionales “*aunque la motivación es un ingrediente crítico para impulsar y sostener el desempeño y la creatividad entre profesionales y equipos de proyecto es una de las cosas más difíciles de entender y gestionar. Mientras que la presencia de la motivación no garantiza alto desempeño y éxito, su ausencia parece dar como resultado problemas de largo plazo.*” (Katz, 2004, p. 3).

La característica de que dos factores sólo desarrollan su efecto cuando lo hacen de manera combinada se le llama complejidad coyuntural, es decir, que el factor es necesario pero no suficiente; mientras que el comportamiento diferente de un factor y la ausencia de ese mismo factor respecto a una variable, se le llama asimetría (Schneider & Wagemann, 2012).

Basado en lo anterior, afirmamos que el carácter coyuntural y asimétrico de la convicción para la DCT, hacen importante, pero difícil, la gestión de la convicción de los equipos de proyecto que intervienen en el desarrollo de nuevas tecnologías. Y tiene que tomarse en consideración la combinación de los otros factores identificados en nuestra investigación. Esto nos lleva a discutir los otros dos factores que sirven para darle movimiento a la DCT: la habilitación de recursos y la experiencia previa.

### *Los recursos*

La falta de recursos en el FFE ha sido identificada en diversos trabajos como una de las razones más importantes para su falta de resultados (Peter A. Koen et al., 2014a; Markham, 2013).

Uno de los problemas es que existe una percepción de que el FFE pueden llevarse a cabo de manera informal y, por tanto, sin necesidad de recursos y tiempos asignados (Markham, 2013). Una manera en que han recomendado enfrentar la falta de recursos es formalizando el proceso del FFE de manera similar a las etapas de desarrollo de nuevos productos, e.g. el stage gate®. Sin embargo en el caso de nuevas tecnologías ha sido advertida la dificultad de “programar”, de igual manera que en el caso de los nuevos productos, el desarrollo de una nueva tecnología ya que ésta última contiene generalmente mayor ambigüedad e incertidumbre y no es recomendable manejarla programáticamente (Ajamian & Koen, 2002; Cooper, 2006).

Efectivamente, en los casos de estudio pudimos comprobar que los proyectos que tienen la convicción y logran habilitar los recursos necesarios, hacen posible que el proyecto progrese, aunque en ocasiones este avance sea paulatino y con interrupciones, podríamos considerar el

<sup>2</sup> En álgebra Booleana, la negación lógica de  $A*B*C$  no es  $|A*|B*|C*$  sino  $|A+|B+|C$ , de acuerdo con la ley de Morgan (Schneider & Wagemann, 2012).

concepto de un avance latente, similar a una capacidad latente de avanzar (Carattoli, 2013, p. 172). Ahora bien, habilitar los recursos va más allá de tener los recursos disponibles, significa que los recursos sean capaces de proveer el “servicio” en las tareas encomendadas, lo cual generalmente toma un determinado tiempo lograrlo, después de, incluso, tenerlos disponibles (Penrose, 2009).

Parte de estos recursos necesarios, son habilitados por la movilización del interés y convicción en diferentes grupos. Al respecto, nuestra investigación descubre lo que parece cuestionar, al menos en parte, los resultados de algunos trabajos previos que afirman que un alto compromiso de los directivos, entendido como “*un apoyo total a las actividades de las etapas iniciales, en términos de su participación y liderando los esfuerzos*” (Peter A. Koen et al., 2014a, p. 41) es un factor clave en el desempeño del FFE.

Nuestra investigación, en cambio, identifica que los proyectos pueden progresar a pesar de tener un bajo nivel de apoyo directivo. Entendido como un apoyo que no es total sino simplemente “deja hacer”; ni tampoco participa en asignar nuevos recursos humanos o físicos para estos objetivos; ni concede los tiempos formales.

¿Cómo pueden entonces progresar estos proyectos a pesar de este bajo nivel de apoyo directivo? La respuesta parece encontrarse, en primer lugar, en la convicción de llevar a cabo el proyecto. Esto, a su vez, implica que se ha podido generar y transmitir un interés y sentido de relevancia a diferentes grupos, en particular al equipo de proyecto y su líder; y en segundo lugar, en la habilitación de recursos que logran, a pesar del bajo nivel de apoyo directivo, a través de conseguir recursos externos y de intercambiar entre otras áreas internas, recursos adicionales como “divisas de cambio”, que va desde intercambiar tiempo de recursos humanos por tiempo de equipo, consultoría interna por tiempo, en una lista variada y flexible. Este concepto de alianzas intra-organizacionales que intercambian recursos ha sido identificado como una alternativa en el mejoramiento de procesos de desarrollo de software ante un apoyo directivo débil (Ngwenyama & Nørbjerg, 2010). De la discusión anterior, podemos establecer, por tanto, la siguiente proposición teórica:

*H2: Si tienen convicción en el proyecto y habilitan recursos, entonces el proyecto progresa, a pesar de tener un bajo nivel de apoyo directivo.*

### *La experiencia previa*

De los factores que parecen mover la DCT, uno de los más relevantes y con formas más diversas es la experiencia. La experiencia previa juega un papel fundamental en la capacidad de un organización para “*reconocer el valor de una nueva información externa, asimilarla y aplicarla en los fines comerciales*” (Cohen & Levinthal, 1990, p. 128). Esto tiene una relación directa con la posibilidad de aprender e incorporar este aprendizaje en la DCT. También la experiencia ha sido señalada como una factor clave para la conformación de los grupos de desarrollo en el FFE, principalmente de los líderes (Peter A. Koen et al., 2014b).

Ahora bien, la experiencia necesaria para la DCT no solo tiene que ver con experiencia técnica en una o varias disciplinas; sino también con diversos temas de mercado; con gestión de recursos de varios tipos; con la búsqueda y aplicación de fondos; y con la interacción, interna y externa, de distintos grupos y comunidades (de Oliveira et al., 2015; Peter A. Koen et al., 2014b). Esto nos da una clara idea de porque es necesario, para la creación de un nuevo concepto tecnológico, de la participación conjunta de varios actores.

De manera más específica, a cada paso en que progresa la DCT, los proyectos de desarrollo manejan diversos tipos y niveles de información, dependiendo de en qué etapa se encuentran. Esta información puede estar relacionada con aspectos financieros, de mercado, de patentes, entre otros. El manejo de esta información apoya la toma de decisiones y un mejor entendimiento de las situaciones que surgen en el FFE (de Oliveira et al., 2015).

Sin embargo, contar con información, aun confiable, no es suficiente en estas etapas. Primero, porque no será posible contar con información completa y siempre habría limitaciones, derivadas del acceso o entendimiento (March & Simon, 1993, pp. 157-192); y segundo, porque uno de los aspectos más complejos de estas etapas no tiene que ver con información e incertidumbre, sino con ambigüedad e interpretación de las situaciones que emergen, de ahí el nombre que le han dado, de *fuzzy*, a estas etapas. Más aún, la experiencia tiene sus limitaciones en la DCT. Cuanto más novedoso sea ese concepto, menos podrá soportarse en la experiencia o el conocimiento previo. Esto ha sido estudiado extensamente en los temas de innovación sobre exploración y explotación (Cesaroni, Minin, & Piccaluga, 2005). Bajo estas consideraciones, la experiencia previa se convierte en un elemento especial en el proceso específico del refinamiento del concepto, porque permite, acorde con Florén and Frishammar (2012), “*una capacidad de prueba y aprendizaje...para realizar cambios recurrentes en el desarrollo del concepto*”. Esta capacidad de prueba y aprendizaje se canaliza mediante diversos mecanismos pero que confluyen en uno de primordial importancia para la DCT que es la interacción con el mercado. Veamos como lo hace.

### *La interacción con el mercado*

En la literatura, la modalidad e intensidad de la interacción con el mercado depende de la etapa en que se encuentre la DCT (Ajamian & Koen, 2002; Cooper, 2006); de las características propias de la nueva tecnología en desarrollo e.g. grado de novedad (Reid & De Brentani, 2004); de los supuestos que la organización y los integrantes del proyecto tengan sobre el mercado, así como su actitud pasiva o activa hacia el mismo (Daft & Weick, 1984; Day, 1994); y, por supuesto, de la madurez y sofisticación del mismo mercado e.g. usuarios avanzados (Thomke & von Hippel, 2002). Es decir, presupone una dinámica compleja que “jala y empuja” al concepto tecnológico y que resulta necesaria para que éste se defina. Aunque la interacción puede tener diferente nivel y cobertura, identificamos que es necesario al menos un nivel mínimo para que la DCT se logre. Por tanto, conforme a la discusión anterior sobre convicción, recursos, experiencia e interacción con el mercado, planteamos la siguiente proposición teórica:

*H3: Si el proyecto progresa y tienen experiencia previa entonces se define el concepto, siempre que se tenga al menos un nivel mínimo de interacción con el mercado*

Ahora bien, no todos los desarrollos que se emprenden tienen éxito. De hecho, solo uno de cada cinco proyectos que inician lo tienen (Cooper & Edgett, 2009, p. 53). Una de las razones que se explican en la literatura es precisamente la falta de una DCT adecuada. Sin embargo estos trabajos no ahondan en las razones por las cuales la DCT no se logra.

En nuestra investigación logramos identificar las condiciones de estos factores bajo las cuales NO se logra una DCT. Específicamente, cuando se tiene una situación prolongada dónde se combinan la ausencia de convicción, experiencia y habilitación de recursos, existen pocas posibilidades de lograr la DCT. En estos casos, la interacción con el mercado parece no afectar. Por tanto, acorde con la discusión anterior planteamos la siguiente proposición teórica:

*H4: Si no tienen habilitación de recursos y no tienen convicción y no tienen experiencia previa entonces NO definen el concepto, a pesar de que tengan interacción con el mercado*

Por último, estos factores pueden cambiar a lo largo del proceso, es decir, son dinámicos; así, una definición que inicia con un bajo nivel de convicción puede ir aumentando en la medida en que pueda generar mayor interés, o transmita mejor el sentido de relevancia a grupos clave. De igual forma, una habilitación de recursos deficiente puede ir mejorando en la medida en que se consigan nuevos recursos o se organicen de mejor forma para lograr un mayor “servicio”. De manera similar con el resto de los factores.

Esta sección nos ha ayudado a presentar, como dijimos, en contexto nuestros resultados y ubicarlo en el panorama de los avances científicos sobre el tema. Pasamos a dar las conclusiones.

## 6. CONCLUSIONES

El presente trabajo amplía nuestro entendimiento de la DCT, al identificar cuatro factores específicos que intervienen en este proceso, así como las condiciones bajo las cuales estos factores se combinan y permiten o impiden lograrlo. Esto aporta un elemento esencial en la teoría de las etapas iniciales (FFE), relacionadas con el desarrollo de nuevas tecnologías.

La identificación de los cuatro factores: convicción, recursos, experiencia, y mercado; su conceptualización teórica; las relaciones establecidas mediante H1-H4; y su validación empírica en los casos de estudio, conforman la propuesta de un modelo conceptual que podría ser probado en una diversidad más amplia de casos y, por tanto, lograr mayor generalización (Lee & Baskerville, 2003; Onwuegbuzie & Leech, 2009).

En este sentido, una de las limitaciones que este trabajo podría tener, es que ha sido validado solamente en tres casos de estudio. Sin embargo, como se sabe, en un trabajo de casos de estudio, la generalización es teórica y no estadística, esto es, no depende del número de casos, ya que los casos son la población y no una muestra estadística (Yin, 2009, pp. 38-40). La otra limitación que podríamos considerar, es que se manejaron los factores con dos valores discretos de alto y bajo (máximo y mínimo); aunque en las evidencias de los casos de estudio esto permitió hacer una adecuada categorización, es posible introducir más valores intermedios de modo que se pueda categorizar mediante una calibración más fina e.g. fuzzy sets. Los dos aspectos anteriores delinean una ruta para extender esta investigación: utilizar el modelo desarrollado en este trabajo como marco teórico para una investigación que se amplíe en una mayor diversidad de casos, llevando a cabo una operacionalización con valores intermedios.

Las implicaciones prácticas, derivadas de este trabajo, pueden ser importantes para la gestión del FFE y, por tanto, para una parte crítica del desarrollo de nuevas tecnologías. Primero, señala cuatro factores específicos a cuidar y gestionar adecuadamente. Estos factores pueden relacionarse con actividades y capacidades dinámicas esenciales en los grupos de proyecto y en la organización en general, por ejemplo, con las capacidades dinámicas, como plantea Eisenhardt and Martin (2000, p. 1107) “*algunas capacidades dinámicas integran recursos, por ejemplo, en las rutinas del desarrollo de nuevos productos, en la cuales los directivos combinan su habilidades diversas*”. Segundo, advierte que el manejo de estos factores no es aislado, ya que su comportamiento se desarrolla bajo una combinación de éstos. Tercero, que el comportamiento y la gestión que hagamos para lograr éxito en la DCT nos ayuda muy poco para entender porque otros proyectos no lo lograron, esto es, la asimetría identificada nos impide derivar lecciones

contrarias. Cuarto, identifica alternativas “realistas” para “gestionar” ciertas limitaciones que se pueden tener en ciertos factores analizados, especialmente en el tema de un apoyo directivo débil y de recursos necesarios.

Sin embargo, para que estas implicaciones se lleven a la práctica es necesario desarrollar los instrumentos adecuados que traduzcan estos factores y sus relaciones en cuestionarios o listas de comprobación que puedan ser adaptados en un ambiente determinado de I+D. La aplicación de estos instrumentos dará la posibilidad de hacer mejoras y validar su utilidad práctica. Aunque es un trabajo por hacer, la utilidad práctica que tiene este modelo y los conceptos que plantea para la gestión de estas etapas iniciales y en particular para la DCT, ya fue validada mediante la presentación y discusión con una parte de los participantes de los proyectos.

Por último, este trabajo aporta en un sentido metodológico, ya que el análisis cualitativo utilizado permitió observar y analizar aspectos del fenómeno de estudio, como la complejidad coyuntural y la asimetría, muy difíciles de identificar y manejar bajo un análisis cuantitativo, como lo señala Schneider and Wagemann (2012, pp. 78-82). Lo anterior puede ser de valor ante la fuerte inclinación a estudiar el FFE de manera cuantitativa.

## REFERENCIAS

- Ajamian, G. M., & Koen, P. A. (2002). Technology stage gate: A structured process for managing high risk, new technology projects. In P. Belliveau, A. Griffen, & S. Somermeyer (Eds.), *PDMA Toolbook for New Product Development* (pp. 267-295): John Wiley and Sons.
- Alam, I. (2006). Removing the fuzziness from the fuzzy front-end of service innovations through customer interactions. *Industrial Marketing Management*, 35(4), 468-480.
- Alvarez, S. A., & Barney, J. B. (2010). Entrepreneurship and Epistemology: The Philosophical Underpinnings of the Study of Entrepreneurial Opportunities. *Academy of Management Annals*, 4(1), 557-583.
- Alvarez, S. A., Barney, J. B., McBride, R., & Wuebker, R. (2014). Realism in the Study of Entrepreneurship. *Academy of Management Review*, 39(2), 227-233.
- Amabile, T. M. (1997). Motivating creativity in organisations. *California Management Review*, 40(1).
- Carattoli, M. (2013). Capacidades dinámicas: Líneas promisorias y desafíos de investigación. *Cuad. admon.ser.organ.*, 26(47), 165-204.
- Cesaroni, F., Minin, A. D., & Piccaluga, A. (2005). Exploration and Exploitation Strategies in Industrial R&D. *Creativity & Innovation Management*, 14(3), 222-232.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cooper, R. G. (1988). Predevelopment activities determine new product success. *Industrial Marketing Management*, 17(3), 237-247.
- Cooper, R. G. (2006). Managing Technology Development Projects. *Research Technology Management*, 49(6), 23-31.
- Cooper, R. G., & Edgett, S. J. (2009). *Product Innovation and Technology Strategy*: Product development Institute Inc.
- Charmaz, K. (2014). *Constructing Grounded Theory* (2nd ed.): Sage Publications.
- Daft, R. L., & Weick, K. E. (1984). Toward a model of organizations as interpretation systems. *Academy of Management Review*, 9(2), 284-295.
- Day, G. S. (1994). The capabilities of market-driven organizations. *Journal of Marketing*, 58(4), 37-52.
- de Oliveira, M. G., Rozenfeld, H., Phaal, R., & Probert, D. (2015). Decision making at the front end of innovation: the hidden influence of knowledge and decision criteria. *R&D Management*, 45(2), 161-180.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32.
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10/11), 1105.

- Eldred, E. W., & McGrath, M. E. (1997). Commercializing new technology-I. *Research Technology Management*, 40(1), 41-47.
- Fernández, W. D. (2005). The grounded theory method and case study data in IS research: issues and design. In D. N. Hart & S. D. Gregor (Eds.), *Information systems foundations: Constructing and criticising* (pp. 43-59). Canberra, Australia: ANUE press.
- Florén, H., & Frishammar, J. (2012). From Preliminary Ideas to Corroborated Product Definitions: Managing the front end of new product development. *California Management Review*, 54(4), 20-43.
- Glaser, B. G. (1978). *Theoretical sensitivity* (1 ed.). San Francisco California: Sociology Press.
- Grassl, W. (2011). Hybrid Forms of Business: The Logic of Gift in the Commercial World. *Journal of Business Ethics*, 100(1), 109-123.
- Jolly, V. K. (1997). *Commercializing New Technologies: Getting from Mind to Market*: Harvard Business Press.
- Katz, R. (1993). How a band of technical renegades designed the Alpha chip. *Research Technology Management*, 36(6), 13.
- Katz, R. (Ed.) (2004). *The Human Side of Managing Technological Innovation* (2nd ed.): Oxford University Press.
- Khurana, A., & Rosenthal, S. R. (1997). Integrating the fuzzy front end of new product development. *Sloan Management Review*, 38(2), 103-120.
- Kim, J., & Wilemon, D. (2002). Focusing the fuzzy front-end in new product development. *R&D Management*, 32(4), 269-279.
- Koen, P., Ajamian, G., Burkart, R., Clamen, A., Davidson, J., D'Amore, R., . . . Wagner, K. (2001). Providing clarity and common language to the "Fuzzy front end". *Research Technology Management*, 44(2), 46-55.
- Koen, P. A., Ajamian, G., Boyce, S., Clamen, A. F., E. Fountoulakis S., Johnson, A., . . . Seibert, R. (2002). Fuzzy front-end: Effective methods, tools and techniques. In P. Belliveau, A. Griffen, & S. Sorermeyer (Eds.), *PDMA: Toolbook for New Product Development* (pp. 2-35): John Wiley and Sons.
- Koen, P. A., Bertels, H. M. J., & Kleinschmidt, E. (2014a). Managing the Front End of Innovation-Part I. *Research Technology Management*, 57(2), 34-43.
- Koen, P. A., Bertels, H. M. J., & Kleinschmidt, E. J. (2014b). Managing the Front End of Innovation-Part II. *Research Technology Management*, 57(3), 25-35.
- Lee, A. S., & Baskerville, R. L. (2003). Generalizing Generalizability in Information Systems Research. *Information Systems Research*, 14(3), 221-243.
- Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, 65(9-10), 1216-1223.
- March, J. G., & Simon, H. A. (1993). *Organizations* (2nd ed.). New York: Blackwell Publishers.
- Markham, S. K. (2013). The Impact of Front-End Innovation Activities on Product Performance. *Journal of Product Innovation Management*, 30, 77-92.
- Martinsuo, M., & Poskela, J. (2011). Use of Evaluation Criteria and Innovation Performance in the Front End of Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 28(6), 896-914.
- Miller, W. C. (2007). *The Innovation Process: Energizing values-centered innovation from start to finish* (1 ed. Vol. 1): IEEE-USA Publishing.
- Ngwenyama, O., & Nørbjerg, J. (2010). Software process improvement with weak management support: an analysis of the dynamics of intra-organizational alliances in IS change initiatives. *European Journal of Information Systems*, 19, 303-319.
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2009). Generalization practices in qualitative research: a mixed methods case study. *Quality & Quantity*, 44(5), 881-892.
- Penrose, E. (2009). *The theory of the growth of the firm* (4th ed.): Oxford University Press.
- Real Academia Española. (1990). *Diccionario de Autoridades* (Vol. 2). Madrid, España: Editorial Gredos.
- Reid, S. E., & De Brentani, U. (2004). The Fuzzy Front End of New Product Development for Discontinuous Innovations: A Theoretical Model. *Journal of Product Innovation Management*, 21(3), 170-184.
- Researchware. (2014). User Guide: HyperResearch, software for Qualitative Data Analysis (Version 3.7.1).
- Roussel, P. A., Saad, K. N., & Erickson, T. J. (1991). *Third Generation R&D: Managing the link to Corporate Strategy*: Harvard Business School Press.
- Schneider, C. Q., & Wagemann, C. (2012). *Set-Theoretic Methods for the Social Sciences: A Guide to Qualitative Comparative Analysis* Cambridge University Press
- Silverman, D. (2001). *Interpreting Qualitative Data: Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*: Sage Publications.

Stevens, E. (2014). Fuzzy front-end learning strategies: Exploration of a high-tech company. *Technovation*, 34(8), 431-440.

Thomke, S., & von Hippel, E. (2002). Customers as Innovators: A New Way to Create Value. *Harvard Business Review*, 80(4), 74-81.

von Hippel, E. (1978). Successful industrial product from customers ideas. *Journal of Marketing*, 42(1), 39-49.

von Hippel, E. (1994). "Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation. *Management Science*, 40(4), 429-439.

von Hippel, E. (1998). Economics of product development by users: The impact of 'sticky' local information. *Management Science*, 44(5), 629-644.

Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2005). Organizing and the Process of Sensemaking. *Organization Science*, 16(4), 409-421.

Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed. Vol. 5): Sage Publications.

## ANEXO I. TABLA DE DECISIÓN

Reglas	Factores				Acción
	A Tienen convicción	B Habilitan recursos	C Tienen experiencia previa	D Interaccionan con el mercado	
1	No	No	No	No	No (H4)
2	No	No	No	Sí	No (H4)
3	No	No	Sí	No	No
4	No	No	Sí	Sí	No
5	No	Sí	No	No	No
6	No	Sí	No	Sí	No
7	No	Sí	Sí	No	No
8	No	Sí	Sí	Sí	No
9	Sí	No	No	No	No (H1)
10	Sí	No	No	Sí	No (H1)
11	Sí	No	Sí	No	No (H1)
12	Sí	No	Sí	Sí	No (H1)
13	Sí	Sí	No	No	Tal vez (H1, H2)
14	Sí	Sí	No	Sí	Tal vez (H1, H2)
15	Sí	Sí	Sí	No	Sí (H1, H2, H3)
16	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí (H1, H2, H3)

Notas:

- 1) Entre paréntesis pusimos las hipótesis que se validan.
- 2) El estado "tal vez" equivale a una indefinición, que en las tablas de decisión se denomina normalmente "don't care"