

## INSTRUMENTO PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

### INSTRUMENT TO MEASURE THE CAPACITY FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Diego Armando Pérez Díaz<sup>1</sup>

#### Resumen

Este artículo tiene como objetivo central el llevar a cabo un instrumento con el fin de medir la capacidad de innovación tecnológica en instituciones de educación superior. La investigación fue de tipo descriptiva y prospectiva, y se basó en la matriz de pertenencia adaptada por Serrano y Robledo (2013), que caracteriza las capacidades de innovación tecnológica en 7 dimensiones y 24 variables. Se concluye como aspecto principal, la consolidación y estructuración de un instrumento para medir la capacidad de innovación tecnológica en instituciones de educación superior, mediante 7 dimensiones; 24 variables, y se proponen 34 indicadores y 70 criterios de evaluación.

**Palabras claves:** Innovación, tecnología, innovación tecnológica, instituciones de educación superior, investigación.

#### Abstract

The main objective of this paper is to carry out an instrument in order to measure the capacity for technological innovation in higher education institutions. The research was descriptive and prospective, and was based on the membership matrix adapted by Serrano and Robledo (2013), which characterizes technological innovation capabilities in 7 dimensions and 24 variables. The main aspect is concluded, the consolidation and structuring of an instrument to measure the capacity for technological innovation in higher education institutions, through 7 dimensions; 24 variables, and 34 indicators and 70 evaluation criteria are proposed.

**Keywords:** Innovation, technology, technological innovation, higher education institutions, research

#### Introducción

La palabra innovación en los últimos años se ha convertido en un referente en ingentes cantidades de documentos y se ha convertido, además, en un importante concepto a manejar por científicos académicos y empresarios.

Innovar etimológicamente proviene del latín *innovare*, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades. Schumpeter (2002), plantea una de las definiciones clásicas del concepto de innovación, para el autor se define como la puesta en práctica de una nueva combinación, esto es, la introducción de un nuevo bien o método de producción no probado, la apertura de un nuevo mercado, la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento y la creación de una nueva organización de cualquier industria.

Para Nelson (1977), innovación es la transformación de conocimiento en nuevos productos y servicios. No es un evento aislado, sino la respuesta continua a circunstancias cambiantes. Por su parte, Palacio, Arévalo y Guadalupe (2017), expresan que la innovación es

Recepción: Septiembre de 2021 / Evaluación: Octubre 2021 / Aprobado: Diciembre 2021

<sup>1</sup> Magister en Innovación. Instructor SENA. Email: [diego.apd@hotmail.com](mailto:diego.apd@hotmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4374-2744>

la introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método o comercialización, o de una innovadora forma organizativa en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o de las relaciones exteriores.

En el año 2014, Rodríguez planteaba que muchas veces la palabra tecnología se aplica a la informática, la microelectrónica, el láser o a las actividades espaciales, que son duras. Sin embargo, la mayoría de las definiciones que hemos visto también permiten e incluyen a otras, a las que se suele denominar blandas.

El presente artículo busca medir la capacidad de innovación tecnológica de las instituciones de Educación Superior, identificando a través de este, dimensiones y variables que faciliten la contextualización de las instituciones dentro del sistema nacional de innovación, y proponiendo un conjunto de criterios e indicadores que permitan de forma concreta en dimensiones particulares, medir la capacidad de innovación tecnológica en este tipo de centros educativos

### **Conceptualizaciones de la Innovación**

Según Guan y Ma (2006), la innovación debe ser la capacidad definida mediante el empleo de diversos ámbitos y niveles para satisfacer los requisitos de la estrategia de la empresa y dar cabida a condiciones de entornos competitivos especiales para la empresa. Del mismo modo, Lall (1992) adoptó la misma posición en la definición de la innovación como la capacidad de absorber las habilidades y conocimientos necesarios para la convertir eficaz una organización y mejorar las tecnologías existentes y crear nuevas tecnologías.

Como se aprecia en las definiciones de los diferentes autores, la creciente importancia de la innovación, el cambio tecnológico y organizacional vienen a configurarse como ventajas competitivas para las organizaciones llámese empresas, instituciones o universidades. Contar con organizaciones innovadoras no solamente implica una mayor competitividad de la economía en su conjunto, sino también la generación de avances tecnológicos potencializando los agentes económicos a favor de la rentabilidad organizacional, lo cual incide directamente en el desarrollo incremental de la región o de un país (Tushman y O'Reilly, 1998).

En los diversos intentos por clasificar la En los diferentes intentos por clasificar las innovaciones, Freeman (1971), ubicó una escala de cinco puntos para diferenciar las innovaciones, en: sistémicas, importantes, menores, incrementales y no registradas; Abernathy y Clark (1985) por su parte, utilizaron cuatro categorías. Sin embargo, la gran mayoría de los autores se han acogido a la categorización presentada por Schumpeter (1942), la cual propone dos conceptos de innovación: incremental y radical.

En NBS Guidance (2004), el DTI Department of Trade and Industry del Reino Unido adopta una sintética definición de innovación: "Innovación es explotar con éxito nuevas ideas".

Según Pavón & Hidalgo (1997) la innovación es el conjunto de actividades inscritas en un período de tiempo y lugar que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización.

Para Castells y Pasola (1997) la innovación es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado. De acuerdo a este concepto, innovar no es más que el proceso de desarrollar algo nuevo o que no se conoce a partir del estudio metódico de una necesidad, ya sea personal, grupal u organizacional, para lograr una meta económica.

Es declarado por Suárez (2015) la innovación es el rompimiento en tiempo y espacio de un proceso, producto o servicio, que se presenta con una nueva cualidad incremental o radical y que es aceptado por el cliente. Su impacto puede ser económico, social o ambiental.

En el Manual de Oslo, en su 3ra Edición se plantea que la teoría de Schumpeter (1978), ha influido enormemente en las teorías de la innovación. Este autor afirmó que el desarrollo económico es impulsado por la innovación mediante un proceso dinámico, en el cual las nuevas tecnologías sustituyen a las viejas (“destrucción creativa”). En su opinión, las innovaciones «radicales» crean cambios importantes, mientras que las «incrementales» avanzan continuamente en el proceso de cambio.

El concepto de innovación social, es introducido por Murray, et. al, (2008), considerándolo como las nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que simultáneamente satisface necesidades sociales y crean nuevas relaciones de colaboración. Por otra parte, Cortés y de la Cruz (2016), relacionan la innovación social con la calidad de vida y el bienestar.

Siguiendo la lógica de estas definiciones, algunas más amplias que otras, queda claro que la innovación está asociada a un proceso de transformación y que se interrelaciona con otros conceptos importantes.

En conferencia sobre logística para empresas, se realizó un brainstorming a un grupo de estudiantes de administración de empresas de la Universidad Técnica de Manabí, donde se le pide que relacionen palabras o frases que le sugiera el término innovación. Como resultado de este ejercicio se obtienen las respuestas de los estudiantes, las cuales se relacionan a continuación:

Cambio, mejora, perfeccionamiento, revolución, transformación, rediseño, desarrollo tecnológico, transferencia, creatividad, novedad, nuevos productos, nuevos procesos, nuevos equipos, nuevas ideas, satisfacción al cliente.

Como se aprecia, los estudiantes tienen ideas claras de que significa innovar, coincidiendo con los criterios acotados las diferentes fuentes bibliográficas tratadas en esta publicación; donde se aprecia que para el manejo adecuado de la innovación hay que tener en cuenta otros términos relacionados con este concepto, pues es precisamente lo que determina el papel del proceso innovador, por lo que constituye también parte de esta reflexión.

### **Clasificación de la innovación**

De acuerdo con Freeman y Pérez (1985), se han propuesto cuatro categorías de innovación:

- a) **Innovación Incremental:** Se produce de manera continua en la industria o en servicios, no proviene de actividades de investigación y desarrollo (I+D), derivan de invenciones y mejoras sugeridas por los miembros de la organización, el efecto acumulativo de estas puede conducir a aumentos de productividad superiores.
- b) **Innovación Radical:** Representan la introducción de nuevos productos y procesos, una salida impredecible de la "trayectoria normal" de una tecnología, generados por grandes esfuerzos de investigación y un departamento específico de I+D y/o laboratorios de investigación universitarios.
- c) **Innovaciones Sistémicas (Nuevos Sistemas Tecnológicos):** Se caracterizan por ser cambios trascendentales en la tecnología, que influyen en ciertas ramas de la economía que dan lugar a sectores industriales totalmente nuevos. Se basan en una exitosa combinación de innovaciones radicales e incrementales, junto con innovaciones organizativas.
- d) **Revoluciones Tecnológicas:** Representan cambios en los sistemas tecnológicos que son de gran alcance en sus efectos y tienen una gran influencia en el comportamiento de toda la economía. Corresponden a las "tormentas de destrucción creativa", las industrias y ocupaciones. Una revolución tecnológica implica la introducción de nuevas tecnologías con el potencial de transformar una amplia gama de actividades económicas e industriales, dando lugar a una serie de cambios tecnológicos interrelacionados, incluyendo la reducción drástica en el costo de muchos productos y servicios. Mejoras en las características tecnológicas de muchos productos y procesos.

De hecho, la adquisición de capacidades para generar nuevas tecnologías no sólo repercute en las cualidades de la actividad industrial de un país, sino que también en sus potencialidades de crecimiento económico a largo plazo (Nelson, 1981). Las universidades como centros de investigación y generadoras de conocimiento, retroalimentan los sistemas de innovación y crean nuevas tecnologías que generaran importantes transformaciones en la calidad de vida de los ciudadanos. Por su parte, Camagni (1991) enuncia que el conocimiento se retroalimenta y origina un círculo virtuoso de creación de nuevo conocimiento. A su vez, la búsqueda de soluciones para incluir la innovación tecnológica en las políticas de crecimiento ha originado una importante serie de investigaciones en relación al fenómeno de la innovación (Fernández 2002).

La investigación origina un gran porcentaje de materias primas, productos, procesos y sistemas nuevos y perfeccionados, que constituyen la fuente última del avance económico. Sin la innovación tecnológica, el progreso en economía se detendría. En la medida en que más innovadores sean los agentes de desarrollo, más factible será el desarrollo local. Porque se afrontará de una forma más eficiente la satisfacción de las necesidades locales y se darán mejores respuestas a las demandas de la comunidad (Freeman y Pérez, 1985).

Además, el desarrollo será más factible en aquellas comunidades en las que exista un ambiente propicio para la innovación, donde el cambio sea visto como algo positivo, donde exista cooperación y aprendizaje colectivo, interacción entre las universidades, instituciones tecnológicas y las empresas del medio. En aquellas comunidades en las que el entorno genere externalidades de red positivas. En aquellas comunidades en las que exista una verdadera interacción entre las diferentes entidades públicas y privadas, donde el esqueleto institucional este bien consolidado, y en las que las actividades formales e informales de investigación y aprendizaje estén desarrolladas. Esto último para que sea posible que se den los efectos de retroalimentación enunciados al hablar de sistemas de innovación (Aguirre, 2010).

### **Instituciones de educación superior, la investigación e innovación**

De acuerdo con el capítulo IV de la Ley 30 de 1992, son instituciones de educación superior: las instituciones técnicas profesionales, las instituciones universitarias o escuelas tecnológicas y las universidades. Las primeras ofrecen programas de formación en ocupaciones de tipo operativo e instrumental en su respectivo campo de acción; las segundas ofrecen programas de formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, y las terceras, además de la formación académica en profesiones o disciplinas, deben acreditar desempeño en investigación científica o tecnológica y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional (Henao et al, 2014).

En la actualidad, las universidades, y las IES en general, se han convertido en las principales instituciones en las sociedades del conocimiento. Este rol protagónico se debe a que son por naturaleza generadoras de conocimiento, emprendedoras y están llamadas a promover el desarrollo científico, técnico y tecnológico de un país y con ello su crecimiento económico, haciendo de la investigación y la transferencia de los resultados de la misma, el motor que los impulsa. También deben velar por que el impacto de la investigación realizada influya directamente en la formación y el perfeccionamiento del capital intelectual involucrado, desarrollando, fortaleciendo e incrementando el conocimiento y el número de redes académicas conformadas (Henao et al, 2014).

La clave estaría en identificar qué hacen las IES con ese nuevo conocimiento generado y cómo llegan a encadenar la Investigación y el desarrollo con la innovación (I+D+i); es decir, qué tanto el éxito que tienen en transformar esos descubrimientos en innovaciones, enfocando la discusión en los procesos de comercialización, las políticas de propiedad intelectual, los procesos para patentar y transferir tecnología (Santiago et al., 2008). Tomando en cuenta que las fuentes de la innovación pueden ser muy variadas y las IES y su capital intelectual son una

fuerza importante de generación de conocimiento e innovación, de ahí la importancia de medir bien sus capacidades de investigación e innovación tecnológica, puesto que esto contribuiría en mejorar la toma de decisiones, reducir el desperdicio de oportunidades interesantes y la pobre asignación de recursos.

Ante este contexto, las IES deben contar con una política de investigación, desarrollo e innovación que fomente e incluya desde la investigación básica, la investigación aplicada, y el desarrollo experimental, hasta la creación de productos y procesos novedosos, que no sólo busquen fomentar la oferta con una visión lineal, sino atender a las interacciones y procesos de retroalimentación entre ciencia, técnica y mercado, con innovaciones de alto contenido científico y técnico, y con instrumentos científicos que utilicen nuevos componentes y prestaciones en los mercados, así como oportunidades que se detectan en los potenciales usuarios del conocimiento (Estrada y Pacheco, 2009).

En términos generales, las IES juegan un papel importante en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (SNCTi) por cuanto impulsan el desarrollo y el crecimiento económico de su área geográfica de influencia. No obstante, el impacto de las acciones de las IES sobre la economía es diferente, dependiendo de la calidad de la investigación y la innovación que éstas llevan a cabo. Esto significa que en la actual economía del conocimiento las IES compiten para liderar el desarrollo científico, técnico y tecnológico, mediante la formación integral de profesionales capacitados, y la promoción de la investigación y la innovación como actividades determinantes de su competitividad (Henaó et al, 2014).

### **La innovación tecnológica**

Esta puede definirse como “la gran variedad de conocimientos y habilidades necesarias que las organizaciones pueden adquirir, asimilar, utilizar, adaptar, cambiar y crear tecnología” (Ernst et al., 1998). La capacidad de innovación representa una serie de recursos que las organizaciones poseen o no, y de la combinación de los mismos depende la eficacia del proceso de innovación, y consecuentemente la generación de novedades (Winter, 2005). La capacidad de innovación tecnológica comprende diferentes áreas como tecnología, producción, proceso, conocimiento, experiencias y organización (Guan et al, 2004).

Yam et al. (2004) identifican algunos enfoques propios y desarrollados por otros autores, tales como el enfoque basado en activo, el enfoque basado en procesos y el enfoque funcional (Yam et al, 2004) que comprende como elementos de las capacidades de innovación tecnológica las siguientes: capacidades de aprendizaje, capacidad de I+D, capacidad de asignación de recursos, capacidad de producción, capacidad de mercadeo, capacidad organizacional y la capacidad de planeación estratégica (Botero, 2013). Yam et al. (2004) propone las siguientes definiciones para las siete dimensiones de las capacidades de innovación tecnológica:

- a) Capacidad de aprendizaje: Capacidad de la organización para identificar, asimilar y explotar conocimiento del entorno.
- b) Capacidad de I+D: Capacidad de la organización para integrar estrategias de I+D, implementación de proyectos, gestión de portafolio de proyectos.
- c) Capacidad de asignación de recursos: Capacidad de la organización para garantizar el capital, los profesionales y la tecnología suficiente en el proceso de innovación.
- d) Capacidad de producción: Capacidad de la organización para transformar los resultados de I+D en productos que responden a necesidades del mercado.
- e) Capacidad de mercadeo: Capacidad de la organización para dar a conocer y vender los productos sobre la base de la comprensión de las necesidades del consumidor, el entorno competitivo, los costos, los beneficios y la aceptación de la innovación.
- f) Capacidad organizacional: Capacidad de la empresa para obtener mecanismos organizacionales, cultivar la cultura organizacional y la adopción de buenas prácticas de gestión.

- g) Capacidad de planeación estratégica: Capacidad de la organización para identificar fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades provenientes de una evaluación interna y externa, formular e implementar planes y programas de acuerdo con la misión y la visión institucional.

Para la organización innovadora, el desarrollo de ese conjunto de capacidades le permitirá adoptar roles y retos necesarios en una estrategia orientada hacia la innovación tecnológica, que permita la obtención de ventajas competitivas temporales, tal como lo impone un ambiente cambiante. Esto permitirá responder ante las crisis con mayor acierto y flexibilidad. Puede suponerse entonces que un mejor y acertado desarrollo de las capacidades de innovación tecnológica, conducirá a un mejor desempeño de la organización (Aguirre, 2010).

En sentido similar, Dosi, et al (2000), señalan que las capacidades de innovación tecnológica son fuente de competitividad de las organizaciones, y tiene que ver con la generación y gestión del conocimiento y el consecuentemente proceso de aprendizaje. Las capacidades de innovación tecnológicas, son construidas a lo largo del tiempo, pudiendo o no ser fácilmente observables, por lo que su análisis exige una reconstrucción a través del tiempo. No obstante, López y Lugones (1998), plantean que la capacidad de innovación tecnológica se divide en dos categorías, por un lado la explotación de las capacidades tecnológicas inicialmente generada de la obtención de la innovación radical que se convierte en el diseño tecnológico dominante a través de un largo período de tiempo y, en segundo lugar, con respecto a la innovación incrementales sucesivas, las que mejoren determinadas características, hasta ser superada por un cambio hacia un nuevo sistema.

La construcción de la capacidad organizacional no es un activo, mecánico o automático del proceso. De hecho, es un concepto estructurado que encierra los procesos de aprendizaje y acumulación de diversos conocimientos y habilidades, y su combinación, en un intento de desarrollar el dominio de las nuevas tecnologías. Por ello, la capacidad de innovación tecnológica representa una serie de recursos que las organizaciones combinan para generar novedades, desarrollo de conocimientos y comprensión de tecnologías modernas. Este es un proceso acumulativo (Aguirre, 2010). En este sentido, son las universidades que, operando como principales centros de investigación, conjugan recursos, conocimientos y habilidades para generar innovación tecnológica.

De hecho, para Serrano y Robledo (2013), 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.

De esta manera, la relación entre la educación superior y el sector productivo está directamente ligada con la transferencia de conocimientos y tecnología (Serrano y Robledo, 2013). 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.

Por consiguiente, la capacidad de innovación tecnológica en las instituciones de educación superior viene a ser 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. Las cuales están 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 (Serrano y Robledo, 2013).

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 Capacidades de Innovación Tecnológica (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.

### **Instrumento para medir capacidad de innovación tecnológica en universidades**

La construcción de instrumentos para medir la capacidad de innovación tecnológica en instituciones de educación superior ha sido objeto de estudio en los últimos años, lo que se pretende es la concreción de una herramienta básica para la gestión y la planificación, que promueva la creatividad y facilite la adaptación de la organización y de todos sus integrantes. Así mismo, que sirva de apoyo para los gerentes en la implementación de la calidad total y de procesos de mejoramiento continuo (Fernández, 2006).

Fernández (2006), plantea la construcción de diagramas de afinidad, los cuales organizan la información reunida en sesiones de lluvias de ideas, este tipo de diagramas 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 capacidades de innovación tecnológica (CIT) para la gestión de la innovación en una institución universitaria, con ello se busca una relación óptima entre el sector productivo y la universidad, a través de indicadores que fueron directamente relacionados a las capacidades organizacionales que se deseaban evaluar. De acuerdo con Serrano y Robledo (2013), la construcción de estos diagramas se desarrolla en cuatro fases:

1. Construcción de la matriz: Se construye una matriz de dimensiones [5x7] en esta las filas corresponden a las dimensiones organizacionales propuestas por 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).
2. Selección del conjunto de expertos: conforme a la información requerida para la matriz, se seleccionan expertos vinculados a la educación superior, con conocimientos, experiencias y opiniones para la correcta identificación de las variables.
3. Lluvia de ideas: con este proceso, los expertos mediante un conglomerado de ideas definen las diferentes posiciones de la matriz de afinidad, partiendo de variables relacionadas con la innovación tecnológica, e identificándose aquellas que en definitiva harán parte de la matriz.
4. Refinamiento del diagrama de afinidad: 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 Capacidades de innovación tecnológica (CIT) en Instituciones de educación superior. Estas variables están enmarcadas dentro de las siete dimensiones propuestas por Yam et al (2011) como se describió en párrafos anteriores.

Con esta matriz se evaluarán las capacidades de innovación tecnológica en las universidades, la relevancia de este alcance se centra en el hecho que en América Latina no ha habido mucho interés en avanzar en este campo, puesto que las Instituciones de Educación Superior (IES) se han enfocado en los procesos de evaluación de condiciones de calidad para

el otorgamiento de registros calificados y acreditación, lo cual ha afectado la eficiencia del sistema de gestión de la producción intelectual y la transferencia tecnológica de las instituciones universitarias (Serrano y Robledo, 2013).

Ahora bien, Serrano y Robledo (2013) proponen que dentro de cada clase de dimensión organizacional y de capacidad de innovación tecnológica, la postulación de criterios de evaluación, que serían útiles para medir y evaluar cada categoría que son propias de todas las universidades en Colombia. Y es precisamente este el punto de partida de la presente investigación, con esta intervención se parte de los planteamientos de Serrano y Robledo (2013), proponiendo unos criterios e indicadores bien definidos y que le otorgan mayor contexto a la valoración de las capacidades de innovación tecnológica de las instituciones de educación superior de Colombia.

De tal manera que los criterios e indicadores que se proponen con esta investigación sean lo suficientemente eficaces para evaluar los procesos misionales y organizacionales de las IES, 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, dando paso al 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 (Triple Hélice). Con esta intervención por tanto se presenta un modelo para la generación de capacidad de innovación tecnológica, a partir de la combinación de docencia e investigación en el marco de los objetivos misionales de las IES, coadyuvando al fomento de la vigilancia tecnológica, promoción de la producción de la propiedad intelectual, entre otros.

### **Factores potenciadores de innovación tecnológica en las IES**

Existen factores determinantes que posibilitan que una organización como las Instituciones de Educación Superior (IES), aumento de las capacidades de innovación tecnológica, entre estos destacan:

- a) Apoyo desde la alta dirección: la planeación estratégica juega un papel fundamental en la creación de una organización exitosa, por ello el equipo que lleva las riendas de las mismas, debe involucrarse en todos los aspectos que propicien la ejecución de la estrategia (García y Reyes, 2011), dicha estrategia representa un patrón de objetivos, propósitos o metas, así como las políticas y los planes principales para alcanzar estas metas, presentándolos de tal manera que permiten definir la actividad a la que se dedica la organización (Pimentel, 1999).
- b) Diseño de espacios que fomenten la CIT: es conveniente tener en cuenta aspectos como las locaciones, los utensilios y equipos que definan espacios de trabajo que propicien el desarrollo de capacidades de innovación tecnológica. La característica principal de estos espacios es que en ellos pueden interactuar equipos interdisciplinarios de una manera cómoda, y se encuentren suficiente equipamiento para apoyar las labores creativas del trabajo (García y Reyes, 2011).
- c) Cultura organizacional: la cultura organizacional permite que los individuos interactúen de manera uniforme y con el convencimiento de la importancia que representa un objetivo estratégico de la organización. La cultura organizacional es la médula de la organización que está presente en todas las funciones y acciones que realizan sus miembros. Un factor que catapulta el desarrollo de ideas al interior de la organización. Sus miembros deben estar convencidos de la importancia que representa un objetivo estratégico de la organización, como lo es la innovación tecnológica (Pimentel, 1999).
- d) Desarrollo del capital intelectual: Por capital intelectual se entiende el conjunto de recursos intangibles y capacidades referidos a diferentes manifestaciones de

conocimiento, sea éste individual, organizativo o interorganizativo, con el cual se puede lograr una ventaja competitiva. Se señala empíricamente la relación positiva entre la diversidad del capital humano, tanto educativa como funcional, y la innovación; ya que la diversidad actúa como desencadenante de la búsqueda de conocimiento y procesos de aprendizaje organizativo y los diferentes enfoques cognitivos promueven la creatividad (Delgado et al, 2009).

- e) **Administración del conocimiento:** Desde un punto de vista organizacional, se puede definir el conocimiento como la información que posee valor para las organizaciones (Stewart, 1999), es decir aquella información que permite generar acciones asociadas a satisfacer las demandas del mercado y apoyar las nuevas oportunidades que se presenten. Existen dos tipos de conocimiento; por un lado, tenemos el conocimiento tácito el cual está compuesto por las experiencias emocionales, de trabajo, vivenciales, el saber cómo se hacen las cosas, las habilidades, las creencias, las competencias, entre otras; este tipo de conocimiento es difícil de explicar y transmitir ya que no está codificado (García y Reyes, 2011).

Y por otro lado tenemos al conocimiento explícito, el cual está codificado y es fácilmente transmisible a través de algún sistema de lenguaje formal. Dentro de la Sociedad de la Información y el Conocimiento las organizaciones modernas, operan basadas en una economía del conocimiento (Ponjuán, 1998), sin embargo, el conocimiento de las organizaciones está íntimamente relacionado con el desarrollo del capital intelectual de las mismas. Luego entonces la administración del conocimiento viene a ser el proceso sistemático de detectar, seleccionar, organizar, filtrar, presentar y usar la información por parte de los participantes de la organización, con el objeto de explotar cooperativamente los recursos de conocimiento basados en el capital intelectual propio de las organizaciones, orientados a potenciar las competencias organizacionales y la generación de valor (Pavez, 2000).

### **Metodología**

El método para desarrollar el objetivo principal de esta investigación, se basó en el sugerido por Serrano y Robledo (2013), quienes plantean la evaluación de las capacidades de innovación de las instituciones de educación superior a partir de siete dimensiones, medibles a través de veinticuatro variables definidas como criterios de valoración.

#### **Tipo de estudio**

Descriptivo, Prospectivo y cuantitativo.

#### **Población**

Conformada por todas las instituciones de educación superior legalmente constituidas en Colombia.

#### **Muestra**

Se pretende que para efectos futuros de aplicación del instrumento se tome como muestra la principal universidad pública legalmente constituida del departamento de Córdoba.

#### **Recolección y tratamiento de la información**

La información se obtuvo a partir de registros físicos y digitales relacionados con la estructura de los procesos organizacionales y misionales de las IES de Colombia, en los cuales se pudieron identificar las dimensiones relacionadas con la capacidad de innovación tecnología de acuerdo con el modelo propuesto por Serrano y Robledo (2013), en su orden: Capacidad de investigación y desarrollo; capacidad de producción, capacidad de planeación, capacidad de relacionamiento organizacional, capacidad de aprendizaje organizacional, capacidad de gestión de recursos y capacidad de mercadeo. A partir de esta información se determinaron las variables

y los indicadores que permitirán valorar las capacidades de innovación tecnológica en estas instituciones. Luego se desarrolló un instrumento que mejor agrupa y valora estas dimensiones, estableciéndose criterios e indicadores. Las valoraciones de las dimensiones se realizarán con base en las 24 variables de criterio de evaluación planteados en la siguiente matriz:

**Tabla 1.** Matriz de pertenencia de las variables indicadoras de innovación tecnológica.

<b>Dimensión o Capacidad</b>	<b>Dimensión organizacional</b>	<b>Variables de criterio de evaluación</b>
<b>Capacidades de Investigación y Desarrollo (I+D)</b> Definidas como las habilidades organizacionales para la constitución de ideas, estrategias, implementación, gestión de portafolio de proyectos y transferencia de I+D	Estrategia y resultados	<b>Variable 1.</b> Porcentaje del presupuesto anual de gasto en inversión dedicado a investigación e innovación.
	Organización formal	<b>Variable 2.</b> Nivel de estructuración e importancia jerárquica que tiene la unidad de gestión tecnológica y las instancias responsables de la extensión.
	Organización formal	<b>Variable 3.</b> Nivel 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	<b>Variable 4.</b> Porcentaje de profesores con maestría y doctorado equivalente a tiempo completo dedicados a la investigación.
<b>Capacidad de Producción</b> Se definen como las habilidades organizacionales, para transformar los resultados de I+D en productos	Estrategia y resultados	<b>Variable 5.</b> 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.
	Organización informal	<b>Variable 6.</b> Nivel de aceptación en la valoración y negociación de la propiedad intelectual hacia la innovación.
	Tecnología	<b>Variable 7.</b> 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).
	Personal	<b>Variable 8.</b> 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><b>Capacidad de Planeación</b> 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>	Estrategia y resultados	<b>Variable 9.</b> 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.
	Organización formal	<b>Variable 10.</b> Número de grupos investigación (con un número de investigadores representativos de la institución) escalonados por Colciencias.
<p><b>Capacidad de Relacionamento Organizacional</b> 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>	Estrategia y resultados	<b>Variable 11.</b> 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.
	Personal	<b>Variable 12.</b> 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, posdoctorados, 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><b>Capacidad de Aprendizaje Organizacional</b> Se define como las habilidades organizacionales para gestionar el conocimiento y construir una organización que aprende.</p>	Estrategia y resultados	<b>Variable 13.</b> 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).
	Organización formal	<b>Variable 14.</b> 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.
	Organización informal	<b>Variable 15.</b> Grado de aplicación de procesos y procedimientos para

		documentar el conocimiento acumulado por la institución.
	Tecnología	<b>Variable 16.</b> Nivel de aprendizaje y aplicación sistemática de la vigilancia tecnológica (observar, analizar y utilizar) y sus proyecciones hacia la Universidad – Empresa- Estado y Spin-offs.
<p><b>Capacidad de Gestión de Recursos</b> Se define como las habilidades organizacionales para gestionar, adquirir y asignar adecuadamente los recursos en pro del desarrollo de la innovación.</p>	Estrategia y resultados	<p><b>Variable 17.</b> Porcentaje anual de los aportes de empresas por investigación y extensión, con respecto a los ingresos anuales totales de investigación y extensión.</p> <p><b>Variable 18.</b> Porcentaje anual 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>
	Tecnología	<b>Variable 19.</b> Nivel de 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.
	Personal	<b>Variable 20.</b> Porcentaje de financiación para la investigación adquirida por los grupos de investigación ante instancias internas y externas (COLCIENCIAS, SENA, Ministerios, otras organizaciones gubernamentales, entidades internacionales y empresas).
	Estrategia y resultados	<b>Variable 21.</b> 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><b>Capacidad de Mercadeo</b> 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>	Organización informal	<b>Variable 22.</b> 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 investigación, desarrollo e innovación, la apropiación y la divulgación del conocimiento, la investigación científica, la innovación, el aprendizaje y el mejoramiento continuo.
		<b>Variable 23.</b> Existencia de procesos de marketing y nivel de calificación del personal responsable de extensión (mercado académico) para la promoción de los programas de

	Personal	apoyo en la difusión del conocimiento, las experiencias y los resultados en eventos nacionales e internacionales de reconocida trayectoria en la comunidad científica.
		<b>Variable 24.</b> Nivel de estímulos e incentivos al personal y a los grupos de investigación para vincularse en procesos de innovación y emprendimiento.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Serrano y Robledo (2013).

## Resultados y discusión

### Instituciones de Educación superior: características organizacionales y de investigación

El servicio público de educación superior de Colombia se reglamentó con la promulgación de la Ley 30 de 1992. Y a través de esta se posibilita el desarrollo de potencialidades de manera integral en el ser humano, dentro de un marco de autonomía universitaria y calidad del servicio educativo que propicie un espíritu reflexivo con libertades de enseñanza, aprendizaje e investigación. Y es precisamente a través de la investigación que se logran transformaciones reales que propician el desarrollo del país. En este sentido las universidades son determinantes por ser los principales centros de investigación del país.

Las universidades colombianas dentro de su estructura organizacional, consagran la investigación como uno de sus pilares fundamentales, y muchos de los resultados de investigación, derivan en procesos de innovación, e incluso de innovación tecnológica. Lo que ha propiciado la creación de un sistema nacional de innovación, que se plantea de acuerdo con la definición de Lundvall (1997), como un modelo interactivo que promueve los procesos de innovación entre agentes institucionales, que se favorece por los procesos de globalización y se caracteriza por la existencia de vínculos o relaciones entre agentes, redes y sistemas de información, condiciones de competencia, incentivos, aprendizaje continuo, uso y generación de nuevas tecnologías (Pineda et al, 2011).

La cultura organizacional de las universidades modernas, en aras de obtener productos innovadores, fomenta la investigación interdisciplinaria, transdisciplinaria y aplicada, la formación de profesionales con amplios conocimientos en innovación, emprendimiento, liderazgo e impacto social en su ejercicio profesional. Ello propiciado por el aumento de la inversión de los gobiernos y sectores empresariales en las actividades de investigación, innovación y desarrollo (Castellanos et al, 2003). Esto al menos es el paradigma que se ha construido en el ámbito mundial.

No obstante, a nivel de Colombia, y con base en la literatura revisada, los esfuerzos para el establecimiento de una infraestructura física y social que favorezcan una cultura organizacional para el fomento de la investigación y la innovación, han sido pobres. Esto puede deberse a los pocos proyectos de investigación de gran impacto, baja asignación de recursos económicos para generar investigación de alto nivel, y en general, recortes presupuestales desde el gobierno central para el funcionamiento de las IES.

En términos generales y de acuerdo con lo planteado por Pineda et.al. (2011), las limitaciones más prominentes relacionadas con la estructura organizacional y de investigación que constituyen retos para las IES se resumen en estos puntos:

- 1) Falta de claridad en la normatividad estatal e institucional, que responda a las necesidades en investigación, desarrollo científico y tecnológico y propiedad intelectual y patentes, lo cual ha causado una inadecuada definición de las funciones de estos organismos.
- 2) Condiciones socioculturales que son adversas a estos procesos y se han visto reflejadas en la fuertes separaciones entre la academia y la industria en la región, la inadecuada

valoración del ejercicio de las organizaciones de ciencia y tecnología, la desconfianza por parte de las empresas en relación con colaborar en procesos de investigación con las universidades, y la incapacidad en muchos casos de las universidades, de responder a las necesidades de su entorno a través de las vinculaciones.

- 3) Escasa infraestructura en ciencia y tecnología y la ausencia de sistemas de innovación regionales sólidos, la escasa demanda de esta infraestructura en ciencia y tecnología refleja la existencia de pocos emprendimientos de base científica y tecnológica en la región, lo cual ha favorecido a empresas extranjeras, que han importado modelos foráneos a estas regiones en desarrollo, lo cual ha producido efectos negativos.
- 4) La existencia de profesionales poco calificados y la deficiente actividad investigativa ha propiciado la llamada fuga de cerebros entre los científicos y profesionales formados en la región, hacia otros entornos.

Sin embargo, pese a estas realidades insoslayables, resulta oportuno valorar las capacidades de innovación tecnológica de las IES, para lo cual se plantea un instrumento basado en dimensiones, criterios e indicadores como se describe a continuación.

### **Matriz para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica: Dimensiones, criterios e indicadores**

A partir de una matriz de dimensiones [5x7] donde las filas corresponden a las dimensiones organizacionales propuestas por 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) por Serrano y Robledo (2013). Se propone una matriz de mayor alcance para evaluar capacidades de innovación tecnológica en IES. En esta propuesta se incluyen además de las siete dimensiones o capacidades y veinticuatro variables propuestas por los autores en mención, una serie de criterios precisos e indicadores asociados a cada variable, configurándose un nuevo instrumento con siete dimensiones, veinticuatro variables, treinta y cuatro indicadores y setenta criterios, que se espera aporte mayor eficacia para la valoración de la capacidad de innovación tecnológica en estas instituciones.

El instrumento está diseñado para medir las capacidades de innovación tecnológica de las IES mediante la valoración de prácticas, estructura, políticas y estrategias organizacionales que se realizan en estas organizaciones, poniendo de relieve sus impactos en materia de innovación tecnológica. Lo que implica que para la captura de la información se debe tener acceso a todas las áreas de la organización, de tal manera que se puedan caracterizar las dimensiones adaptadas por Serrano y Robledo (2013), a saber: Capacidad de investigación y Desarrollo (I+D), capacidad de producción, capacidad de planeación, capacidad de relacionamiento organizacional, capacidad de aprendizaje organizacional, capacidad de gestión de recursos y capacidad de mercadeo.

Respecto a la dimensión de “Capacidades de Investigación y Desarrollo (I+D)”, Serrano y Robledo (2013) proponen cuatro variables para su valoración, las cuales están relacionadas con presupuesto para inversión en investigación e innovación, gestión tecnológica, explotación de propiedad intelectual y dedicación docente a actividades de investigación. Si bien, la caracterización de estas variables constituye un inicio para la evaluación de esta dimensión, se requiere la adopción de criterios e indicadores que de forma concreta permiten hacer valoraciones puntuales en cuanto a las habilidades organizacionales para constituir estrategias y proyectos de transferencia de I+D. La tabla 2 resume los criterios e indicadores que se proponen a través de esta investigación.

**Tabla 2. Criterios e indicadores para medir capacidades de investigación y desarrollo I+D.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio	
<b>Capacidades de Investigación y Desarrollo (I+D)</b> Definidas como las habilidades organizacionales para la constitución de ideas, estrategias, implementación, gestión de portafolio de proyectos y transferencia de I+D	<b>Estrategia y resultados</b>	<b>Variable 1.</b> Referente del presupuesto anual de gasto en inversión dedicado a investigación e innovación.	Asignación presupuestal para investigación e innovación	Cuánto define la institución dentro del presupuesto anual los recursos financieros destinados para investigación básica?	
				¿Cuánto define la institución dentro del presupuesto anual los recursos financieros destinados para para investigación aplicada (innovación)?	
				¿Les es suficiente el valor asignado para ejecutar actividades de investigación e innovación en la institución?	
				¿Cuál es el porcentaje del presupuesto anual de la institución destinado a las actividades de investigación e innovación?	
	<b>Organización formal</b>	<b>Variable 2.</b> Nivel de estructuración e importancia jerárquica que tiene la unidad de gestión tecnológica y las instancias responsables de la extensión.	Área o dependencia dedicada a la gestión tecnológica	¿Existe dentro de la estructura organizacional un área o dependencia dedicada a la gestión Tecnológica? <b>Nota:</b> Si la respuesta es <b>afirmativa</b> continúe con el ítem 2.2 <b>de lo contrario</b> responda el ítem 2.3	
				¿Dentro de la estructura organizacional de la institución, el área o dependencia de gestión tecnológica se encuentra ubicado en un nivel trascendental?	
				¿En la institución hay procedimientos claros y documentados que ayuden a ejecutar acciones de gestión tecnológica?	
	<b>Organización formal</b>	<b>Variable 3.</b> Nivel 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	La institución cuenta con una unidad de apoyo en temas de propiedad intelectual	¿Cuántos empleados de tiempo completo hay en cargos relacionados con la innovación?	
				¿Se encuentran documentados los criterios o parámetros a tener en cuenta al momento de contratar profesionales para la gestión de la innovación?	
				¿Se cuenta con un área de marketing para llevar al mercado sus nuevos productos/servicios exitosamente?	
				¿Se tienen definidos los procedimientos para la negociación, contratación, creación, consolidación y venta de spin-offs?	
				¿Se tienen definidos los procedimientos para la negociación, contratación, creación, consolidación y venta de patentes y otras modalidades de propiedad intelectual?	
	<b>personal</b>	<b>Variable 4.</b> Porcentaje de profesores con maestría y doctorado equivalente a tiempo completo dedicados a la investigación	Docentes equivalentes a tiempo completo	¿Cuál es el porcentaje de docentes equivalentes a tiempo completo que hace parte de la nómina con respecto al porcentaje total de docentes de la nómina de la institución?	
				Docentes con maestría equivalentes a tiempo completo dedicados a la investigación	¿Cuál es el porcentaje de docentes equivalentes a tiempo completo con maestría que hace parte de la nómina con respecto al porcentaje total de docentes de la nómina de la institución?
			Docentes con doctorado equivalentes a tiempo completo dedicados a la investigación		¿Cuál es el porcentaje de docentes equivalentes a tiempo completo con maestría que se dedican a la investigación y reconocido por Colciencias, con respecto al porcentaje total de docentes de tiempo completo?
				¿Cuántas patentes, modelos de utilidad, marcas, diseños industriales, u otra modalidad de propiedad intelectual se han generado?	
¿Cuál es el porcentaje de docentes equivalentes a tiempo completo con doctorado y reconocidos por Colciencias que hacen parte de la nómina con respecto al porcentaje total de docentes de la nómina de la institución?					
¿Cuál es el porcentaje de docentes equivalentes a tiempo completo con doctorado dedicado a la investigación con respecto al porcentaje total de docentes de tiempo completo?					
					Cuántas patentes, modelos de utilidad, marcas, diseños industriales, u otra modalidad de propiedad intelectual se han generado.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

Como se observa en la tabla 2, más allá de las adaptaciones realizadas por los autores citados, se propone con esta intervención seis indicadores que podrán ser evaluados mediante diecinueve (19) criterios bien definidos. Así por ejemplo el indicador “Asignación presupuestal para investigación e innovación” se valora mediante los criterios: 1) ¿Cuánto define la institución dentro del presupuesto anual los recursos financieros destinados para investigación básica?; 2) ¿Cuánto institución tiene definidos dentro del presupuesto anual los recursos financieros destinados para para investigación aplicada (innovación)?; 3) ¿Es suficiente el valor asignado para ejecutar actividades de investigación e innovación en la institución?; 4) ¿Cuál es el porcentaje del presupuesto anual de la institución destinado a las actividades de investigación e innovación?. De forma similar se plantea para los otros indicadores propuestos para esta dimensión, como se resume en la tabla anterior.

Sin duda los beneficios de incorporar estos criterios e indicadores facilitarían la planeación estratégica de gestión de proyectos y transferencia de I+D en las IES. Este estudio brinda la posibilidad de conocer seis indicadores pertinentes y de uso común para este fin, a la vez que plantea su valoración a través de diecinueve criterios. La adopción de criterios e indicadores establece un derrotero para los lineamientos de planeación estratégica, de ahí la relevancia del enfoque dado en esta investigación. Respecto a este punto, García y Reyes (2011) afirman “los beneficios de incorporar indicadores de capacidad de I+D en la planeación estratégica, facilita el seguimiento de innovaciones y una mejor comprensión de indicadores de innovación e investigación”.

En cuanto a la dimensión “Capacidad de Producción”, para la construcción de criterios e indicadores se partió de cuatro variables formuladas por Serrano y Robledo (2013), referentes al número de productos derivados de proyectos de investigación, nivel de aceptación en la valoración y negociación de la propiedad intelectual, inversión en plataformas tecnológicas de soporte a procesos de investigación e innovación y nivel del equipo profesional relacionada con la gestión de la innovación, I+D.

Como se observa a continuación en la tabla 3, la propuesta se centra en valorar la dimensión utilizando nueve indicadores los cuales serán evaluados a través de trece criterios. De manera que para medir capacidad de producción a través de la dimensión organizacional “Estrategia y resultados”, se plantean cinco indicadores, a saber: 1) Número de proyectos de investigación que han generado artículos con visibilidad internacional; 2) Número de proyectos de investigación que han participado en ponencias; 3) Prototipos generados a partir de proyectos de investigación; 4) Plantas pilotos desarrolladas; 5) Patentes solicitadas producto de proyectos de investigación.

Y Se formulan cinco criterios de valoración para este caso, siendo este el mayor número de criterios para esta dimensión: a) ¿Durante el último año, Cuántos proyectos de investigación producidos en la institución han generado artículos publicados en revistas indexadas, SCOPUS, entre otros?; b) ¿Durante el último año, Cuántos proyectos de investigación producidos en la institución han participado en ponencias?; c) ¿Durante el último año, cuántos prototipos se han generado a partir de proyectos de investigación de la institución?; d) ¿Durante el último año, Cuántas plantas piloto se han desarrollado a partir de proyectos de investigación de la institución?; y e) ¿Durante el último año, Cuántas patentes fueron solicitadas producto de proyectos de investigación de la institución?. La tabla 3 resume los criterios de evaluación para esta dimensión.

**Tabla 3. Criterios e indicadores para medir capacidad de producción.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio
<b>Capacidad de Producción</b> Se definen como las habilidades organizacionales.	Estrategia y resultados	<b>Variable 5.</b> Número de productos por proyecto de investigación. Los productos hacen referencia a artículos con	Número de proyectos de investigación que han generado artículos con visibilidad internacional	¿Durante el último año, Cuántos proyectos de investigación producidos en la institución han generado artículos publicados en revistas indexadas, SCOPUS, JCR?

para transformar los resultados de I+D en productos		visibilidad internacional, ponencias, prototipos y plantas piloto, patentes solicitadas, entre otros.	Número de proyectos de investigación que han participado en ponencias	¿Durante el último año, Cuántos proyectos de investigación producidos en la institución han participado en ponencias?
			Prototipos generados a partir de proyectos de investigación	¿Durante el último año, cuántos prototipos se han generado a partir de proyectos de investigación de la institución?
			Plantas pilotos desarrolladas	¿Durante el último año, Cuántas plantas piloto se han desarrollado a partir de proyectos de investigación de la institución?
			Patentes solicitadas producto de proyectos de investigación	¿Durante el último año, Cuántas patentes fueron solicitadas producto de proyectos de investigación de la institución?
	Organización informal	<b>Variable 6.</b> Nivel de aceptación en la valoración y negociación de la propiedad intelectual hacia la innovación.	Presencia de la innovación en la estrategia de la institución, plan de desarrollo	¿En la institución se tienen establecidos objetivos claros y medibles sobre la gestión de la innovación?
				¿Existen procesos o métodos dirigidos a gestión y negociación de la innovación?
				¿Se cuenta con estrategias que promuevan la creación y la transformación de nuevas ideas a través de grupos de investigación?
	Tecnologías	<b>Variable 7.</b> 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).	Presencia de la investigación en la estrategia	¿Se tienen contempladas las plataformas tecnológicas de soporte a la investigación cuando se realiza la planeación del presupuesto anual de la institución?
				¿Se tienen definidos objetivos claros y medibles sobre la inversión en plataformas tecnológicas de soporte a la investigación?
			Infraestructura tecnológica	¿Cuántas plataformas tecnológicas se encuentran a disposición de los grupos y personas dedicadas a la investigación?
				¿Se cuenta con infraestructura de conexión e internet disponible para investigadores y empleados de la institución?
	Personal	<b>Variable 8.</b> 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.	Equipo profesional y operativo con experiencia con la gestión operativa de la innovación	¿La institución cuenta con una unidad oficial de propiedad intelectual?

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

De forma similar se plantea para la variable “Porcentaje de inversión en la plataforma tecnológica de soporte a la investigación, asociados a la gestión operativa de la innovación. Para este caso se plantean dos criterios: 1) Presencia de la investigación en la estrategia, y 2) Infraestructura tecnológica. En cuyo caso se valoran mediante cuatro criterios, considerados comunes a toda institución universitaria moderna: a) ¿Se tienen contempladas las plataformas tecnológicas de soporte a la investigación cuando se realiza la planeación del presupuesto anual de la institución?; b) ¿Se tienen definidos objetivos claros y medibles sobre la inversión en plataformas tecnológicas de soporte a la investigación?; c) ¿Cuántas plataformas tecnológicas se encuentran a disposición de los grupos y personas dedicadas a la investigación?; d) ¿Se cuenta con infraestructura de conexión e internet disponible para investigadores y empleados de la institución?. Esto solo por citar algunos ejemplos, los restantes criterios para los otros indicadores se resumieron en la tabla anterior.

Con estos criterios e indicadores propuestos se pretende además de medir capacidades de producción en torno a la innovación tecnológica en IES, propiciar herramientas que les permitan a estas instituciones hacer un diagnóstico respecto a sus potencialidades de aportarle a la

sociedad a través de la investigación y la innovación, productos que impacten de forma positiva propiciando su desarrollo. La capacidad de producción es en la actualidad es quizás el principal criterio que determina el impacto de las universidades en su área de influencia, y viene a ser el estándar gubernamental incluso para la asignación de recursos, por ello la pertinencia de acoger este tipo de propuestas en donde se elucidan criterios e indicadores comunes para valorar la capacidad de producción de las IES.

Respecto a esto, Arellano (2018) plantea “Es imprescindible que las universidades reflexionen y analicen el carácter y sentido de sus acciones de investigación para que sobre esta base se reconstruyan internamente e influyan en sus entornos. Es obvio que una universidad que internamente no se innova no es capaz de plantearse innovar la sociedad. Por esta razón fundamental, es necesario poner a discusión la capacidad de innovación tecnológica de las universidades y el impacto de sus productos en la sociedad, en la calidad de vida”. Por su parte Viladiu et al (1992) plantean la importancia de evaluar la productividad científica de las universidades en términos de sus indicadores y criterios de valoración de impacto en la sociedad. Una universidad que genera productos de investigación, tecnología e innovación se condenada al fracaso, máxime en el contexto actual en el cual la innovación tecnológica marca el ritmo de los tiempos modernos, los productos de la investigación universitaria legitiman a estas instituciones como auténticos actores implicados en la construcción de la sociedad. De ahí la importancia de medir capacidad de producción en el marco de ciencia, tecnología e innovación en IES. Se espera que los criterios e indicadores aquí formulados sean lo suficientemente pertinentes.

Por otro lado, respecto a la dimensión “Capacidad de planeación”, como punto de partida para la medición de esta, se tienen las dos variables formuladas por Serrano y Robledo (2013), relacionadas con el 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; y Numero de grupos de investigación escalonados por Colciencias. Para su valoración se proponen los indicadores: 1) Estrategia orientada a la ciencia, tecnología e innovación, y 2) Grupos de investigación reconocidos por Colciencias (ver tabla 4).

**Tabla 4. Criterios e indicadores para medir capacidad de planeación.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio
<b>Capacidad de Planeación</b> 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.	Estrategia y resultados	<b>Variable 9.</b> 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	Estrategia orientada a la ciencia, tecnología e innovación	Dentro del plan de desarrollo institucional ¿existe una estrategia orientada a ciencia, tecnología e innovación?
	Organización formal	<b>Variable 10.</b> Número de grupos de investigación (con un número de investigadores representativos de la institución) escalonados por Colciencias.	Grupos de investigación reconocidos por Colciencias	¿Cuántos grupos de investigación con investigadores activos que hagan parte de la institución se encuentran reconocidos por Colciencias?

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

Como se observa en la tabla 4 se proponen dos criterios para valorar esos indicadores, uno enfocado a identificar la estrategia orientada a ciencia, tecnología e innovación; y otro respecto a grupos de investigación reconocidos por Colciencias. Como se observa, a través de estos criterios e indicadores se busca valorar la capacidad de las universidades para desarrollar habilidades organizacionales para establecer programas, políticas y estrategias acorde con la misión y visión institucional orientada hacia la ciencia, tecnología e innovación, lo cual resulta

relevante si se pretende enmarcar a la institución dentro del sistema nacional de innovación, en aras del beneficio de la sociedad y en la garantía de la correcta utilización de los recursos públicos.

Respecto a este punto la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) considera que uno de los objetivos de las autoridades educativas es garantizar que las instituciones universitarias gasten de manera eficiente los recursos públicos para el óptimo beneficio de la sociedad, toda vez que el gobierno no solo financia el costo de la educación y su infraestructura, sino que también financia gran parte del gasto en investigación y desarrollo (I+D) en universidades. Por ello, este organismo internacional enfatiza en que las IES a través de una adecuada planeación a fin de lograr la eficiencia en el gasto de los recursos, aumentando la importancia de la investigación y la innovación en la educación universitaria, de ahí la importancia en definir criterios e indicadores pertinentes en torno a la planeación de desarrollo institucional en ciencia, tecnología e innovación.

El mismo organismo internacional (OCDE, 2005) sostiene que es fundamental para lograr un estatus tecnológico avanzado se requiere mayores esfuerzos en torno a investigación y desarrollo, en donde resulta crucial planificar una estrategia orientada a ciencia, tecnología e innovación. En el caso de las IES colombianas, uno de los aspectos medibles que permiten verificar parte de la estrategia es el número de grupos de investigación reconocidos por organismos estatales que verifiquen y acrediten fortalezas en esta área, con el fin de direccionar sus políticas y esfuerzos para generar ventaja competitiva en el desarrollo científico, técnico y tecnológico.

En cuanto a la dimensión “Capacidad de Relacionamento Organizacional”, las variables establecidas por Serrano y Robledo (2013) para su medición son: 1) Alcance y operación de los convenios con otras universidades que sean referentes de modelos en materia de gestión tecnológica universitaria; y 2) 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, posdoctorados, giras técnicas, ruedas de negocios, ponencias, entre otros.

Para evaluar esta dimensión se propone a través de esta investigación tres indicadores 1) Convenios formalizados interinstitucionales; y 2) Realización de benchmarking en gestión tecnológica en gestión tecnológica universitaria. Estos en relación con primera variable, para la segunda, el indicador corresponde a movilidad docente en el orden nacional e internacional. En cuanto a los criterios para la valoración de estos indicadores, se proponen cinco, relacionados con convenios interinstitucionales del nacional e internacional y con políticas y estrategias de movilidad docente. La tabla 5 expone la totalidad de criterios. La interacción efectiva, el intercambio de conocimientos y tecnologías a nivel nacional e internacional, como también la movilidad docente y de estudiantes universitarios en estos mismos ámbitos, facilita el crecimiento en desarrollo e innovación en las IES y las ubica en el contexto que demanda un mundo globalizado como el actual, por ello es necesario establecer indicadores y criterios que identifiquen habilidades organizacionales en este aspecto.

**Tabla 5. Criterios e indicadores para medir capacidad de relacionamiento organizacional.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio
Capacidad de Relacionamento Organizacional	Estrategia y resultados	Variable 11. Alcance y operación de los convenios con otras universidades que sean referentes de	Convenios formalizados	¿La institución cuenta con convenios con otras instituciones del orden nacional y/o internacional?

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.		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.	interinstitucionales	¿La institución utiliza los convenios con otras instituciones del orden nacional y/o internacional para el fortalecimiento de la capacidad en materia gestión tecnológica universitaria?
			Realización de benchmarking en gestión tecnológica universitaria	¿La institución utiliza las redes con otras universidades para aprender y proponer alternativas en términos de modelos de gestión tecnológica universitaria?
	<b>Personal</b>	<b>Variable 12.</b> 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, posdoctorados, 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.	Movilidad docente en el orden nacional e internacional	¿Se cuenta con una política de apoyo económico para movilidad de docentes?
				¿De los docentes investigadores que se movilizaron durante el último año para actividades de acercamiento a la industria al menos el 80% fue beneficiario de este apoyo económico

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

Autores como García y Reyes (2011) al intercambio de conocimientos y tecnologías y llevarlo a un plano de globalización y de convenios interinstitucionales que involucran la movilidad, lo han denominado como un tipo de “innovación abierta”, en esta se da uso intencional de las entradas y salidas de conocimiento para acelerar la innovación interna y la ampliación de los mercados para el uso externo de la innovación. De acuerdo con Chesbrough et al (2006), este paradigma supone que las organizaciones pueden y deben utilizar tanto las ideas externas como las ideas internas; de la misma manera, pueden y deben utilizar los caminos internos y externos al mercado, en tanto van buscando un avance tecnológico. El autor menciona además que “...si la gente inteligente de su organización está conectada con la gente inteligente fuera de ella, entonces sus procesos de innovación no “reinventarán la rueda”. Más aún, los resultados de sus esfuerzos se verán multiplicados debido a la cercanía con otras ideas e inspiraciones.” Esto le otorga mayor contexto a la formulación de indicadores y criterios para medir capacidades de relacionamiento organizacional en las IES.

Por otra parte, respecto a la dimensión “capacidad de aprendizaje organizacional”, al igual que en los casos anteriores se parte de la matriz de pertenencia planteada por Serrano y Robledo (2013), no obstante, como ya se ha visto a lo largo de este estudio, se proponen criterios e indicadores que permitan valorar esta dimensión. Los citados autores plantean cuatro variables para evaluar la capacidad de aprendizaje organizacional, referidas a: 1) Porcentaje del presupuesto de inversiones para la formación del talento humano que fomente y fortalezca la promoción de la innovación y nuevas tecnologías; 2) 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; 3) Grado de aplicación de procesos y procedimientos para documentar el conocimiento acumulado por la institución; 4) Nivel de aprendizaje y aplicación sistemática de la vigilancia tecnológica y sus proyecciones hacia la Universidad – Empresa- Estado y Spin-off

Para evaluar estas variables, se proponen cinco indicadores delimitados bajo doce criterios, la tabla 6 describe tanto los indicadores como a los criterios formulados. Nótese que

en los criterios “Proyección hacia otras instituciones” y “Selección de personal”, es donde se establecen mayor número de criterios, cinco y tres respectivamente.

**Tabla 6. Criterios e indicadores para medir capacidad de aprendizaje organizacional.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio	
<b>Capacidad de aprendizaje Organizacional I</b> Se define como las habilidades organizacionales para gestionar el conocimiento y construir una organización que aprende.	Estrategia y resultados	<b>Variable 13.</b> 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).	Formación en innovación	Del valor en el presupuesto anual asignado por la institución para las actividades de investigación e innovación, ¿cuánto se tiene destinado para la formación del talento humano (profesores y administrativos)?	
	Organización formal	<b>Variable 14.</b> 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.	Selección de personal	¿Se cuenta en la institución con programas eficientes de selección de personal, que tengan como uno de los requisitos de selección la gestión de la innovación?	
				¿Se cuenta con programa de incentivos salariales con el fin de fomentar la gestión de la innovación?	
				¿Cuál es el porcentaje de rotación de personal en el área de investigación e innovación con respecto al porcentaje de rotación de personal en la institución?	
	Organización informal	<b>Variable 15.</b> Grado de aplicación de procesos y procedimientos para documentar el conocimiento acumulado por la institución.	Gestión documental	¿Se cuenta con un procedimiento de cómo se debe documentar los resultados de las investigaciones realizadas en la institución?	
				¿La institución cuenta con un sistema de gestión documental que asegure el almacenamiento y conservación de los resultados de las investigaciones?	
	Tecnología	<b>Variable 16.</b> Nivel de aprendizaje y aplicación sistemática de la vigilancia tecnológica (observar, analizar y utilizar) y sus proyecciones hacia la Universidad –Empresa- Estado y Spin-off	Proyección hacia otras instituciones	Vigilancia tecnológica	¿La institución realizó vigilancia tecnológica contante en el último año con el fin analizar fortalezas y debilidades?
					¿Se estimula la creación y mantenimiento de relaciones para la investigación?
					¿Cuántos proyectos de investigación se están realizando en convenio con otras instituciones de educación superior?
					¿Cuál es el número de convenios existentes con otras instituciones para la realización de investigaciones?
¿En el último año cuántos proyectos de investigación se realizaron con la participación de la empresa privada y otras instituciones?					
¿Cuál es el número de spin-off del último año?					

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

Como se observa, los criterios en cuanto a estrategia y resultados, se enfocan en la asignación de recursos para formación de talento humano en actividades de investigación e innovación. Respecto a la organización formal, el enfoque es en programas de selección de personal idóneo, incentivos salariales y rotación de personal. Y en relación con la dimensión organizacional “Tecnología”, se enfatiza en la vigilancia tecnológica, convenios institucionales y mantenimiento de relaciones para la investigación.

Un aspecto fundamental de establecer criterios e indicadores para esta dimensión, tiene que ver con el capital humano en relación con dimensiones organizacionales de estrategia y organización formal, referido el capital humano en palabras de García y Reyes (2011), a recursos intangibles y capacidades relacionadas con diferentes manifestaciones de conocimiento, sea éste individual, organizativo o interorganizativo, con el cual se puede lograr una ventaja competitiva. Por su parte Delgado et al (2009), respecto a la capacidad de aprendizaje organizacional, desde el enfoque en el talento humano, señala la relación positiva entre la diversidad del capital humano, tanto educativa como funcional, y la innovación; puesto que la diversidad actúa como desencadenante de la búsqueda de conocimiento y procesos de aprendizaje organizativo, incentivos, y los diferentes enfoques cognitivos promueven la creatividad.

Respecto a la dimensión “Capacidad de Gestión de Recursos”, Serrano y Robledo (2013) proponen cuatro variables relacionadas de la siguiente manera: 1) Porcentaje anual de los aportes de empresas por investigación y extensión; 2) Porcentaje anual de los ingresos por extensión, generados a partir de la producción investigativa propia; 3) Nivel de 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; y 4) Porcentaje de financiación para la investigación adquirida por los grupos de investigación ante instancias internas y externas. Ahora bien, la propuesta a través de esta investigación es evaluar esas variables mediante cuatro indicadores y diez criterios, y de estos, se ha establecido el mayor número de criterios para el indicador “Financiación por instancias internas y externas”. La totalidad de criterios e indicadores se resumen en la tabla 7.

**Tabla 7. Criterios e indicadores para medir capacidad de gestión de recursos.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio
<b>Capacidad de Gestión de Recursos</b> Se define como las habilidades organizacionales para gestionar, adquirir y asignar adecuadamente los recursos en pro del desarrollo de la innovación.	Estrategia y resultados	<b>Variable 17.</b> Porcentaje anual de los aportes de empresas por investigación y extensión, con respecto a los ingresos anuales totales de investigación y extensión	Aportes de empresas para investigación y extensión	¿Existen empresas que realicen aportes a la institución por investigación y extensión? <b>Nota:</b> Si la respuesta es <b>afirmativa</b> continúe con el ítem 17.2 de lo <b>contrario</b> continúe con el cuestionario
				¿Indique el porcentaje de aportes de empresas respecto al total del presupuesto para investigación e innovación?
		<b>Variable 18.</b> Porcentaje anual de los ingresos anuales por extensión, generados a partir de la producción investigativa propia, con respecto al presupuesto anual de ingresos de la institución.	Ingresos anuales por extensión	¿Existen actividades de mercadeo para la producción investigación propia, que garanticen ingresos a la institución?
				¿En relación a los ingresos anuales de la institución que porcentaje representa los ingresos por extensión?
	Tecnología	<b>Variable 19.</b> Nivel de 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.	Dotación de centros de información y bases de datos	¿La institución cuenta con centros de documentación especializado por facultades y programas académicos?
				¿La institución realiza pago de suscripción a revistas y bases de datos bibliográficas especializadas?
Personal	<b>Variable 20.</b> Porcentaje de financiación para la investigación adquirida por los grupos de investigación ante	Financiación por instancias internas y externas	¿Cuántos son los ingresos por financiación para la investigación por asignados por Colciencias en el último año?	

		instancias internas y externas (COLCIENCIAS, SENA, Ministerios, otras organizaciones gubernamentales, entidades internacionales y empresas).		¿Cuántos son los ingresos por financiación para la investigación asignados por Colciencias en el último año?
				¿Se tienen ingresos por financiación por parte de convenios con empresas privadas y entidades internacionales?
				¿Qué porcentaje representa la financiación por instancias internas y externas sobre el presupuesto anual dirigido a la investigación en la institución en el último año?

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

Como se observa en la tabla anterior el enfoque de esta dimensión está relacionado con la gestión y manejo de recursos, es claro que la gestión de recursos es un punto álgido para todas las instituciones de educación superior, principalmente recursos económicos, dado que gastos de funcionamiento y el cumplimiento de sus objetivos misionales, demanda una importante cuantía de estos recursos, y de manera importante para actividades de investigación, ciencia y tecnología. Y es precisamente en la gestión de recursos que radica la importancia de determinar las habilidades organizacionales de las IES (a través de indicadores y criterios) para adquirir, gestionar y asignar adecuadamente los recursos en pro del desarrollo de la innovación.

Es bastante claro, como se expresó anteriormente que las instituciones universitarias requieren de recursos económicos (de origen público o privado) y que estos se inviertan eficientemente para el beneficio de la sociedad. Es esto radica la importancia de medir a través de indicadores y criterios, la capacidad de gestión de recursos de las IES.

Finalmente en cuanto a la dimensión “Capacidad de mercadeo”, se parte de cuatro variables asociadas a esta: 1) 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; 2) 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 investigación, desarrollo e innovación, la apropiación y la divulgación del conocimiento, la investigación científica, la innovación, el aprendizaje y el mejoramiento continuo; 3) Existencia de procesos de marketing y nivel de calificación del personal responsable de extensión para la promoción de los programas de apoyo en la difusión del conocimiento, las experiencias y los resultados en eventos nacionales e internacionales; y 4) Nivel de estímulos e incentivos al personal y a los grupos de investigación para vincularse en procesos de innovación y emprendimiento.

La propuesta con esta investigación, consiste en formular cinco indicadores y nueve criterios que permitan la evaluación de estas variables, respecto a los criterios, se propone: a) Participación en eventos de divulgación y promoción; b) Cultura de trabajo interinstitucional e interdisciplinario; c) Marketing de los resultados obtenidos; d) Calificación del personal responsable de la extensión; y e) Estímulos e incentivos al personal y a los grupos de investigación.

Respecto a los criterios se proponen enfocados hacia la participación de las IES en actividades de divulgación, transferencia de resultados de investigación, cultura de trabajo que fomente la venta de proyectos de investigación, mercadeo e incentivos por divulgación, venta y extensión de productos de investigación, entre otros. La tabla 8 estructura esta dimensión, los criterios e indicadores propuestos para esta.

Con todo esto, es claro que la clave está en identificar qué hacen las IES con ese nuevo conocimiento generado y cómo llegan a encadenar la Investigación y el Desarrollo con la innovación (I+D+i); es decir, qué tanto éxito tienen en transformar esos descubrimientos en

innovaciones, enfocando la discusión en los procesos de comercialización, las políticas de propiedad intelectual, los procesos para patentar y transferir tecnología, que finalmente termina siendo venta de servicios, de productos de investigación y/o de tecnologías.

**Tabla 8. Criterios e indicadores para medir capacidad de mercadeo.**

Dimensión o capacidad	Dimensión organizacional	Variable	Indicador	Criterio
<b>Capacidad de Mercadeo</b> 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.	Estrategia y resultados	<b>Variable 21.</b> 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.	Participación en eventos de divulgación y promoción	¿Indique el número de eventos a nivel nacional en los que la institución ha participado en actividades de divulgación y promoción de la transferencia de resultados de investigación por proyectos en el último año?
				¿Indique el número de eventos a nivel internacional en los que la institución ha participado en actividades de divulgación y promoción de la transferencia de resultados de investigación por proyectos en el último año?
	Organización informal	<b>Variable 22.</b> 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 investigación, desarrollo e innovación, la apropiación y la divulgación del conocimiento, la investigación científica, la innovación, el aprendizaje y el mejoramiento continuo.	Cultura de trabajo interinstitucional e interdisciplinario	¿Se cuenta con una cultura trabajo interinstitucional e interdisciplinario que fomente la generación y venta de proyectos de investigación, desarrollo e innovación?
				¿Se realiza la divulgación de los resultados obtenidos en materia de investigación científica, la innovación?
	Personal	<b>Variable 23.</b> Existencia de procesos de marketing y nivel de calificación del personal responsable de extensión (mercado 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.	Marketing de los resultados obtenidos	¿Se cuenta con un proceso que realice actividades de marketing y difusión de los resultados obtenidos en eventos nacionales e internacionales
				Calificación del personal responsable de la extensión
		<b>Variable 24.</b> Nivel de estímulos e incentivos al personal y a los grupos de investigación para vincularse en procesos de innovación y emprendimiento.	Estímulos e incentivos al personal y a los grupos de investigación	¿Se tienen definidos los estímulos e incentivos para el personal y los grupos de investigación para vincularse en procesos de innovación y emprendimiento?
				¿Estos estímulos e incentivos hacen parte de los rubros definidos en presupuesto para las actividades de innovación e investigación de la institución?
				¿Los estímulos e incentivos están incluidos dentro de los convenios interinstitucionales formalizados en la institución?

**Fuente:** Elaboración propia con base en Yam et al. (2004) y Cheng et al. (2006); y Serrano y Robledo (2013).

Con todo lo esbozado hasta aquí, queda claro que el desafío principal para el futuro es aplicar este conjunto de indicadores y criterios que dan cuenta de los procesos de innovación tecnológica y de la creación de conocimiento en un amplio contexto económico y social. Que

demanda como se ha propuesto, un enfoque de múltiples criterios e indicadores, e implica desafíos permanentes para la consolidación de avances en ciencia, tecnología e innovación, en las cuales las IES son actores fundamentales.

### Conclusiones

Luego de exponer en este breve esbozo todos los elementos relacionados con la capacidad de innovación tecnológica en las instituciones de educación superior, se concluye puntualmente lo siguiente:

- Se logró estructurar y consolidar un instrumento para medir la capacidad de innovación tecnológica en instituciones de educación superior, en este se categorizaron 7 dimensiones y 24 variables de acuerdo con las adaptaciones desarrolladas por Serrano y Robledo (2013), y se proponen 34 indicadores y 70 criterios de evaluación, que permitirán hacer un diagnóstico de la situación de la universidades en términos de innovación tecnológica, promoviendo con ello el desarrollo de capacidades que les permitan adoptar roles y retos para la obtención de ventajas competitivas para mejorar el desempeño en sus procesos misionales de generación y gestión del conocimiento y el consecuentemente proceso de aprendizaje.
- Se identificaron y delimitaron las dimensiones relacionadas con innovación tecnológica a partir de las propuestas desarrolladas por Yam et al (2004); Cheng et al (2006), y adaptadas por Serrano y Robledo (2013). Agrupadas en 7 núcleos: Capacidad de investigación y desarrollo, capacidad de producción, capacidad de planeación, capacidad de relacionamiento organizacional, capacidad de mercadeo, capacidad de gestión de recursos, y capacidad de aprendizaje organizacional. Siendo estas dimensiones o capacidades la estructura organizacional mínima que deben tener las instituciones de educación superior para el logro de los objetivos de innovación sistémica, como resultado de la gestión estratégica y operativa, que ayudan a estos centros educativos a adaptarse al permanente cambio del entorno, y a vincularse al sistema de innovación para la creación y difusión de conocimientos que contribuyan al desarrollo tecnológico, económico y social.

### Referencias bibliográficas

- Abernathy and Clark (1985) Types of innovation. Disponible en: [https://www.researchgate.net/figure/Types-of-innovation-Abernathy-andClark-1985\\_fig1\\_220042122](https://www.researchgate.net/figure/Types-of-innovation-Abernathy-andClark-1985_fig1_220042122)
- Aguirre 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). Disponible en: <http://www.cibem.org/paginas/img/apa6.pdf>.
- Arellano A. (2018). La capacidad de innovación tecnológica en la Universidad Autónoma del Estado de México. *Revista Convergencia*; 12(13): 55-88.
- Botero J. (2013). Metodología para medir y evaluar las capacidades de innovación tecnológica en instituciones prestadoras de servicios de salud bajo un enfoque de lógica difusa. Universidad Nacional de Colombia: 5-20.
- Camagni R. (1991). "Innovation networks: spatial perspectives". Chapter 7. Edited by Roberto Camagni on behalf of GREMI. *Belhaven Press, London and New York*.
- Castells, P., & Pasola, J. V. (1997). *Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión*. Barcelona, Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.
- Cortés, S.Y. y de la Cruz, M.F. 2016 Innovación social. Universidad Cooperativa de Colombia Disponible en: <https://www.slideshare.net/Mafer20/innovacinsocial-61025255>

- Castellanos O, Chávez R y Jiménez C. (2003). Propuesta de formación en liderazgo y emprendimiento. *Innovar*; (22): 145 – 156.
- 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.
- Chesbrough, H. Vanhaverbeke, W. & West, J. (2006). Open Innovation: Researching a New Paradigm. Oxford: *Oxford University Press*.
- Debackere K. y Veugelers R. (2005). The Role of Academic Technology Transfer Organizations in Improving Industry Science Links. *Research Policy*; 34 (3): 321–342.
- Delgado M, Navas E, Martín G, Cruz J. (2009). La Influencia de los Elementos de Capital Intelectual en la Innovación de Producto. *Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas*.
- Estrada S, y Pacheco R. (2009). Sistemas y políticas de investigación, desarrollo e innovación. Algunas propuestas. Espiral. *Estudios sobre Estado y Sociedad*. 15 (44): 31-76.
- Etzkowitz H. (2003). Research Groups as ‘quasi-firms’: the Invention of the Entrepreneurial University. *Research Policy*; 32 (1): 109–121.
- Ernst, D. Ganiatsos, T y Mytelka, L. (1998). Technological Capabilities and Export Success in Asia, *Routledge, London*: 17.
- Fernández A. (2002). Distribución, crecimiento y desarrollo: Principales aportes teóricos que explican su interrelación. Tesis de grado, *Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur*.
- Fernández J. (2006). Diagrama de afinidad. Recuperado el 10 de diciembre de 2018, de <http://www.updce.ipn.mx/ae/guiasem/diagramasdeafinidad.pdf>.
- Freeman (1971) The role of small firms in innovation in the UK since 1945. Botton committee. Research report 6, HMSO. Londres
- Freeman C, y Pérez, C. (1985) "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour." In: *Dosi et al., eds*: 38-61.
- García J, y Reyes J. (2011). Propuesta de instrumento diagnóstico de innovación: Un diagnóstico para PYMES que desarrolla TIC. *Fondo de información y documentación para la industria INFOTEC*: 15-22.
- Guan, J y Ma, M. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models, *European Journal of Operational Research*. 170: 971–986.
- Guan, J., Richard, C., Mok, C. & Ma, N., (2004) A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research*.
- Henaó E, López M, y Garcés R. (2014). Medición de capacidades en investigación e innovación en instituciones de educación superior: Una mirada desde el enfoque de las capacidades dinámicas. *Revista Entramado*. 10(1): 252-271.
- Hosteltur (2018). Novedades tecnológicas que han comenzado a probarse en la industria de los viajes. *Revista Hosteltur*. Disponible en [https://www.hosteltur.com/124010\\_10-innovaciones-turismohan-dejado-ser-ciencia-ficcion.html](https://www.hosteltur.com/124010_10-innovaciones-turismohan-dejado-ser-ciencia-ficcion.html)
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*. 20: 2.
- López, A. y Lugones, G. (1998). Los tejidos locales ante la globalización del cambio tecnológico. *Revista REDES*. 12: 12-19.
- 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)*.
- Lundvall B. (1997). National Systems and National Styles of Innovation. Fourth International ASEAT Conference “Differences in ‘styles’”. *Manchester September 2-4*.

- Murray, M. et. al, (2008). Building Parent/Professional Partnerships: An innovative approach for teacher Educator Vol.43. Disponible en: <https://www.tandfonline>.
- Nadler, D. y Tushman, M. (1980). A Model for Diagnosing Organizational behavior. *Organizational Dynamics*. 9 (2): 35-51.
- Nelson, R. (1981). An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA: *Belknap Press*.
- NBS Guidance (2004), el DTI Department of Trade and Industry. Publications available from The Stationery Office Ltd. London Disponible en: <https://www.thenbs.com/PublicationIndex/documents?Pub=DTI>
- OCDE (2005), Manual de Oslo, Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, París.
- Palacio-Fierro, A., Arévalo-Chávez, P. y Guadalupe-Lanas, J. (2017). Tipología de la Innovación Empresarial según Manual de Oslo. *Revista CienAmérica*, 6(1), pp. 97-102
- Pavón, J., & Hidalgo, A. (1997). *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*. Madrid.
- Pavez A. (2000). Modelo de implantación de Gestión del Conocimiento y Tecnologías de Información para la Generación de Ventajas Competitivas, *Universidad Técnica Federico Santa María*. Valparaíso, Chile
- Pimentel, L. (1999). Planificación estratégica: Introducción al concepto de planificación estratégica. *Libros libres*. 1:2-4.
- Pineda K, Morales M, y Ortiz M. (2011). Modelos y Mecanismos de interacción universidad-empresa-estado: retos para las universidades colombianas. *Revista Equidad y Desarrollo*. 15: 41-67.
- Ponjuán G. (1998). Gestión de Información en las organizaciones: Principios, conceptos y aplicaciones. *Impresos Universitaria, Chile*.
- Rodríguez, D. (2014). Tecnologías blandas y duras. Educación. Disponible en <https://es.slideshare.net/DanielCR/tecnologas-blandas-y-duras>
- Serrano J. y Robledo J. (2013). Variables para la medición de las capacidades de innovación tecnológica en instituciones universitarias. *Revista Ciencias Estratégicas*; 22(30): 268-280.
- Segarra A. y Arauzo J. (2008). Sources of Innovation and Industry–University Interaction: Evidence from Spanish Firms. *Research Policy*; 37(8): 1283–1295.
- Schumpeter, J. A. (1942), Capitalism, Socialism and Democracy. London and New York. Disponible en: <http://cnqzu.com/library/Economics/marxian%20economics/Schumpeter,%20JoesephCapitalism,%20Socialism%20and%20Democracy.pdf>
- Schumpeter, J. A. (1978). Teoría del desenvolvimiento económico: Una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico. Verlag Dunker y Humboldt, Múnich. México. P. 254. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/p177531/Schumpeter-J-A-1978-Teor%C3%ADa-deldesenvolvimiento-econ%C3%B3mico-Unainvestigaci%C3%B3n/>
- Schumpeter, J. A. (2002). The theory of economic development. Cambridge, MA: *Harvard University Press*.
- Suárez, R. et. al (2015). *El desafío de la empresa innovadora*. Editorial CODEU. Quito.
- Stewart A. (1999). Intellectual Capital: The new Wealth of Organizations, Doubleday, EEUU.
- Teece, D. (1997). The Dynamic Capabilities of firms: An introduction, industrial and corporate change. 3: 3.
- Tushman, M., y O'Reilly III, C. (1998). Innovación, *Prentice Hall, México*: 23-35.

- Viladiu, M. Escribano, L. Bellavista, M. Grabulós, E. Guardiola, C. Iglesias, y Serrat, D. (1992) A research evaluation model of a large ancient university” en *Research Evaluation*. 2 (3):124-134.
- Winter, S. (2003). Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*. 24:10.
- Yam R, Cheng J, Guan K, 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.