

## Capítulo 10

### Modelo conceptual, modelo de medición e hipótesis

**Doi:**

10.25100/peu.687.cap10

**Autores:**

Helena M. Cancelado Carretero  
Universidad Icesi

 0000-0002-3411-1927

Robin Castro Gil  
Universidad Icesi

 0000-0001-7029-724X

Adolfo A. Abadía  
Universidad Icesi

 0000-0002-9034-2156

El presente capítulo presenta el modelo conceptual y de medición que esta investigación plantea, el cual se basa en la contextualización de los enfoques teóricos analizados, a partir de la revisión de literatura y el contexto regional, brindando un fundamento teórico a la metodología que sigue esta investigación. De esta forma, el primer acápite de este apartado se refiere al modelo conceptual adoptado, le sigue el modelo de medición y las hipótesis que se testearán y sirven para la construcción de una metodología que mida las capacidades tecnológicas de los actores que ofertan conocimiento en el sistema de C&CTI.

#### Modelo conceptual

Las universidades juegan un papel importante en la sociedad del conocimiento y en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, y potenciar esta situación requiere de una nueva dinámica entre las universidades y el medio con el que se relacionan (Zanitti y Castellaro, 2018). Las relaciones de las universidades y los otros actores del SNCTI (Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación), en donde participan un conjunto de organizaciones e instituciones del país, han estado en Colombia vinculadas históricamente a procesos de reconocimiento que han tenido como finalidad principal otorgar a los actores la posibilidad de competir por recursos públicos. Estas estrategias han hecho énfasis en la generación de nuevo conocimiento más que en su transferencia y aplicación, con una débil priorización sectorial en las políticas nacionales, con una existencia de orientaciones implícitas y discontinuas, y con brechas en la infraestructura de soporte para el desarrollo de ACTI (Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación) (COLCIENCIAS, 2016).

Dado el reciente cambio del SNCTI, la creación de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en 2019 y la orientación de fortalecer el ecosistema de CTel basado en el desarrollo regional, en la estrategia de los focos consolidados a partir de planes territoriales y de la misión de sabios, así como en el desarrollo de la inclusión social, de las capacidades regionales, de la cooperación internacional, de los dinamizadores la gobernanza, la información estratégica

y de los recursos financieros para asegurar la inversión en ACTI, el uso eficaz y eficiente de los recursos y el monitoreo y evaluación de los mismos (CONPES, 2021, p 26), surge la necesidad conocer ¿qué variables inciden en el desempeño de los grupos de investigación?, a fin de entender ¿cómo se puede superar la débil articulación entre los grupos de investigación y el entorno de los distritos de Cali y Buenaventura, la subregión Cenvalle<sup>2</sup> y el municipio de Palmira? y dar recomendaciones para fortalecer las capacidades de los grupos de investigación.

El primer paso consiste en identificar las capacidades de los grupos y las variables que influyen sobre su desempeño para responder a los retos del fortalecimiento del SNCTI y de la política de ciencia tecnología e innovación con horizonte 2022-2031, que ha sido planteada con un enfoque diferencial, territorial, y participativo. Es así como desde la CTel se aporta a los cambios culturales que promuevan una sociedad del conocimiento y el desarrollo social (CONPES, 2021, p 3).

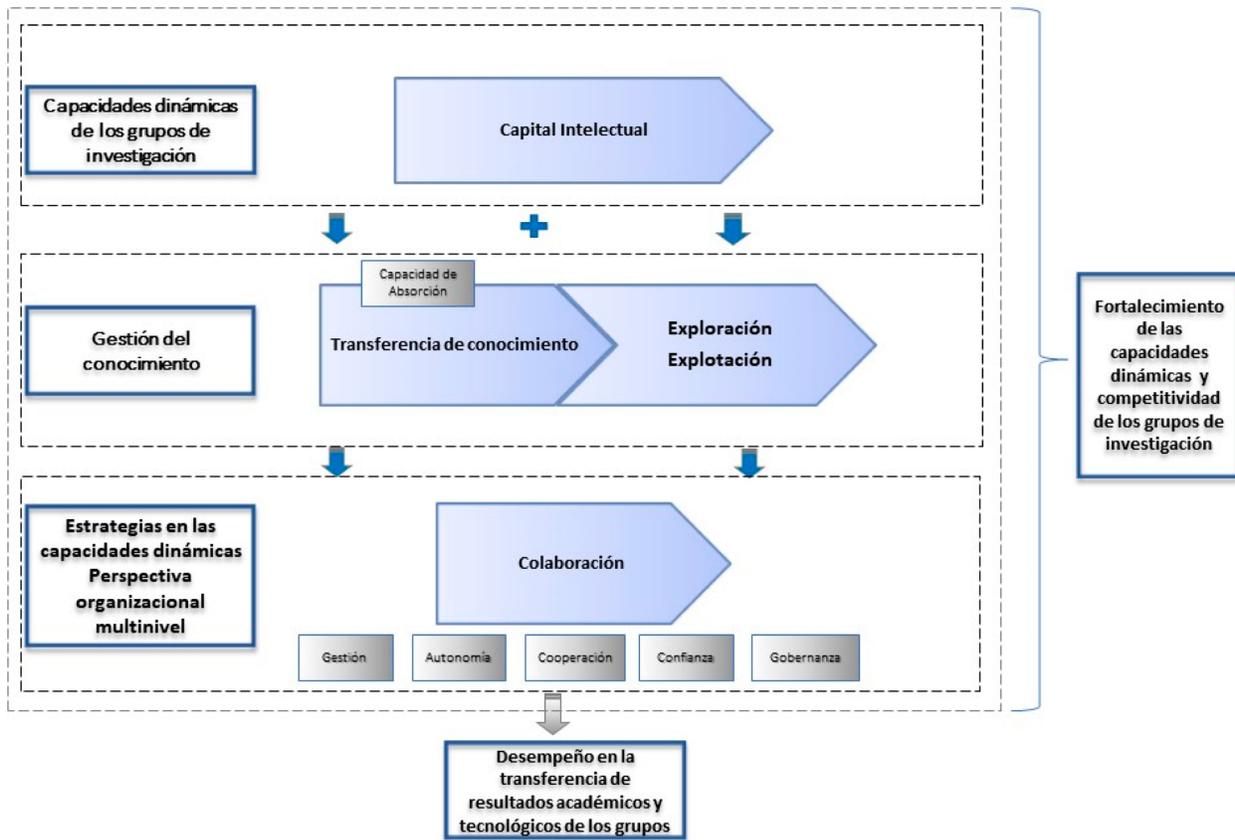
Para abordar las preguntas de investigación, se parte de la revisión de la literatura y del marco conceptual de innovación transformativa en el que se ha basado la política de CTel, cuyo objetivo es la sostenibilidad de los territorios enfocado en la generación de valor público y de nuevos mercados en donde el Estado tenga un rol activo y se dé un abordaje orientado en misiones y nichos estratégicos. Por otro lado, esta revisión se realizó alrededor de tres grandes conceptos teóricos: capacidades dinámicas relacionadas con el capital intelectual; la gestión del conocimiento relacionadas con la transferencia de conocimiento, la explotación y exploración, y la capacidad de absorción; y las estrategias de las capacidades dinámicas desde la perspectiva multinivel en donde se escogió la variable de colaboración y el desempeño en la transferencia de resultados académicos y tecnológicos de los grupos (Figura 16).

<sup>2</sup> Cenvalle: se refiere a la subregión conformada por los municipios de Tuluá, Bugalagrande, Andalucía, Riosfrio, Trujillo, El Dovio y San Pedro

## Modelo de medición e hipótesis

Las capacidades dinámicas son aquellas que desarrolla una empresa para adquirir y explotar conocimiento externo, y han sido fundamentales para alcanzar una ventaja competitiva en los nuevos mercados que han incrementado la necesidad de transferir eficazmente la tecnología y el conocimiento. En este caso, se va a asociar el concepto de empresa a las capacidades dinámicas de los grupos de investigación, entendiéndolos como unidades productivas de generación y transferencia de conocimiento necesarios para que en el sistema de C&CTI se generen resultados. Para poder generar transferencia y el uso del conocimiento en el sistema, es necesario contar con fuentes externas para ampliar la base de conocimientos y dinamizar el acceso a nuevas ideas que permitan la generación de nuevos productos y tecnología (Bierly *et al.*, 2009; Gopalakrishnan y Santoro, 2004; Guerrero *et al.*, 2015; Schartinger *et al.*, 2002; Tseng *et al.*, 2020). Así, pues, la obtención y apropiación del conocimiento para el desarrollo de resultados innovadores es esencial para el éxito de una empresa (Bierly *et al.*, 2009a), en este caso el sistema de C&CTI en el Valle del Cauca.

Una de las capacidades dinámicas es el capital intelectual, que nace para solventar algunos vacíos de la teoría de recursos y capacidades. Así, aunque no se ofrezca una definición clara en términos de ventaja competitiva pues no logra especificar los recursos necesarios para alcanzarla (aunque sí los defina como escasos, valiosos y difíciles de imitar) ni las combinaciones concretas de recursos y capacidades que definan el éxito empresarial (Reed *et al.* 2006), por el lado de la teoría de las capacidades dinámicas (Teece, Pisano y Schuen, 1997), el capital intelectual se comprende como una habilidad empresarial para explorar y explotar nuevas fuentes de ventajas competitivas, mientras que por parte de la teoría basada en el conocimiento lo vinculan al éxito empresarial. Adicionalmente, la divulgación de información sobre capital intelectual se analiza en la teoría de agencia y la de *stakeholder* donde se enfatiza la importancia que tiene esta divulgación para reducir las asimetrías entre agentes (Ochoa *et al.* 2012). En el caso del sistema de C&CTI, los agentes



**Figura 16.** Modelo conceptual de la gestión de la oferta del sistema C&CTI

Fuente: elaboración propia

han sido tomados como parte de un sistema compuesto por cuatro hélices: universidad, Estado, empresas y sociedad civil.

El capital intelectual se define como el recurso intangible y estratégico que genera valor a la organización (Diéz *et al.*, 2010; Ordóñez, 2004; Skandia, 1995; Steward, 1997). Sus elementos clave son el capital humano, el capital estructural, capital social y el capital relacional, aunque los autores hayan utilizado diferentes nombres para clasificarlos.

Las investigaciones de Tayles *et al.* (2006) y Wann-Yih *et al.* (2008) demuestran que el capital intelectual (sea conocimiento certificado, experiencia, capacidad profesional, buenas relaciones o la capacidad tecnológica) es la mayor fuente de ventajas competitivas. El conocimiento corporativo se sustenta

en la dirección estratégica, los factores de riesgo, la experiencia, la integridad y las cualidades gerenciales (Eccles *et al.*, 2001; Tayles *et al.*, 2006). El reto de las empresas es convertir su capital relacional y humano en capital estructural (Martínez, 2003).

Son múltiples las maneras en que la gestión del capital intelectual se relaciona e influye en el desempeño de grupos de investigación, una de estas se asocia a la importancia que tiene para los grupos de investigación enfocar sus esfuerzos en conocimientos que aún no han sido suficientemente explotados y que a la vez tienen alto valor porque se consideran claves para la generación de nuevos conocimientos que, como resultado natural, se convierten en producción; es decir, en desempeño. En este caso, el proceso de identificación y el de evaluación de conocimientos son fundamentales (Lin *et al.*, 2012;

Kianto *et al.*, 2013). Del mismo modo, la gestión del capital intelectual les facilita a los grupos el reconocimiento de vacíos de conocimiento, los cuales al explotarse son una fuente valiosa de productos académicos y científicos que jalonan y consolidan resultados de investigación sobresalientes (Graham *et al.*, 2006).

La gestión del capital intelectual permite a los grupos de investigación un mayor conocimiento de su inventario de conocimientos, lo que les permite sopesar de forma efectiva los requerimientos y acciones estratégicas que propenda a mejorar el desempeño de grupos de investigación. De esta manera, la gestión de este tipo de activos intangibles supone una mayor disposición de los miembros del grupo a interesarse en participar activamente en procesos enfocados tanto a la generación, adquisición, almacenamiento y diseminación de conocimientos claves, como a la construcción de redes interinstitucionales, la participación en eventos científicos y académicos, el intercambio de conocimiento, entre otras actividades (McFadyen y Cannella, 2004; Ramírez *et al.*, 2011; Howell y Annansingh, 2013).

Como resultado de la gestión del capital intelectual, el inventario de conocimientos claves robustecido produce una mejora de la producción académica y científica cuantificada en artículos, literatura gris, de los grupos de investigación (Ramírez *et al.*, 2007; Cheng *et al.*, 2009; Ramírez *et al.*, 2014; Said *et al.*, 2015; Calderón *et al.*, 2017), por lo tanto:

**H1: El capital intelectual de los grupos de investigación tiene relación positiva con el desempeño de los grupos**

Cómo se genera y transmite conocimiento en las universidades ha sido objeto de estudio desde distintas ópticas. Hay autores que analizan partes del ciclo del conocimiento: cómo son las formas de creación del conocimiento en la investigación (Gaviria, Mejía & Henao, 2007; Tian, Nakamori & Wierzbicki, 2009; García, 2011) o cómo son las maneras de compartir y transferir el conocimiento desde la teoría de los recursos humanos y la gestión del conocimiento (Iqbal, Toulson & Tweed, 2011).

Para este estudio, seleccionamos como elemento principal la transferencia de conocimiento dado que está inmerso en los sistemas regionales de innovación y está relacionado con el nivel tecnológico de las empresas, la actividad científica de las universidades y el papel promotor del gobierno (Dalmarco *et al.*, 2019), interrelación ampliamente contemplada en el modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000) en el que los sistemas de innovación resultan de los esfuerzos concéntricos inmersos en “relaciones universidad-industria-gobierno”, con redes trilaterales y organizaciones híbridas promotoras de la transferencia y aplicación del conocimiento. Dado que la Triple Hélice y la innovación abierta no se ajustan tan bien en economías de países en desarrollo (Abdulai *et al.*, 2019) debido a las barreras políticas, organizacionales e institucionales que interfieren en los procesos de colaboración (Muscio y Pozzali, 2013; Nsanzumuhire y Groot, 2020), es relevante tener en cuenta modelos que incluyan a la sociedad civil y el estado natural de la sociedad, con el fin de contextualizar el análisis del uso y difusión del conocimiento y promover la innovación y transferencia desde una visión social.

En consecuencia, la transferencia de conocimiento es dinámica y ha ido evolucionando de un “modelo de ciencia abierta”, a un “modelo de licenciamiento”, para llegar al “modelo de innovación”. En esta transición, la Universidad ha pasado de caracterizarse por promover el dominio público de la propiedad intelectual, a empezar a generar dinámicas de retención, protección y comercialización, hasta llegar a un proceso en de concesión de licencias como parte de un cambio misional que dispone y promueve la investigación colaborativa e interinstitucional, y la creación de empresas derivadas de una nueva política universitaria que propicia que se den estos escenarios de manera activa (Cesaroni y Piccaluga, 2016).

Como esta transformación incide en la diversificación de las formas y canales para la transferencia, y supone, a su vez, nuevas dinámicas de codificación del conocimiento mediada por la tecnología que irá direccionando las formas en que ocurre el tránsito del conocimiento tácito a explícito (Schartinger *et al.*, 2002). Algunas de estas maneras pueden

darse por medio de la investigación colaborativa, la generación de proyectos de tesis colectivos, la asistencia técnica, convenios de cooperación en temas de investigación, consultoría, entre otras (Santoro y Chakrabarti, 2002; Schaeffer *et al.*, 2020). Por lo tanto:

***H2a: La transferencia de conocimiento de los grupos de investigación tiene relación positiva con el desempeño de los grupos***

Retornando a la idea de integración de las capacidades de una organización para llevar a cabo actividades de explotación y exploración con un mismo nivel de destreza, se alude a una habilidad organizacional que le permite una alineación con las diversas demandas actuales, así como a los cambios del entorno, una mejor adaptación y anticipación a las contingencias del futuro. Esto significa perseguir, simultáneamente, la consecución de mayores niveles de eficiencia como de flexibilidad, de búsqueda de la estabilidad al igual que de dinámicas de adaptación, de privilegiar los beneficios a corto plazo y también esforzarse por establecer una senda de crecimiento a largo plazo. Es así como la ambidestreza organizacional constituyen dos actividades distintas: explorar y explotar, que requieren de otras actividades de aprendizaje con énfasis de atención y de recursos diferentes que se reflejaron en modificaciones en la estructura organizativa, definición de estrategias y atención al contexto (March, 1991). Las tensiones que surgen de la aplicación de actividades de explotación y exploración, apuntan a los retos que supone la combinación del conocimiento existente y el aprovechamiento un conocimiento nuevo que se caracteriza por ser variado y disperso (Taylor y Greve, 2006).

La transferencia de conocimiento es el proceso mediante el cual un miembro se ve afectado por la experiencia de otro (Argote y Ingram, 2000), y se manifiesta a través de cambios en el conocimiento o desempeño en quien la recibe. Así, organizaciones capaces de transferir conocimiento de manera efectiva tienden a ser más productivas que aquellas que no lo hacen (Almeida y Kogut, 1999; Argote *et al.*, 1990; Baum y Ingram, 1998; Hansen, 2002; Kostova, 1999). Este nuevo conocimiento adquirido,

especialmente el conocimiento nuevo procedente de otras empresas, constituye un estímulo importante para movilizar acciones que busquen lograr un cambio y una mejora organizacional.

Desde una perspectiva de la competencia en el mercado actual, las organizaciones que han empezado a adquirir nuevo conocimiento están buscando mejorar su situación frente a otras empresas (Santoro y Gopalakrishnan, 2000), una acción que propende, a su vez, incentivar la creación de conocimiento e integración de nuevas tecnologías en el marco de una economía del conocimiento y una plaza de pugna por mostrar ventajas comparativas (Cabeza-Pullés *et al.*, 2020). Esto se traduce en procesos internos de gestión del conocimiento por medio de los cuales las organizaciones enrutan la transformación del conocimiento tácito a explícito, y garantizan su difusión y acumulación (Nonaka *et al.*, 1996). Las universidades juegan un importante rol en este proceso pues además de constituirse como actores claves de innovación, al igual que las empresas (Ashyrov *et al.*, 2019; Walters y Ruhanen, 2019), se caracterizan por su prerrogativa en función a la generación de conocimiento, la transferencia, la adaptación y su uso (Abu-Rumman, 2019). Por lo tanto:

H2b: La transferencia de conocimiento de los grupos de investigación mediada por la exploración tiene una relación positiva con el desempeño de los grupos

H2c: La transferencia de conocimiento de los grupos de investigación mediada por la explotación tiene una relación positiva con el desempeño de los grupos

La capacidad de absorción se define como “la habilidad de una organización para reconocer el valor de nueva información externa para asimilarla y aplicarla a fines comerciales” (Cohen y Levinthal, 1990). Ella le permite a la organización obtener innovación y ventajas competitivas, de ahí su importancia en el aprendizaje organizacional, pues hoy en día el mundo globalizado demanda resultados innovadores, por lo que el trabajo por el conocimiento toma relevancia en la organización.

Inicialmente se planteaba que la capacidad de absorción debía enfocarse en el *stock* de conocimiento previo para desencadenar dicha capacidad, como las habilidades básicas, el lenguaje compartido y la visión de los avances científicos en un ámbito determinado. El gasto de I+D se presentaba como una aproximación del valor del *stock* de conocimiento y subsecuentemente de la capacidad de absorción en la organización. Actualmente, se reconoce la relevancia de las actividades de I+D para el fortalecimiento de la capacidad de absorción de la organización, sin embargo, es necesario considerar este constructo dentro de contexto relacional, pues está determinado por el tipo de relaciones que se presentan tanto a nivel inter-organizacional como intra-organizacional.

Es por esta razón que se requiere mayor atención en establecer dinámicas que pongan mayor atención al compromiso que establecen los académicos con la industria en virtud de los procesos de transferencia de conocimiento y desarrollo de investigaciones colectivas que los vincule mutuamente (Kotiranta *et al.*, 2020). Es así como se potencia las capacidades de absorción que de manera dinámica, relaciona la creación y utilización del conocimiento (Bierly *et al.*, 2009a), se coordinan e integran una mejor utilización de recursos a lo largo del tiempo (Santoro y Chakrabarti, 2002). En línea con esta idea es que:

***H3a: La capacidad de absorción de los grupos de investigación tiene una relación positiva con el desempeño de los grupos***

La capacidad de absorción expresa un proceso de aprendizaje por interacción orientado hacia la innovación (Cohen y Levinthal, 1990; Lane y Lubatkin, 1998; Zahra y George, 2002). En I+D es prioritario para el afianzamiento del conocimiento y el aprendizaje, esta debe integrarse a las fuentes de conocimiento externo, sea de la industria o fuera de ella, contactando las personas que posean tales conocimientos (Knoppen, Sáenz y Jonhston, 2011).

Por el lado de la transferencia de conocimiento, esta puede darse vía comercialización y fortalecimiento del compromiso académico; es decir, por medio

de licencias, patentes, derechos de propiedad, entre otras (Czarnitzki *et al.*, 2009) como por consultorías y colaboraciones universidad-empresa (Abreu y Grinevich, 2013). Estas colaboraciones constituyen una alianza fundamental para las empresas enfocadas en la economía del conocimiento (Ashyrov *et al.*, 2019), en la medida en que las universidades, como principal motor de la generación de conocimiento (Brennenraedts *et al.*, 2006), aportan conocimiento al relacionamiento equitativo entre industria y universidad como una suerte de moneda de transacción (Amesse y Cohendet, 2001).

En línea con lo anterior, es clave reconocer los mecanismos que permiten que se de este tipo de transferencias de conocimiento por parte de las universidades. Así, mientras que un gran número de universidades aplican un modelo de gestión en actividades que apuntan, principalmente, a la difusión del conocimiento (O'Gorman *et al.*, 2008), existen otras universidades que diversifican las maneras de difusión conforme a la heterogeneidad del contexto y lugar de origen (Cesaroni y Piccaluga, 2016). Por ejemplo, un canal de difusión puede encontrarse mediado por los aportes en la construcción de políticas públicas, o la difusión de contenidos institucionales basados en la experiencia y evaluaciones comparativas (Kochenkova *et al.*, 2016). Otra perspectiva en la identificación de relaciones de colaboración se encuentra en la vinculación a asociaciones, en las que la comunicación e interacción entre sus miembros constituyen una parte fundamental de su existencia (White *et al.*, 2019). Por todo lo anterior:

***H3b: La capacidad de absorción de los grupos de investigación medida por la transferencia de conocimiento tiene relación positiva con el desempeño de los grupos***

Como se ha podido mostrar en apartados anteriores, es bien sabido que un sistema de innovación requiere de la integración de distintos actores lo moldeen. Como en todo tipo de relacionamiento, esta interacción puede traer diferentes tipos de beneficios asociados a factores de éxito y al mismo tiempo afrontar obstáculos como los que supone la colaboración a las partes vinculadas. La tercera misión

de las universidades es una invitación a buscar siempre sobreponerse a estos retos para impactar y transformar de manera positiva su entorno más inmediato y al mismo tiempo aportar al desarrollo regional. Es así como la colaboración entre academia y sector productivo, por un lado, incentiva procesos de investigación, los cuales, por otro lado, pueden ser la semilla para el desarrollo de nuevos productos y servicios que luego pueden transarse vía contratos de propiedad intelectual o como patentes. Esta es una evidencia de cómo una apuesta por el fortalecimiento del capital intelectual tanto en las empresas como universidades genera réditos en todo el sistema de innovación a la par que fomenta el crecimiento empresarial.

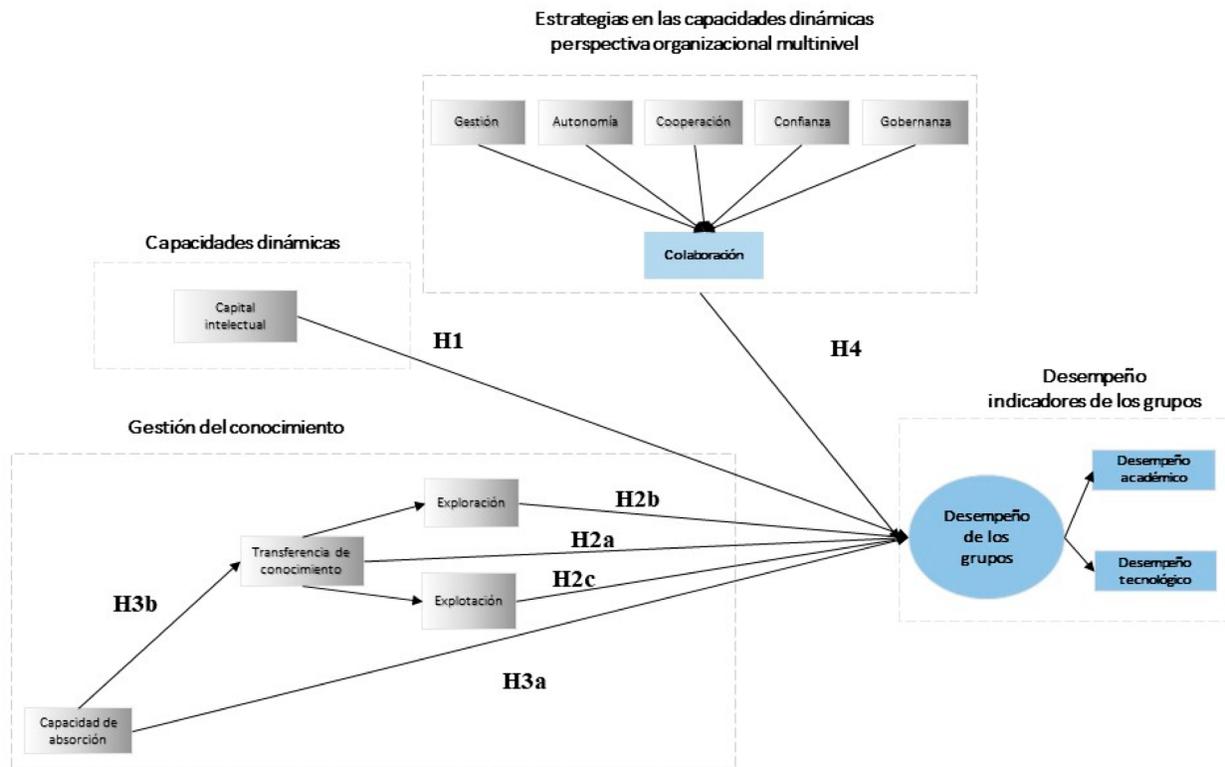
El éxito de esta colaboración radica en el reconocimiento, por ambas partes, de factores que limitan la transferencia y absorción de conocimiento. Esto se cristaliza con la existencia de barreras internas que no propician escenarios para la ambidestreza, cuando la concientización sobre la necesidad de enfrentar un cambio es baja o cuando no se recurren a estrategias de fortalecimiento del capital humano (Gopalakrishnan y Santoro, 2004; Jones y Coates, 2020) para potenciar el *know-how* colaborativo y mantener relaciones mediadas por la confianza (Bellini *et al.*, 2019).

Ahora, considerando que un concepto como sistema de innovación presupone la existencia de un conjunto organizado de actores diversos, cada uno con una variedad distinta de capacidades para gestionar conocimiento resultado de la interacción inter-organizacional e inter-funcional (Li y Xing, 2020; Soosay y Hyland, 2015; Verspagen, 2006), actores como la Universidad caracterizada por la creación de conocimiento, y la industria que está llamada a ser los actores quienes aplican este conocimiento y los traducen en tecnología e innovación, encuentran en procesos de alianzas por la investigación, un mecanismo para continuar fomentando, generando y apropiando resultados de esta transferencia de conocimiento (Dalmarco *et al.*, 2019; Verspagen, 2006). Todo esto se transforma en mecanismo que potencian el desarrollo de habilidades empresariales y la innovación y, así como la formación de capital

humano y el bienestar social (Compagnucci y Spigarello, 2020). Por lo tanto:

H4: La colaboración de los grupos de investigación con otros actores tiene una relación positiva con el desempeño de los grupos

Partiendo de las consideraciones anteriores, en la figura 18 se ofrece una representación gráfica del modelo de medición de esta investigación que tiene como objetivo indagar acerca de las variables que inciden en el desempeño de los grupos de investigación, con un énfasis en el mejoramiento de la articulación entre los grupos de investigación y el entorno de los territorios de Cali, Buenaventura, Cénvalle y Palmira.



**Figura 17.** Modelo de medición de las capacidades tecnológicas de los grupos de investigación del sistema C&CTI

Fuente: elaboración propia.