

VARIABLES PARA LA MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS

VARIABLES TO MEASURE THE TECHNOLOGICAL INNOVATION CAPACITIES
IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

VARIÁVEIS PARA A MEDIÇÃO DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA EM INSTITUIÇÕES UNIVERSITÁRIAS

Recibido: 06/05/2013

Aprobado: 06/06/2013

Jakeline Serrano García

Magíster en Ingeniería Administrativa, Instituto Tecnológico Metropolitano, Profesora Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Correo electrónico: jakelineserrano@itm.edu.co; jserrano2005@gmail.com

Jorge Robledo Velásquez

Ph.D. en Estudios de Política y Gestión de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Profesor Facultad de Minas. Correo electrónico: jrobledov@unal.edu.co

VARIABLES PARA LA MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS

Resumen

Palabras clave:

Capacidades de innovación tecnológica
Variables de medición
Instituciones universitarias

En el presente artículo se propone un conjunto de variables para medir las capacidades de innovación tecnológica (CIT) de las Instituciones Universitarias (IU) colombianas, teniendo como referencia la gestión de la innovación y la relación con el sector productivo de estas instituciones. Se construye un diagrama de afinidad bajo la perspectiva de las CIT y las dimensiones organizacionales, seleccionando 24 variables clave con base en una revisión de la literatura y la consulta a expertos de las diferentes IU. Se trata de sentar las bases para la aplicación de un método de evaluación de las CIT en las IU acerca de la necesidad de construir indicadores de evaluación eficaz de las CIT en una IU para el desarrollo y aplicación de una futura metodología que apoye la formulación de lineamientos, políticas y estrategias de gestión organizacional para contribuir a fortalecer el sistema regional y nacional de innovación.

Clasificación JEL: D24, I23, O32

VARIABLES TO MEASURE THE TECHNOLOGICAL INNOVATION CAPACITIES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract

Keywords:

Technological Innovation capacities
Variables for Measurement
Higher Education Institutions.

This article proposes a set of variables to measure technological innovation capacities (TIC) in Higher Education Institutions (HEI) in Colombia, taking as a reference the innovation management and the HEI relation to the productive sector. An affinity diagram is build using the TIC approach and the organizational dimensions, twenty-four key variables were selected based on literature review and expert consult in diverse HEI. This article aims to establish basis for the application of an evaluation method of TIC in HEI, and the need to define indicators for the efficient evaluation of TIC in HEI in order to develop and apply a future methodology, which can support the formulation of guidelines, policies and strategies of organizational management that contribute to strengthen the regional and national innovation system.

VARIÁVEIS PARA A MEDIÇÃO DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM INSTITUIÇÕES UNIVERSITÁRIAS

Resumo

Palavras importantes:

Capacidades de inovação tecnológica
Variáveis de medição
Instituições universitárias

No presente artigo se propõe um conjunto de variáveis para medir as capacidades de inovação tecnológica (CIT) das Instituições Universitárias (IU) colombianas, tendo como referência a gestão da inovação e a relação com o setor produtivo destas instituições. Constrói-se um diagrama de afinidade sob a perspectiva das CIT e as dimensões organizacionais, selecionando 24 variáveis chaves, com base numa revisão da literatura e a consulta a experientes das diferentes IU. Trata-se de sentar as bases para a aplicação de um método de avaliação das CIT nas IU a respeito da necessidade de construir indicadores de avaliação eficaz das CIT numa IU para o desenvolvimento e aplicação de uma futura metodologia, que apoie a formulação de alinhamentos, políticas e estratégias de gestão organizacional para contribuir a fortalecer o sistema regional e nacional de inovação.

I. INTRODUCCIÓN

Las entidades que presentan mayor generación de conocimiento y nuevas tecnologías en el mundo son las universidades. El conocimiento generado por ellas es uno de los principales factores para resolver problemas de crecimiento económico y generación de condiciones de calidad de vida para los ciudadanos. Etzkowitz (2003), Segarra y Arauzo (2008) han destacado que las instituciones de educación superior (IES) son un eje fundamental en el desarrollo de los países, por sus múltiples capacidades para la generación de investigación y desarrollo tecnológico. Además, por su potencial en infraestructura y la diversidad de sus grupos de investigación en los que se desenvuelven intelectuales creadores de ideas y técnicas para ser transferidas a la sociedad.

En todos los procesos de desarrollo, crecimiento, sostenibilidad y competitividad se hace necesario, entonces, una estrategia fundamental como es la innovación. En palabras del Manual de Oslo (2005), la innovación es "la introducción de un nuevo o mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización, o de un nuevo método organizativo en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores" (Manual de Oslo, 2005, p. 56).

Así, la relación entre la educación superior y el sector productivo está directamente ligada con la transferencia de conocimientos y tecnología. Dicha relación se puede alcanzar, como proponen Debackere y Veugelers (2005), bajo la puesta en marcha de empresas orientadas hacia la tecnología a partir de la base de la ciencia generada en los centros tecnológicos y la generación conjunta de proyectos de I + D. De esta manera, la educación superior, de cara a los retos propuestos de calidad, pertinencia y contribución al desarrollo, debe también presentar argumentos sobre los efectos e implicaciones de la inserción y su papel en el sistema de innovación.

Rasmussen et al., (2006) y Castellanos y Jiménez (2008) sostienen que las universidades americanas y europeas se han enfocado en la comercialización del conocimiento, con la creación de centros y grupos de académicos que tienen como objetivo la vinculación con la empresa y la transferencia de tecnologías. Adicionalmente "el desafío para la universidad llega a ser triple: incrementar la extensión de la comercialización, visualizar la contribución al desarrollo económico y dirigir las relaciones entre comercialización y otras actividades centrales" (Rasmussen et al., 2006, p. 519). Es decir, la universidad se ha transformado en una institución de enseñanza en la que se combina la docencia con la investigación, pero donde se requiere no sólo la producción, sino también la comercialización del conocimiento; en otras palabras, utilizar los resultados de las investigaciones para crear activos de propiedad intelectual y contribuir al desarrollo de nuevos procesos y productos que son transformados en innovaciones.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 La vinculación de la innovación y la Triple Hélice

Desde esta nueva perspectiva de desarrollo y sostenibilidad de la educación superior se plantea el modelo de la Triple Hélice, que surge de la relación entre la universidad, la industria y el gobierno, y es impulsada por la innovación que ha traído la actual transición de una economía industrial a una basada en el conocimiento (Carvalho y Etzkowitz, 2008). En igual sentido, Carvalho y Etzkowitz (2008) afirman que las distintas sociedades, tanto avanzadas como en desarrollo, tienen mucho que aprender unas de otras. Lo mismo aplica en el ámbito institucional, de allí que el modelo de la Triple Hélice sirva para generar una infraestructura para la articulación de conocimiento en las esferas institucionales participantes.

Así, el modelo de Triple Hélice en los países en desarrollo posiciona a las instituciones de educación superior como los principales agentes en la creación y difusión de los conocimientos. La Triple Hélice sugiere la formulación de estrategias regionales de innovación para el desarrollo. Aquí las instituciones se crean o se transforman para ayudar a la transferencia de conocimientos, al desarrollo de los recursos humanos y la creación de *spin-off* en la región. Sugiere también, cambios en el marco jurídico para invitarlas a participar en la protección del conocimiento.

2.2 La identificación del escenario nacional

Autores como Carvalho y Etzkowitz (2008) consideran prudente preguntarse ¿por qué la Universidad en América Latina debería ser el bastón para asumir la tarea de desarrollo continental basada en el conocimiento? En América Latina, las universidades son las principales empleadoras de los investigadores y reciben la mayor parte de las subvenciones públicas para la investigación. Por ejemplo, en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México, más del 60% de todos los investigadores son empleados por las universidades (Thorn y Soo, 2006, citados por Carvalho y Etzkowitz, 2008). Es por ello que el desafío es cómo poner esta capacidad de investigación y cómo deben mejorar las instituciones en función del desarrollo regional para contribuir a la sostenibilidad de las empresas y el beneficio para las comunidades.

A pesar de que un grupo de universidades de América Latina ha aceptado este nuevo desafío mediante la transformación de las estructuras de incentivos, la participación en asociaciones público-privadas de investigación, el establecimiento de empresas *spin-off* y la protección intelectual de los resultados de investigación (Thorn y Soo, 2006, citados por Carvalho

y Etzkowitz, 2008), en Colombia, pocas desarrollan procesos de evaluación de las Capacidades de Innovación Tecnológica (CIT) para el mejoramiento continuo de su sistema de gestión de la innovación, el desarrollo, la aplicación de nuevas tecnologías y la vinculación con el sistema nacional y regional de innovación.

Luego del análisis hecho por Castellanos y Jiménez (2008), a excepción de la Universidad de Antioquia y la Universidad Industrial de Santander, en Colombia existe ausencia de políticas específicas y explícitas en gestión tecnológica universitaria y esto afecta directamente el relacionamiento Universidad–empresa– Estado. Ese mismo estudio mostró también que solo algunas de ellas poseen capacidades organizacionales que permitan la gestión de la innovación en el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías. Para Castellanos et al., (2003) actualmente hay una notable desconexión entre el mundo académico y el sector productivo en Colombia.

Lo anterior ha generado obstáculos para el fortalecimiento de la transferencia tecnológica, el emprendimiento, la innovación y la creatividad como elementos fundamentales en la formación de profesionales líderes. Según Robledo, “para inducir dinámicas de innovación exitosas se requieren estrategias congruentes y la acción articulada de un conjunto de actores claves, buscando así generar procesos colectivos de aprendizaje” (Robledo, 2007, p. 6). Otro tipo de entidades, en el sector de la educación superior, que realiza avances e investigaciones son las Instituciones Universitarias pero estas, debido a sus condiciones y características administrativas, se ven más limitadas para la aplicación de los nuevos desarrollos. En la actualidad, algunos investigadores y empresarios coinciden en afirmar que el conocimiento, dado en la interacción que debe existir entre la universidad y la industria, es todavía limitado y ambiguo. En particular, “el rol de las relaciones de la universidad hacia una gerencia estratégica, en un contexto abierto hacia la innovación, todavía no ha obtenido un desarrollo suficiente” (Broström y Löf, 2008, p. 6).

Estas deficiencias se agudizan debido a la falta de identificación de las capacidades que se deben tener en cuenta para la gestión de la innovación y la generación de planes estratégicos, acordes con el desarrollo en el contexto latinoamericano, dado que las capacidades son una de las principales fuentes de ventaja competitiva (Freeman, 1994, citado por Cheng et al., 2006).

Por ello, el Gobierno nacional ha adelantado una política educativa con el fin de atenuar las deficiencias antes descritas. Específicamente, el Ministerio de Educación Nacional, con miras a crear y fortalecer la educación de cara a los nuevos desafíos de la economía mundial, estableció lo que se ha denominado una política de Revolución Educativa. Dicha política se encuentra plasmada en el Plan Sectorial 2006-2010, donde el énfasis es “buscar en la educación una herramienta para construir un país más competitivo y una mejor calidad de vida para sus integrantes”. El Plan Sectorial hace parte del proceso de construcción del Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2015.

El Plan Sectorial se desarrolla alrededor de cuatro políticas fundamentales: cobertura, calidad, pertinencia y eficiencia. Para cada una de estas políticas se proponen unas metas y estrategias que se constituyen en el derrotero que orientará la acción del sector educativo superior. En particular, se destacan las políticas de Mejoramiento de la calidad de la educación con la estrategia Fomento a la investigación e innovación, con la cual se busca que “la investigación sea una de las principales funciones de la educación superior y uno de los mecanismos más efectivos con los que cuentan dichas entidades para entregar a la sociedad y al sector productivo sus aportes al desarrollo económico y social. Igualmente, permite la retroalimentación y actualización de los programas en la medida que el conocimiento es apropiado en los contenidos académicos” (Ministerio de Educación Nacional Plan Sectorial 2006-2010, p. 25).

Para la política “Pertinencia de la Educación”, se tiene como estrategia fortalecer los vínculos Universidad-Empresa.

Esto ha servido para que en Colombia se logren algunos avances en la conformación de los Comités Universidad-Empresa-Estado (CUEE), avances que quedan señalados en el estudio de caso realizado por Cataño y Botero (2007) donde encontraron que a través de los vínculos Universidad-Empresa, un logro fundamental ha sido la consolidación de una base de confianza, la cual ha fortalecido un trabajo asociativo entre los que lo conforman y los procesos efectivos de transferencia de conocimiento y de cierre de ciclos de innovación con altos impactos tangibles que reportan beneficios tanto a sectores sociales como productivos en la región. Tal es el caso de Sofasa, Fundauniban, Gobernación de Antioquia, Industrias Haceb, Productos Familia, entre otros. Así mismo, la consolidación de Ruedas de Negocio de Innovación Tecnológica realizados por la Corporación TECNNOVA, las cuales han permitido socializar y presentar las ofertas de capacidades de los grupos de investigación, las demandas y necesidades en cuestiones de desarrollo y transferencias tecnológicas del sector productivo (Ministerio de Educación Nacional, 2009).

2.3 Generar capacidades en la Universidad

Como queda esbozado hasta ahora, los objetivos de las IES respecto a la innovación, se orientan desde la contribución del conocimiento hacia las dinámicas de innovación sistémica. Es así como en el entorno actual, cualquier sector de la economía (industrial, manufacturero, educativo, u otro), necesita potencializar las (CIT) para lograr altos índices en la gestión de innovación y obtener ventajas competitivas para el sostenimiento organizacional. Esto es, identificarlas, saber en qué consisten, alcanzarlas y mantenerlas según las exigencias de su contexto, en armonía con la organización, el tipo de actividad, los planes estratégicos y los objetivos.

Renard y Saint-Amant, sostienen que la capacidad a largo plazo “se refiere tanto a la idea de la habilidad, la facultad, la fuerza o el poder para hacer algo, así como la calidad que alguien es capaz de entender

o hacer algo" (Renard y Saint-Amant, 2003, p. 7). Para ellos, poseer una capacidad es tener la habilidad o la aptitud para darse cuenta de una cosa en función de los objetivos, de acuerdo a la intención original con la que habían sido definidos. Es decir, la habilidad de la organización para realizar sus actividades productivas de manera eficiente y eficaz, para el despliegue, la combinación y la coordinación de sus recursos y competencias a través de diferentes procesos que crean valor, según los objetivos que haya fijado previamente, asumiendo que el resultado es consistente con la intención original o cualquier cambio en ese propósito (Renard y Saint-Amant, 2003). Por su parte Zollo y Winter (2002) definen el concepto de capacidad organizacional como un patrón de aprendizaje estable de la actividad colectiva a través de la organización, que sistemáticamente genera y modifica el funcionamiento de sus rutinas en la búsqueda de mejorar la eficacia. Asimismo, Zollo y Winter (2002), Robledo y Aguilar (2007) y Kathleen y Jeffrey (2002), enfocan básicamente las capacidades a rutinas organizacionales estratégicas que dan paso a la adaptabilidad, a la generación de altas y efectivas opciones de conocimiento y crecimiento, para poder afrontar los cambios en una similitud de tácticas, para integrarlas, recombinarlas y generarlas en nuevas estrategias de creación de valor. También, García y Navas (2007) afirman que estas permiten a la empresa el desarrollo de productos y procesos productivos innovadores para el logro de estrategias competitivas creadoras de valor en diferentes ambientes.

Por eso se recomienda tener presente toda la gama de las capacidades, identificarlas y adecuarlas para llevar a cabo una excelente gestión que sirva para superar la visión tradicional que entiende a las capacidades de la organización solo como la inversión en I + D (Dosi et al., 2000; Robledo et al., 2008). Es decir, para llevar a cabo una efectiva adaptación al cambio a partir de lograr altos índices en la gestión de innovación y, por supuesto, obtener ventajas competitivas necesarias para el sostenimiento organizacional, se hace necesario poseer e identificar capacidades organizacionales, saber en qué consisten, alcanzarlas y tenerlas acorde

con las exigencias del entorno, en armonía con la organización, con el tipo de actividad, los planes estratégicos y los objetivos. Esto está estrechamente relacionado con la exigencia de realizar un análisis del proceso de construcción y mantenimiento de las CIT (Aguirre, 2010).

Lo anterior sirve para abordar las CIT, las que son definidas como: "aquellas capacidades genéricas y específicas que posee la empresa para producir innovaciones como resultado de la gestión estratégica u operativa de la organización" (Robledo et al., 2008, p. 2).

La gestión de la organización de la empresa, las decisiones de la innovación organizativa y capacidad de I + D, representan plenamente las CIT y en la medida en que la empresa tenga suficiente información y claridad sobre estos aspectos tendrán mayores éxitos e impacto sobre dichas capacidades (Wang et al., 2008).

Adler y Shenbar (1990) sostienen que a las CIT las integran cuatro aspectos: (i) la capacidad de desarrollar nuevos productos que cumplan con las necesidades del mercado, (ii) la capacidad de la aplicación de las tecnologías de procesos adecuados para producir nuevos productos, (iii) la capacidad de desarrollo y la adopción de nuevos productos y tecnologías de proceso para satisfacer las necesidades futuras y (iv) la capacidad de responder a las actividades de tecnología y oportunidades inesperadas creadas por los competidores.

Sumado a lo anterior, Cheng et al., (2006) comentado por Serrano y Robledo (2013), "consideran a las CIT como un activo intangible de la empresa en la que están comprendidas diferentes áreas claves como la tecnología, la producción, el proceso, los conocimientos, las experiencias y la organización, necesarias todas para la innovación". Ellas están estrechamente correlacionadas con las experiencias adquiridas por la organización; deben ser definidas en distintos ámbitos y niveles con el fin de hacer frente a los requisitos de la estrategia de la compañía y adaptarse a las condiciones

especiales y el medio ambiente de la competencia. También Christensen (1997) las clasifica como activos en: investigación de las ciencias, innovación de procesos, innovación de productos, diseño y estética. Estos activos se correlacionan con la acumulación interna y experimental de rutinas de la empresa. El mismo autor sostiene que la combinación de más de uno de estos activos es esencial para el éxito de la innovación industrial. Para Freeman (1994), citado por Cheng et al., (2006), la mejora de las CIT se puede convertir en una de las principales fuentes de ventaja competitiva de una empresa, mientras que para Azagra et al., (2005) las CIT soportan las ventajas competitivas de las empresas e involucran aspectos internos y externos por medio de redes de cooperación con instituciones de educación superior, unidades de investigación y centros tecnológicos.

Así, las CIT pueden definirse como las capacidades organizacionales que tienen las instituciones de educación superior para el logro de los objetivos de innovación sistémica, como resultado de la gestión estratégica y operativa. Deben estar identificadas en cada uno de los procesos institucionales para responder y adaptarse al permanente cambio del entorno, vinculándose al sistema de innovación para la creación y difusión de conocimientos que contribuyan al desarrollo tecnológico, económico y social. Por lo tanto, al establecer que los objetivos de las instituciones de educación superior, respecto a la innovación, se orientan desde la contribución del conocimiento a las dinámicas de innovación sistémica, se concluye que la gestión adecuada de las CIT permite en las Instituciones Universitarias obtención de ventajas competitivas necesarias para el sostenimiento organizacional, la diferenciación y el fortalecimiento de la relación universidad - sector productivo.

2.4 Modelo de congruencia del comportamiento organizacional

Se hace pertinente, entonces, que las IES se empeñen en un proceso de cambio organizacional y académico,

donde la investigación para la innovación se perciba como un factor crucial de desarrollo institucional. Por lo tanto, a continuación se hace la descripción del modelo organizacional presentado por Nadler y Tushman (1980) adaptado a las dimensiones organizacionales propuestas para esta investigación, representado en la Figura 1.

El modelo es una fórmula organizacional congruente para la construcción de sistemas y procesos que conllevan al logro de la innovación. Identifica dos tareas fundamentales que tiene el gerente general. Una de ellas es la construcción de estrategias para vincular a la empresa en un entorno competitivo y la otra, es la organización como un sistema dinámico cambiante en la creación, construcción y mantenimiento de la misma.

Los autores presentan cuatro componentes esenciales que posee la organización, los cuales están diseñados y estructurados de manera que sean congruentes, es decir, que se acoplen. El patrón de la congruencia de los cuatro componentes, que se enuncian a continuación, coincide con los requisitos básicos de la estrategia con la adaptación y la eficiencia organizativa:

- Las tareas: lo que hace referencia básicamente al trabajo que debe realizarse.
- Los individuos: los miembros de la organización.
- La organización formal, los acuerdos formales al interior de la organización: la estructura y los procesos que se adoptan para que los individuos ejecuten las tareas. Esta descripción se complementa con el aporte de Chiavenato (1997), quien sostiene que la organización formal es aquella que se basa en una división del trabajo racional mediante la diferenciación de integración de los participantes, de acuerdo con algún criterio establecido por aquellos que manejan el proceso de toma de decisiones. Es la organización planeada, la que está en el papel, generalmente aprobada por la dirección y explicada a todos a través de manuales de organización, de descripciones de

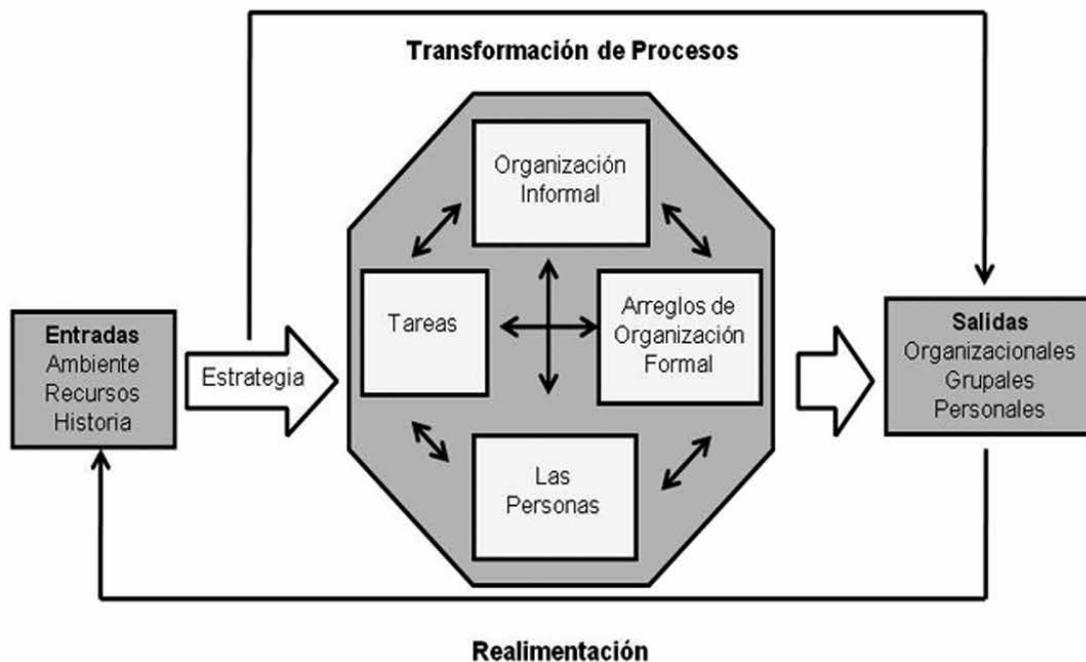
cargos, de organigramas, de reglas y procedimientos, entre otros.

- La organización informal: aquella que no se ha formalizado directamente con la cultura. Paralelamente, Chiavenato (1997) argumenta que la organización informal es la que emerge espontánea y naturalmente entre las personas que ocupan posiciones en la organización formal, a partir de las relaciones que establecen entre sí como ocupantes de los cargos. Se forman a partir de las relaciones de amistad, del surgimiento de grupos informales que no aparecen

en el organigrama o en cualquier otro documento oficial. De esta manera, la organización informal está constituida por interacciones y relaciones sociales entre las personas situadas en ciertas posiciones de la organización formal.

Una organización congruente en todos los aspectos se hace paulatinamente a través de cambios incrementales, generando una mayor conexión entre la estrategia, estructura, personas y procesos, sirviendo de eco a la cultura y al clima organizacional, reforzando valores y estabilidad organizacional.

Figura 1. Modelo de Congruencia del Comportamiento Organizacional



Fuente: (Nadler y Tushman, 1980, p. 47).

2.5 Construcción del diagrama de afinidad

Visto entonces que las IES necesitan potencializar sus capacidades, se plantea ahora un diagrama de afinidad como un primer paso para materializar los lineamientos que esbozó el rastreo teórico realizado, articulándolos y adaptándolos al sector educativo.

El diagrama de afinidad es una forma de organizar la información reunida en sesiones de lluvia de ideas y permite analizar problemas cuya formulación y solución no sean evidentes. Es una herramienta básica para la gestión y la planificación, promueve la creatividad y facilita la adaptación de la organización y de todos sus integrantes. Así mismo, sirve de apoyo para los gerentes en la implementación de la calidad total y de procesos de mejoramiento continuo (Fernández, 2006).

Este diagrama permite analizar problemas cuyas características no sean cuantificables y su formulación y solución no sean evidentes, especialmente relacionados con responsabilidades de gestión y administración de proyectos. En este caso, posibilita la aplicación de un instrumento para la evaluación de las CIT para la gestión de la innovación en una institución universitaria, buscando una óptima relación universidad – sector productivo, a través de indicadores que fueron directamente relacionados a las capacidades organizacionales que se deseaban evaluar. La construcción del diagrama conllevó las siguientes fases:

- a. **Construcción de la matriz.** Se construyó una matriz de dimensiones [5x7] donde las filas corresponden a las dimensiones organizacionales de Nadler y Thusman (1980) y estructuradas por López (2009), y las columnas a las capacidades de innovación tecnológica adaptadas de las propuestas de (Yam et al., 2004) y (Cheng et al., 2006).
- b. **Selección del conjunto de expertos.** De acuerdo con la información requerida para la matriz, se se-

leccionó un conjunto de cuatro expertos, vinculados directamente con la educación superior colombiana en instituciones universitarias del Valle de Aburrá, con conocimientos de causa, experiencias y opiniones para la efectiva identificación de las variables.

- c. **Lluvia de ideas.** Se llevó a cabo un proceso de lluvia de ideas con los expertos, para definir las diferentes posiciones de la matriz de afinidad, teniendo en cuenta algunas variables relacionadas con la innovación tecnológica, y se identificaron 74 variables.
- d. **Refinamiento del diagrama de afinidad.** De acuerdo con la experiencia de los expertos y de los investigadores responsables de la investigación y lo hallado en el estado del arte, se seleccionaron 24 variables que, estratégicamente, aportan y generan un mayor impacto y valor agregado hacia el desarrollo de una futura metodología para evaluación de las CIT en IU.

3 DISCUSIÓN

3.1 Selección de las 24 variables definitivas

Se evidencia que las IU de Colombia están identificando que como parte del sistema de educación superior, también son aptas y propias para la generación de conocimiento. Por lo tanto, actualmente se encuentran trabajando para fortalecer sus procesos de investigación y desarrollo tecnológico. No obstante, en párrafos anteriores, se da a conocer la jerarquía que tiene el campo de las capacidades de innovación tecnológica para el fortalecimiento organizacional y el alcance competitivo; a pesar de esto y según Serrano y Robledo (2013), “se detecta un gran vacío en la literatura relacionado con la medición de capacidades en el sector de la educación superior de América Latina, el cual de manera prioritaria se ocupa de los procesos de evaluación de condiciones de calidad para el otorgamiento de registros calificados y acreditación”, dificultando con

esto la eficiencia del sistema de gestión de la producción intelectual y la transferencia tecnológica de las IU.

Este artículo propone dentro de cada clase de dimensión organizacional y de CIT, la postulación de criterios de evaluación. En este caso se habla de las variables para medir y evaluar cada categoría, las cuales son propias a las particularidades actuales de una IU de Colombia, en el sector de la innovación tecnológica, de acuerdo al conocimiento de los expertos consultados, de los responsables de la investigación y la revisión de literatura, especialmente en los artículos de los autores: Jiménez y Castellanos (2008), Debackere y Veugelers (2005), Láscaris y Aguilar (2006), Etkowitz y Leydesdorff (2000b), Etkowitz et al. (2000b) Leydesdorff y Meyer (2006), Robledo (2007a), entre otros autores.

Las variables propuestas, son el reflejo de una serie de indicadores que las IU de Colombia, deben evaluar, para apropiarlas y empoderarlas dentro de sus procesos misionales y organizacionales, y que les permitan

el logro de un cambio estructural y académico donde la investigación para la innovación se constituya en un factor primordial en la generación de riqueza, desarrollo sostenible y responsabilidad social, y que da paso con esto contribuir con el fortalecimiento del sistema regional y nacional de innovación, a través de una articulación eficaz en la relación universidad-sector productivo, la economía y la sociedad en general.

Se presentan por lo tanto bases necesarias para la generación de CIT en la combinación de la docencia con la investigación, buscando el fomento de la vigilancia tecnológica, la promoción de la producción de la propiedad intelectual, su venta y/o licenciamiento, como la creación de *spin-off*, la generación de estímulos para los investigadores, la posibilidad de potencializar la innovación, entre otros.

A continuación en la Tabla 1, se relaciona la matriz de pertenencia de las variables que se deben tener presentes para la medición de las CIT en IU:

Tabla 1. Matriz de pertenencia de las variables a evaluar

Nombre de la capacidad	Dimensión organizacional	Variables de criterio de evaluación
Capacidades de I + D. Se definen como las habilidades organizacionales, para la constitución de ideas, estrategias, implementación, gestión de portafolio de proyectos y transferencia de I + D.	ESTRATEGIA Y RESULTADOS	VARIABLE 1. Porcentaje del presupuesto anual de gasto e inversión dedicado a investigación e innovación.
	ORGANIZACIÓN FORMAL	VARIABLE 2. Nivel de estructuración e importancia jerárquica que tiene la unidad de gestión tecnológica y las instancias responsables de la extensión. Esta unidad lidera y promueve a la universidad y a sus grupos de investigación, para el desarrollo tecnológico y la vinculación con el sector productivo.
	ORGANIZACIÓN INFORMAL	VARIABLE 3. Nivel de claridad, aplicación de los procesos y procedimientos relacionados con la negociación, contratación, creación, consolidación y venta de spin-offs, explotación de patentes y otras modalidades de propiedad intelectual.
	PERSONAL	VARIABLE 4. Porcentaje de profesores con maestría y doctorado equivalente a tiempo completo dedicados a la investigación.

<p>Capacidad de Producción. Se definen como las habilidades organizacionales, para transformar los resultados de I + D en productos.</p>	<p>ESTRATEGIA Y RESULTADOS</p>	<p>VARIABLE 5. Número de productos por proyecto de investigación. Los productos hacen referencia a artículos con visibilidad internacional, ponencias, prototipos y plantas piloto, patentes solicitadas, entre otros.</p>
	<p>ORGANIZACIÓN INFORMAL</p>	<p>VARIABLE 6. Nivel de aceptación en la valoración y negociación de la propiedad intelectual hacia la innovación.</p>
	<p>TECNOLOGÍA</p>	<p>VARIABLE 7. Porcentaje de inversión en la plataforma tecnológica de soporte a la investigación, asociados a la gestión operativa de la innovación (gestión de proyectos, evaluación de proyectos, valoración, protección, negociación y contratación de tecnología e intangibles de conocimiento).</p>
	<p>PERSONAL</p>	<p>VARIABLE 8. Nivel del equipo profesional y operativo con experiencia certificada relacionada con la gestión operativa de la innovación. En este caso se refiere a funciones de I + D, vigilancia, transformación, protección, valoración y contratación de la tecnología.</p>
<p>Capacidad de Planeación Se definen como las habilidades organizacionales, para establecer las políticas, los programas y las estrategias para su formulación y ejecución de acuerdo con la visión y misión institucional, determinados por el contexto.</p>	<p>ESTRATEGIA Y RESULTADOS</p>	<p>VARIABLE 9. Nivel de claridad y compromiso de la institución con el plan de desarrollo institucional, orientado con la ciencia, la tecnología y la innovación como ejes transversales en los programas curriculares, en la investigación, en la extensión, en la política económica, social y en la estrategia corporativa de la institución.</p>
	<p>ORGANIZACIÓN FORMAL</p>	<p>VARIABLE 10. Número de grupos de investigación (con un número de investigadores representativos de la institución) escalafonados por COLCIENCIAS.</p>

<p>Capacidad de Relacionamento Organizacional. Se define como las habilidades organizacionales, para la interacción efectiva en la permanente inserción con los actores de los sistemas de innovación, en los ámbitos, local, nacional e internacional.</p>	<p>ESTRATEGIA Y RESULTADOS</p>	<p>VARIABLE 11. Alcance y operación de los convenios con otras universidades que sean referentes de modelos en materia de gestión tecnológica universitaria. Es el benchmarking y asociación con otras universidades exitosas, tanto nacionales como internacionales, que posean un modelo de gestión tecnológica universitaria, para proyectarlos y vincularlos al aprendizaje y a nuevas prácticas administrativas de la institución.</p>
	<p>PERSONAL</p>	<p>VARIABLE 12. Porcentaje de docentes que reciben apoyo económico para movilidad anualmente respecto al total de docentes, para la conformación de redes de integración, tanto nacional como internacional, participación en programas de pasantías, postdoctorado, giras técnicas, ruedas de negocios, ponencias, entre otros, que permitan un mayor acercamiento a la industria, así como la identificación de fuentes de financiación, conocimiento y aplicación de nuevas técnicas.</p>
<p>Capacidad de Aprendizaje Organizacional. Se define como las habilidades organizacionales, para gestionar el conocimiento y construir una organización que aprende.</p>	<p>ESTRATEGIA Y RESULTADOS</p>	<p>VARIABLE 13. Porcentaje del presupuesto de inversiones para la formación del Talento Humano (profesores y administrativos) que fomenta y fortalece la promoción de la innovación y nuevas tecnologías (cursos de capacitación, maestrías y doctorados)</p>
	<p>ORGANIZACIÓN FORMAL</p>	<p>VARIABLE 14. Nivel de programas apropiados de selección de personal, escala salarial y rotación para la construcción de la organización al fomento de la gestión de la innovación.</p>
	<p>ORGANIZACIÓN INFORMAL</p>	<p>VARIABLE 15. Grado de aplicación de procesos y procedimientos para documentar el conocimiento acumulado por la institución.</p>
	<p>TECNOLOGÍA</p>	<p>VARIABLE 16. Nivel de aprendizaje y aplicación sistemática de la vigilancia tecnológica (observar, analizar y utilizar) y sus proyecciones hacia la relación Universidad-Empresa-Estado y Spin-offs.</p>

<p>Capacidad de Gestión de Recursos Se define como las habilidades organizacionales, para gestionar, adquirir y asignar adecuadamente los recursos en pro del desarrollo de la innovación.</p>	<p>ESTRATEGIA Y RESULTADOS</p>	<p>VARIABLE 17. Porcentaje anual de los aportes de empresas por investigación y extensión, con respecto a los ingresos anuales totales de investigación y extensión.</p>
		<p>VARIABLE 18. Porcentaje de los ingresos anuales por extensión, generados a partir de la producción investigativa propia, con respecto al presupuesto anual de ingresos de la Institución.</p>
	<p>TECNOLOGÍA</p>	<p>VARIABLE 19. Nivel de la calidad y cantidad de dotación de centros de información, bases de datos y sistemas de información para el aprendizaje y actualización del conocimiento y tecnologías.</p>
	<p>PERSONAL</p>	<p>VARIABLE 20. Porcentaje de financiación para investigación adquirida por los grupos de investigación, ante instancias internas y externas (COLCIENCIAS, SENA, Ministerios, otras organizaciones gubernamentales, entidades internacionales y empresas).</p>

<p>Capacidad de Mercadeo Se define, como las habilidades organizacionales, para dar a conocer y vender los productos de investigación y las innovaciones sobre la base de entender las necesidades de la comunidad, los costos, los beneficios, entorno competitivo y la aceptación de la innovación.</p>	<p>ESTRATEGIA Y RESULTADOS</p>	<p>VARIABLE 21. Número anual de eventos de divulgación y promoción de la transferencia de resultados de investigación por proyecto de un grupo de investigación reconocido por Colciencias. Estos eventos se refieren a ruedas de negocios, ferias, exposiciones, muestras empresariales y emprendimiento, entre otros, tanto en el orden nacional como internacional.</p>
	<p>ORGANIZACIÓN INFORMAL</p>	<p>VARIABLE 22. Nivel de aceptación y percepción de la importancia de la cultura de trabajo interinstitucional e interdisciplinario, direccionada hacia la generación y venta de proyectos de I+D+i (Investigación + Desarrollo + innovación), la apropiación y la divulgación del conocimiento, la investigación científica, la innovación, el aprendizaje y el mejoramiento continuo.</p>
	<p>PERSONAL</p>	<p>VARIABLE 23. Existencia de procesos de marketing y nivel de calificación del personal responsable de extensión (mercadeo académico) para la promoción de los programas de apoyo en la difusión del conocimiento, las experiencias y los resultados en eventos nacionales e internacionales de reconocida trayectoria en la comunidad científica.</p> <p>VARIABLE 24. Nivel de estímulos e incentivos al personal y a los grupos de investigación para vincularse en procesos de innovación y emprendimiento.</p>

Fuente: elaboración propia

4. CONCLUSIONES

La matriz resultado de la aplicación del diagrama de afinidad se desarrolló a partir de las capacidades y dimensiones organizacionales, donde se establecieron variables de tipo cualitativo y cuantitativo para medir cada categoría. Cada una es apropiada y complementada a las particularidades de una IU de acuerdo con el conocimiento de los expertos y de los responsables de la investigación. Esta matriz sirve para definir indicadores de gestión de la innovación tecnológica que permitan establecer políticas y lineamientos a las IU para el fortalecimiento al sistema de innovación.

Las variables propuestas se pueden considerar como un primer planteamiento a tener presente para la medición de CIT en IU de Colombia. Estas variables reúnen una serie de requisitos necesarios que deben tener las IU actualmente, si de querer fortalecerse internamente se trata en el proceso de innovación tecnológica.

La evaluación del estado de las CIT se hace necesaria para la generación de conocimiento, investigación, desarrollo tecnológico, creación de innovación, y aproximación sistémica de la organización, y por ende, el favorecimiento en la formulación de planes estratégicos orientados a la generación de ventajas competitivas, es indispensable para responder efectivamente a la relación universidad-sector productivo, a la economía y a la sociedad en general.

Las variables determinadas en esta propuesta, son un insumo clave para el desarrollo de una metodología, con base en la construcción de un sistema que permita evaluar las capacidades de innovación de tipo cualitativo y cuantitativo, para la identificación de indicadores propios de las IU.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, P.S. y Shenbar, A. (1990). Adapting your Technological Base: The Organizational Challenge. *Sloan Management Review*, 32 (1), 25–37.
- Aguirre, J.J. (2010). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software. (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín - Colombia). Recuperado de <http://www.cibem.org/paginas/img/apa6.pdf>.
- Azagra, J. M., Archontakis, F., Gutiérrez, A. y Fernández, I. (2005). Faculty Support for the Objectives of University–Industry Relations versus Degree of R&D Cooperation: The Importance of Regional Absorptive Capacity, *Research Policy*, 35 (1), 37–55.
- Botero, P. y Cataño, J. (2007). Una estructura de interrelación: Comité UNIVERSIDAD EMPRESA ESTADO en Antioquia, Estudio de Caso. Recuperado el 2 de febrero de 2010, de <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/BibliotecaProgramas/GestionTecnologica/ElementosDiseno/Archivos/ComiteUJEE/EstudioCasoUee/Anexo%201.1%20Est%20de%20caso%20del%20CUEE.pdf>.
- Broström, A. y Löf, H. (2008). ¿How Does University Collaboration Contribute to Successful R&D Management? An Examination of the Swedish Setting. *Electronic Working Paper Series*, paper 131, 1-21
- Burgelman, R., Maidique, M. y Wheelwright, S. (2001). *Strategic Management of Technology and Innovation*. New York: McGraw-Hill.
- Castellanos, O. F., Chávez, R. D. y Jiménez, C. N. (2003). Propuesta de formación en liderazgo y emprendimiento. *Innovar*, (22), 145 – 156.
- Castellanos, O. y Jiménez, C. (2008). Desafíos en gestión tecnológica para las Universidades como generadoras de conocimiento. I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación ALTEC. Bogotá - Colombia.
- Capaldo, G., Landoli, L, Raffia M. y Zollo, G. (2003). The Evaluation of Innovation Capabilities in Small Software. *Small Business Economics*, 21 (4), 343-354.
- Carvalho, J. y Etkowitz, H. (2008). New Directions in Latin American University-Industry-Government Interactions. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 7 (3), 193-204.
- Cheng, J., Yam, R., Kam, C., y Ma, N. (2006). A Study of the Relationship Between Competitiveness and Technological Innovation Capability Based on DEA Models. *European Journal of Operational Research*, 170 (3), 971–986.
- Chiavenato, I. (1997). *Introducción a la teoría general de la administración*. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Chiesa, V., Coughlan, P. y Voss, C. (1998). Development of a Technical Innovation Audit. *IEEE Engineering Management Review*, 26 (2), 64–91.
- Christensen, C. M. (1997). *Making Strategy: Learning by Doing*. *Harvard Business Review*, 75 (6), 141-156.

- Corona, J. R., Morel, L. y Boly, V. (2005). A Methodology to Measure the Innovation Processes Capacity in Enterprises. *Challenges in the Management of New Technologies*, 10, 1-16
- Chuang, S. (2004). A Resource-based Perspective on Knowledge Management Capability and Competitive Advantage: An Empirical Investigation. *Expert Systems with Applications*, 27, 459-465.
- Debackere, K. y Veugelers, R. (2005). The Role of Academic Technology Transfer Organizations in Improving Industry Science Links. *Research Policy*, 34 (3) 321-342.
- Dosi, G; Nelson, R. y Winter, S. (2000). *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. Oxford: Oxford University Press.
- Fernández, J. (2006). Diagrama de afinidad. Recuperado el 2 de diciembre de 2009, de <http://www.updce.ipn.mx/ae/guiasem/diagramasdeafinidad.pdf>
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000a). The Dynamics of Innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Hélice of University-Industry-Government Relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., Cantisano, B. (2000b). The Future of the University and the University of the Future: Evolution of Ivory Tower to Entrepreneurial Paradigm. *Research Policy* 29, 313-330
- Etzkowitz, H. (2003). Research Groups as 'quasi-firms': the Invention of the Entrepreneurial University. *Research Policy*, 32 (1), 109-121.
- Fan, Z., Feng, B., Sun, Y. y Ou, W. (2009). Evaluating Knowledge Management Capability of Organizations: a Fuzzy Linguistic Method. *Expert Systems with Applications* 36 part 2, 3346-3354.
- Freeman, C. (1994). Critical Survey: the Economics of Technical Change. *Cambridge Journal of Economics*, 18, 463-514.
- García, F. E. y Navas, J. E. (2007). Las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales. Un estudio empírico en el sector biotecnológico español. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresas*, (32), 177-210.
- Gold, A. H., Malhotra, A. y Segars, A. H. (2001). Knowledge Management: An Organizational Capabilities Perspective. *Journal of Management Information Systems*, 18 (1), 185-214.
- Guan, J., y Ma, N. (2003). Innovative Capability and Export Performance of Chinese Firms. *Technovation*, 23 (9), 737-747.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B. y Trajtenberg, M. (2001). The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools. WP 8498 National Bureau of Economic Research.
- Hansen, J. (2001). Technology Innovation Indicators, a Survey of Historical Development and Current Practice. *Innovation Policy in the Knowledge- Based Economy*, 73-103.
- Kathleen, E., y Jeffrey, M. (2002). Dynamic Capabilities: What are They?. *Strategic Management Journal*, (21), 1105-1121.
- Kosko, B. (1994). Fuzzy Systems as Universal Approximators. *IEEE Transactions on Computers*, 43 (11), 1329-1333.
- Leydesdorff, L., y Meyer, M. (2006). Triple Hélice Indicators of Knowledge-Based Innovation Systems. *Research Policy* 35, 1441-1449.
- López, C. (2009). Desarrollo de una metodología de evaluación de capacidades para gestión de innovación. Tesis de maestría publicada, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia).
- Nadler, D. A. y Tushman, M. L. (1980). A Model for Diagnosing Organizational behavior. *Organizational Dynamics*, 9 (2), 35-51.
- Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. *Cuadernos Administración*, 19 (32), 195 - 223.
- Ministerio de Educación Nacional, (2008). *Revolución Educativa - Plan Sectorial 2006-2010*. Bogotá-Colombia, 1-68.
- OCDE. (2005). *Oslo manual, Guidelines for Collecting and interpreting innovation data*. 3rd Edition.
- Pedrycz, W. y Gomide, F. (1998). *An Introduction to Fuzzy Sets, Analysis and Design*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology
- Rasmussen, E., Øystein, M., y Gulbrandsen, M. (2006). Initiatives to Promote Commercialization of University Knowledge. *Technovation*, 26 (4), 518-533.
- Renard, L. y Saint-Amant, G. (2003). Capacité, capacité organization nelleet capacité dynamique: une proposition de définitions. *Les cahiers du Management Technologique*, 13 (1), 43-56.

- Robledo, J. (2007a). De los grupos consolidados de investigación a los sistemas dinámicos de innovación: el desafío actual del desarrollo científico y tecnológico colombiano. *Revista DYNA*, 74 (152), 1-7.
- Robledo, J. y Aguilar, J. (2007b). Naturaleza y características de las capacidades de mejoramiento continuo e innovación en pymes de alimentos. XII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC. Buenos Aires-Argentina
- Robledo, J., Gómez, F. y Restrepo, J. (2008). Relación entre Capacidades de Innovación Tecnológica y Desempeño Empresarial en Colombia. I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación. Bogotá.
- Rush, H., Bessant, J., y Hobday, M. (2007). Assessing the Technological Capabilities of Firms: Developing a Policy tool. *R&D Management*, 37 (3), 221-236.
- Segarra, A. y Arauzo, J. (2008). Sources of Innovation and Industry–University Interaction: Evidence from Spanish Firms. *ResearchPolicy*, 37(8), 1283–1295.
- Serrano, J. & Robledo, J. (2013). Methodology for Evaluating Innovation Capabilities at University Institutions Using a Fuzzy System. *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 8, Special Ussue ALTEC, pág. 246-259.
- Thorn, K. y Soo, M. (2006). Latin American Universities and the Third Mission Trends, Challenges, and Policy Options. World Bank Research Working, Paper 4002.
- Tura, T. y Harmaakorpi, V. (2005). Measuring Regional Innovative Capability. 45th Congress of the European Regional Science Association Amsterdam, Netherlands, 23-27.
- Wang, C., Lu, L., & Chen, C. (2008). Evaluating Firm Technological Innovation Capability under Uncertainty. *Technovation*, 28 (6), 349–363.
- Yam, R., Cheng, J., Guan, Kit Fai Pun, K., y Tang, E. (2004). An Audit of Technological Innovation Capabilities in Chinese Firms: Some Empirical Findings in Beijing, China. *Research Policy*, 33 (8), 1123–1140.
- Zollo, M., y Winter. S. (2002). Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, Vol. 13, No. 3, May–June, 339–351.