

# MEDICIÓN DE CAPACIDADES EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA MIRADA DESDE EL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES DINÁMICAS<sup>1</sup>

RESEARCH AND INNOVATION CAPABILITIES MEASUREMENT  
IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: A DYNAMIC  
CAPABILITIES APPROACH

MEDIÇÃO DE CAPACIDADES NA INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO  
EM INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR: UM OLHAR A  
PARTIR DO ENFOQUE DAS CAPACIDADES DINÂMICAS

**Edwin Alexander Henao-García**

Administrador de Empresas y Magister en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Profesor de cátedra e investigador en la Universidad de Antioquia - Colombia  
edwin.henao@udea.edu.co

**Mauricio López-González**

Magíster en Administración y Políticas Públicas, Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C. México D.F. - México. Economista, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia. Profesor tiempo completo, Universidad de Antioquia - Colombia. Investigador del Grupo de Macroeconomía Aplicada.  
mauricio.lopez@udea.edu.co

**Robinson Garcés-Marín**

Magíster en Economía y Administrador de Empresas, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia. Profesor ocasional tiempo completo, Universidad de Antioquia - Colombia. Miembro del Grupo de investigación Estudios Regionales.  
robinson.garces@udea.edu.co,

## RESUMEN

Las Instituciones de Educación Superior, como principales entes generadores de conocimiento, están llamadas a conocer de manera precisa cuáles son sus capacidades en investigación y en innovación, para que puedan direccionar correctamente sus políticas en busca de incrementarlas y mejorarlas. Este estudio tiene como objeto construir un modelo que permita medir dichas capacidades, desde el denominado enfoque de capacidades dinámicas. Para alcanzar los objetivos trazados se construye una metodología propia, la cual se ha denominado Matriz de Capacidades en Investigación e Innovación (MC-II) que se elabora en forma similar a la matriz de portafolio corporativo y que logra identificar un conjunto estratégico de indicadores que la alimentan. Luego de contrastar la metodología para el caso de la Universidad de Antioquia, se encuentra que ésta logra arrojar resultados robustos para la medición de las capacidades de investigación e innovación, al tiempo que señala para dicha un buen nivel de capacidades de investigación y oportunidades crecientes en capacidades de innovación; resultados coherentes con otros análisis realizados con otras metodologías.

Fecha de recepción: 30 - 10 - 2013

## PALABRAS CLAVE

*Universidad, investigación, innovación, capacidades dinámicas, capital intelectual, gestión de la investigación, gestión de la innovación.*

## ABSTRACT

*Institutions of Higher Education, as the main knowledge generating entities, are supposed to know their research and innovation capabilities, in order to promote policies aimed to increase and improve them. This study aims to construct a model to measure those capabilities, from the so-called dynamic capabilities approach. We propose an original methodology: The Research and Innovation Capabilities Matrix (RI-CM) developed in a manner similar to the BCG Matrix, which was able to identify a strategic set of indicators. After testing this methodology for the case of the University of Antioquia, we found that this methodology achieves robust results for the measurement of research and*

Fecha de aceptación: 29 - 12 - 2013

*innovation capabilities, while pointing to this university as having a good level of research capabilities and increasing opportunities in innovation capabilities; results are consistent with other analyzes performed on other methodologies.*

## KEYWORDS

*University, research, innovation, dynamic capabilities, intellectual capital, management of research, management of innovation*

## RESUMO

*As instituições de educação superior como principais entidades geradores de conhecimento, são chamadas a conhecer de maneira precisa quais são suas capacidades em investigação e em inovação, para que possam direcionar corretamente suas políticas a fim de as incrementar e melhorar. Este estudo tem como objeto construir um modelo que permita medir essas capacidades, a partir do denominado*

*enfoque de capacidades dinâmicas. Para alcançar os objetivos traçados é criada uma metodologia própria, que foi denominada Matriz de Capacidades em Investigação e Inovação (MC-II) que é elaborada de forma semelhante à matriz de portfólio corporativo e que pretende identificar um conjunto estratégico de indicadores que a alimentam. Em seguida a se contrastar a metodologia para o caso da Universidade de Antioquia, se percebe que esta consegue atingir resultados fortes para a medição das capacidades de investigação e inovação, ao mesmo tempo que assinala para essa universidade um bom nível de capacidades de investigação e oportunidades crescentes em capacidades de inovação; resultados que são coerentes com outras análises realizadas com outras metodologias.*

## PALAVRAS-CHAVE

*Universidade, investigação, inovação, capacidades dinâmicas, capital intelectual, gestão da investigação, gestão da inovação.*

## Introducción

Las universidades, y en general las instituciones de educación superior (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.

En la búsqueda de mayores estándares de calidad, las IES se han volcado a la tarea de mejorar sus procesos, cualificar permanentemente su personal, innovar, investigar y producir conocimiento básico y aplicado que permita mejorar las condiciones de vida de toda la sociedad. En este recorrido se presenta una sana competencia por inputs, que se traduce en mayores reconocimientos y visibilidad de los procesos realizados al interior de dichos centros de educación

Lo anterior implica que las IES deben mejorar continuamente, madurar y desarrollar sus capacidades en investigación e innovación, ya que ellas, por una parte, son medidas del impacto social, económico y político que generan estas instituciones en su entorno; y por otra, contribuyen a explicar el surgimiento de universidades que dominan la generación de conocimiento en el mundo.

Desafortunadamente, el sector de la educación superior carece de infraestructura básica y de sistemas de información para dar cuenta de sus actividades científicas y tecnológicas (Lucio, 2003). En efecto, muchas IES no realizan esfuerzos conscientes de medir las capacidades de investigación e innovación; en algunos casos, esto sucede porque carecen de la claridad conceptual y de las herramientas metodológicas apropiadas para tal fin. De manera que la poca o nula medición de las capacidades de investigación e innovación que se hace en las IES genera, según el Boston Consulting Group (2008), problemas en la toma de decisiones, desperdicio de oportunidades y pobre asignación de recursos, entre otras situaciones que pueden conllevar un costo económico sustancial. Como si lo anterior fuera poco, no siempre se posee la información que dé cuenta, por separado, de las actividades de investigación e innovación propiamente dichas.

El tema de la competitividad ha estado presente en la agenda de los investigadores desde hace varias décadas, pues a pesar de que existe un cúmulo de contribuciones desde las teorías económicas, administrativas y organizacionales, con la complejidad y dinamismo del mundo actual, persiste con mayor urgencia la necesidad de entender por qué unas organizaciones tienen mejor desempeño que otras, o cómo las más exitosas logran sostener una ventaja competitiva en el tiempo. Incluso, en el ámbito de las IES, también se ha empezado a observar cómo este tipo de organizaciones han emprendido una carrera por generar ventajas competitivas en investigación e innovación, en el paso de las universidades de docencia a las investigadoras, y de las investigadoras a las emprendedoras (Etzkowitz, 2002).

Una estructura de análisis ampliamente difundida en los últimos años es el enfoque de las capacidades dinámicas, el cual se ha aplicado primordialmente a las empresas. A pesar de lo anterior, Easterby-Smith, Lyles y Peteraf (2008) señalan que la investigación futura sobre las capacidades dinámicas debe orientarse, entre otros aspectos, hacia la aplicación de este constructo a otros contextos, por ejemplo el sector público; de hecho, Eisenhardt y Martin (2000) notaron que las capacidades dinámicas pueden operar en ambientes diferentes a los que experimentan cambios rápidos. Por esta razón, en este trabajo se utilizará el enfoque de las capacidades dinámicas para aproximarse a la comprensión de las capacidades de investigación e innovación en las instituciones de educación superior.

Por otra parte, los trabajos de medición de capacidades de investigación e innovación se han centrado principalmente en el contexto de países o empresas, por lo que existe un vacío en la definición de métricas para IES. En consecuencia, el objetivo es proponer una metodología para medir las capacidades de investigación e innovación en IES.

El escrito se estructuró en las siguientes secciones: inicialmente, se muestra el marco teórico, donde se definen los principales conceptos utilizados a través del trabajo; seguidamente, se encuentran la metodología y la propuesta de aproximación metodológica para la medición de capacidades en investigación e innovación en IES; posteriormente, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología en la Universidad de Antioquia<sup>2</sup> y, finalmente, las conclusiones.

## 1. Marco teórico

En esta sección se abordarán los conceptos de IES, investigación e innovación; se planteará cómo surgió el enfoque de las capacidades dinámicas y se esbozará la definición de este concepto; a continuación se explicará cómo se forman las capacidades dinámicas; se hablará de las relaciones entre capacidades dinámicas y capacidades de investigación e innovación, y finalmente, se discutirán las limitaciones de este enfoque.

### INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

De acuerdo con el capítulo IV de la Ley 30 de 1992<sup>3</sup>, 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.

En la actualidad, las universidades, y las IES en general, se han convertido en las principales instituciones en las sociedades del conocimiento, así como el gobierno y la industria fueron las instituciones primarias en las sociedades industriales (Etzkowitz, 2002; 2008). Este rol protagónico se debe a que las IES, son por naturaleza generadoras de conocimiento, son emprendedoras y están llamadas a promover el desarrollo científico, técnico y tecnológico de un país y con ellos 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.

Por esta razón, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés), 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 y otras IES. A fin de lograr la eficiencia en el gasto de los recursos, proponen algunas opciones normativas, como la de aumentar la importancia de la investigación y la innovación en la educación universitaria (Santiago *et al.*, 2008).

Otro informe de la OECD (2008) sostiene que “no hay países que jamás hayan logrado un estatus tecnológico avanzado sin un porcentaje significativo de inversión privada en investigación y desarrollo” (citada en Oppenheimer, 2010:19). Sin embargo, la clave para que ese conocimiento genere impacto positivo radica precisamente en saber qué hacer con él, y en qué las IES estén comprometidas con las empresas privadas; principalmente las pequeñas y medianas (pymes). Así pues, es importante que las IES posean información con la que puedan saber con certeza qué factores contribuyen a generar capacidades dinámicas, en relación con la investigación y la innovación, con el fin de direccionar sus políticas y esfuerzos para generar ventaja competitiva en el desarrollo científico, técnico y tecnológico.

En esta misma línea, el manual de Bogotá (2001) precisa como opciones de I+D: (i) la investigación básica, usada con el fin de extender el conocimiento de procesos fundamentales que se relacionen con la producción –similar a la Real Academia Española (RAE), que define la investigación básica como aquella que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica (2001)–; (ii) la investigación estratégica, aquella con pertinencia industrial pero sin aplicaciones específicas; (iii) investigación aplicada, que se realiza para producir invenciones específicas o modificaciones de técnicas existentes (Jaramillo *et al.*, 2001). Otros autores, como Schilling (2008) clasifican la investigación en dos grupos: la básica, que puede ser vista como el esfuerzo dirigido a incrementar el conocimiento, sin tener en mente una aplicación comercial puntual; y la aplicada, que se encamina a incrementar el conocimiento en un tema en particular, buscando un objetivo comercial específico (innovación), es decir, desea solucionar una necesidad específica y el desarrollo de un producto o servicio comercializable.

Por su parte, la innovación aparece como proceso clave que direcciona la investigación y da claridad sobre qué se hará con el conocimiento generado. Ésta se define, según la RAE, como la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado (2001). Para Schilling (2008) es la implementación práctica de una idea<sup>4</sup> en un nuevo dispositivo o proceso. Pavón y Goodman (citados en Escorsa y Valls, 2001, p. 18) la definen como “el conjunto de actividades, inscritas en un determinado 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”. Puntualmente la innovación tecnológica consiste en productos y/o procesos implementados por primera vez en el mercado y que son tecnológicamente nuevos o significativamente mejorados (Malaver y Vargas, 2006).

Al respecto, el Manual de Oslo (2005) la define como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Además, sostiene que una característica común a todos los tipos de innovación es que deben haber sido introducidos, es decir, haber sido lanzados al mercado (productos o servicios) o utilizados efectivamente en el marco de las operaciones de una empresa (métodos de comercialización o de organización) (OECD; Eurostat, 2005).

De lo anterior se podría inferir erróneamente que todas las innovaciones generan el mismo impacto o que pueden ser tratadas de la misma forma. Al encontrar que no todas las innovaciones tienen la misma importancia se desarrollan teorías alrededor de los diferentes tipos de innovación y sus características. Schilling (2008), confronta en parejas, ocho tipos de innovación: innovación de producto e innovación de proceso, radical contra incremental, potenciadora de competencias frente destructora de competencias e innovación arquitectónica versus innovación en componentes.

Por su parte el Manual de Oslo (OECD; Eurostat, 2005), define cuatro tipos de innovación: innovación en producto, en proceso, de mercadotecnia e innovación de organización. Christensen y Overdorf (2000) y Christensen (2001) definen la innovación de sostenimiento y la innovación disruptiva. Finalmente, se encuentra la innovación abierta –*open innovation*–,

que ha surgido como el nuevo paradigma en la gestión de la innovación, donde se reconoce que las ideas que agregan valor pueden provenir tanto del interior de la organización como del exterior, englobando el flujo externo con el I+D interno y haciendo uso intencional de ellos para acelerar la innovación interna y expandir los mercados externos para aplicarla (Chesbrough, 2003; Chiaroni *et al.*, 2011; Huizingh, 2011; Han *et al.*, 2012).

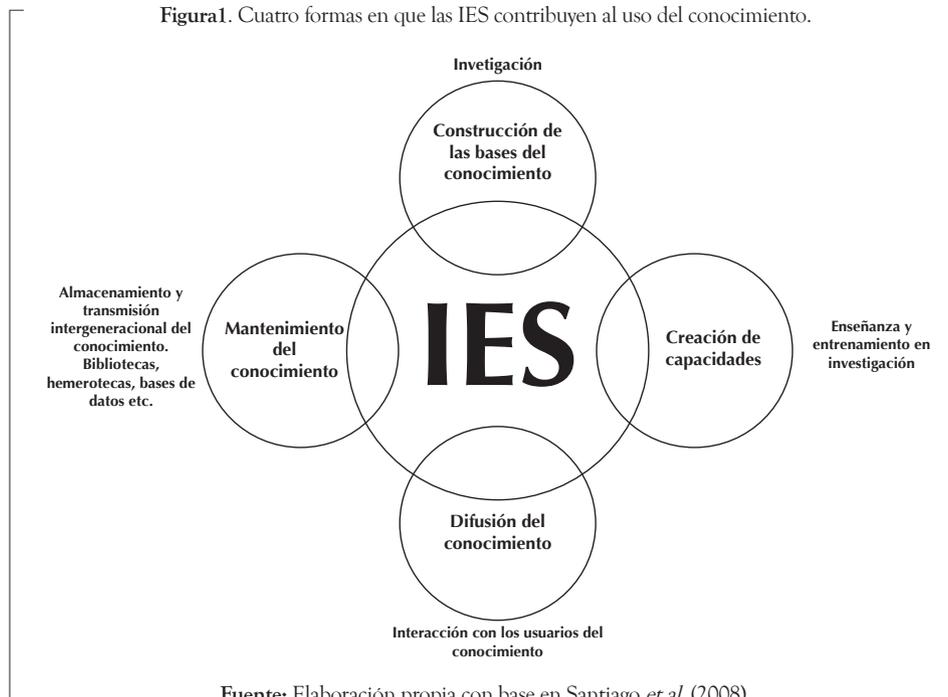
Muchos marcos de medición se ven en las IES, principalmente en las universidades, lugares donde son descubiertos nuevos principios tecnológicos y científicos. En términos de innovación, la clave estaría en identificar qué hacen las IES con ese nuevo conocimiento generado y cómo llegan a encadenar la Investigación y el desarrollo con la innovación (I+D+i); es decir, qué tanto 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 (Santiago *et al.*, 2008). En este mismo documento, y como se ve en la Figura 1, se describen cuatro formas en que las IES contribuyen con el uso del conocimiento en el ámbito económico y social: la construcción de las bases del conocimiento (principalmente a través de la investigación); la creación de capacidades (a través de la enseñanza y el entrenamiento en investigación);

la difusión de conocimiento (a través de la interacción con los usuarios del conocimiento); y el mantenimiento del conocimiento (almacenamiento y transmisión inter-generacional del conocimiento, a través de la codificación, bibliotecas, bases de datos, etc.).

Las fuentes de la innovación pueden ser muy variadas y las IES y su capital intelectual son una fuente importante de generación de conocimiento e innovación, de ahí la importancia de medir bien sus capacidades de investigación e innovación, ya que esto contribuiría a mejorar la toma de decisiones, reducir el desperdicio de oportunidades interesantes y la pobre asignación de recursos. En general, las organizaciones que miden mal la innovación o no la miden porque piensan que la innovación (a diferencia de otros procesos del negocio) no puede ser medida, incurrir en todos estos problemas. No es coincidencia que algunas de las organizaciones más innovadoras sean también las que tienen implementados rigurosos sistemas para medir la innovación (Boston Consulting Group, 2008).

Según lo anterior, 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

Figura1. Cuatro formas en que las IES contribuyen al uso del conocimiento.



Fuente: Elaboración propia con base en Santiago *et al.* (2008).

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-Vega, 2009).

En 1956, Charles Tiebout introdujo la expresión “votar con los pies” para referirse a la posibilidad que tienen los individuos de trasladarse de un lugar a otro en búsqueda de aquella localidad que les brinde mejores condiciones, de acuerdo con sus restricciones. Este teorema es bastante empleado cuando se consideran aspectos de federalismo fiscal, entre otros. Ahora bien, al analizar elementos de carácter educativo es posible extrapolar el concepto; así lo han hecho autores como Tokman (2005).

En efecto, en el entendido de que las instituciones de educación superior también compiten por capturar no solo a los mejores estudiantes, sino también recursos públicos y privados; es posible hablar de cierto grado de rivalidad que puede entenderse en sentido amplio como la competencia que se presenta en un mercado específico, en este caso el de la educación superior. Al respecto, los trabajos de Brunner permiten contar con una buena aproximación de lo que se ha denominado el mercado de la educación.

En consecuencia, en el interior de las instituciones de educación superior también resulta viable considerar las capacidades dinámicas como elemento fundamental que las puede preparar para la competencia, los cambios de paradigmas y la incorporación de nuevas tendencias o metodologías. Según esta premisa, este estudio pretende incorporar dichos elementos como factor que ha de permitir a las IES la evaluación permanente y la comparación con otras instituciones, lo cual ha de redundar en un diseño adecuado de políticas que les permitan alcanzar estadios superiores de innovación e investigación.

## EL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES DINÁMICAS

Para entender la competitividad de las organizaciones se habían propuesto, según Teece *et al.* (1997) tres paradigmas antes de hablar de las capacidades dinámicas: el de las fuerzas competitivas de Porter,

el del conflicto estratégico, y el enfoque basado en la eficiencia. Tanto el primero como el segundo consideran que la ventaja competitiva es producto de la posición de una organización en relación con el mercado. Dentro del enfoque basado en la eficiencia se encuentran la perspectiva de producto, y la más ampliamente difundida, la perspectiva de los recursos (Wernerfelt, 1984).

Esta última perspectiva, para la cual las ventajas se derivan de una adecuada configuración de los recursos que levante barreras a los competidores (Wernerfelt, 1984), se ha tornado limitada en presencia de ambientes altamente competitivos y de rápido cambio tecnológico— particularmente en industrias de alta tecnología, tales como semiconductores, servicios de información y software— porque ya no puede ofrecer respuestas robustas a los interrogantes planteados en la actualidad; por ejemplo, no deja claro cómo sostener una ventaja competitiva (Rindova y Kotha, 2000), cómo las empresas responden rápidamente a los cambios del mercado (Teece y Pisano, 1994), y además, desconoce el papel del administrador en la determinación de las orientaciones estratégicas de la empresa (Schreyögg y Kliesch-Eberl, 2007). Esta limitación ha hecho que en la actualidad sea más aceptado el enfoque de las capacidades dinámicas.

Este enfoque, que surgió en los años noventa, ofrece una estructura de análisis para entender cómo las organizaciones, dirigidas por un gerente, utilizan recursos tanto internos como externos y configuran métodos para desenvolverse en ambientes altamente competitivos y dinámicos (Teece y Pisano, 1994; Teece *et al.*, 1997; Ambrosini y Bowman, 2009) superando las rigideces implicadas en el concepto de capacidad organizacional (Schreyögg y Kliesch-Eberl, 2007). A pesar de las bondades que ofrece, esta estructura de análisis muestra limitaciones que serán exploradas al final de este apartado.

## ¿QUÉ SON Y PARA QUÉ SE CREAN LAS CAPACIDADES DINÁMICAS?

Las capacidades de una organización son definidas como

(...) la habilidad o aptitud de la organización para realizar sus actividades productivas de una manera eficiente y efectiva mediante el uso, la combinación

y la coordinación de sus recursos y competencias mediante varios procesos creadores de valor, según los objetivos que haya definido previamente” (Renard y St-Amant, 2003; citado en Robledo *et al.*, 2010, p. 135).

Clayton Christensen (2001) las define como aquello que una organización está o no en capacidad de hacer y con ello qué clase de innovaciones se pueden llevar a cabo en ella; dichas capacidades dependen básicamente de tres factores: los recursos con que cuenta la organización, sus procesos y sus valores.

Ahora, en relación con las capacidades dinámicas, es reconocido que la literatura sobre éstas y su papel en la creación de valor está plagada de inconsistencias, definiciones ambiguas y contradicciones (Zahra, Sapienza y Davidsson, 2006). Lo positivo de esta limitación es que no se ha dicho la última palabra en relación con la definición de las capacidades dinámicas, y que por lo tanto pueden construirse nuevas interpretaciones o incluso aplicaciones a otros contextos (Easterby-Smith *et al.*, 2008), como el de las IES.

Para definir las capacidades dinámicas, Teece y Pisano (1994) aclaran que el término dinámico se refiere al carácter cambiante del ambiente; mientras que el término capacidades enfatiza el papel de la gestión estratégica para adaptar, integrar y reconfigurar habilidades, recursos y competencias funcionales internas y externas, para desenvolverse en un ambiente cambiante. No obstante, Eisenhardt y Martin (2000) consideran que esta definición no necesariamente está ligada a un desempeño exitoso de las organizaciones, de manera que Sirmon, Hitt, e Ireland (2007) las definen como una acomodación que sigue a la estrategia para ganar ventaja competitiva, con miras a aumentar la riqueza de los propietarios.

Finalmente, Easterby-Smith *et al.* (2008) consideran que, a pesar de la abundancia de definiciones, ha habido cierto consenso en concebir las capacidades dinámicas como la habilidad de una organización para crear, extender o modificar, intencionadamente, su base de recursos.

En ese mismo sentido, aunque las capacidades dinámicas son diferentes entre las organizaciones, pueden encontrarse semejanzas significativas entre las firmas, las cuales se han denominado “mejores prácticas”. Por esta razón, las capacidades dinámicas pueden

asociarse con el concepto de rutinas, es decir, con el conjunto de procesos específicos e identificables que son homogéneos, equifinales y sostenibles (Eisenhardt y Martin, 2000; Zott, 2000; Helfat *et al.*, 2009).

En cuanto al propósito de las capacidades dinámicas, Ambrosini y Bowman (2009) señalan que estas no conducen automáticamente a un mejoramiento en el desempeño. Sin embargo, para Rindova y Kotha (2000) sí contribuyen a la generación de las ventajas competitivas que surgen en la interacción entre aquéllas y el proceso continuo de definir la estructura de la organización y la flexibilidad estratégica. Por su parte, Døving y Gooderham (2008) plantean que las capacidades dinámicas tienen un impacto diferente en el alcance de los servicios; sin embargo, señalan que los efectos de éstas sobre la elección estratégica en la práctica no son claros.

### ¿CÓMO SE CREAN LAS CAPACIDADES DINÁMICAS?

Para entender cómo se crean y se desarrollan las capacidades dinámicas, Helfat y Peteraf (2003) plantean que éstas pueden analizarse desde la lógica del ciclo de vida, para argumentar que las capacidades evolucionan en el tiempo hasta llegar a la madurez, y que incluso una capacidad puede desplegarse en otras versiones modificadas de la inicial. Por eso, las capacidades organizacionales son heterogéneas entre organizaciones.

Las capacidades dinámicas se crean a través de mecanismos de aprendizaje bien conocidos (Eisenhardt y Martin, 2000). Por esta razón, Zott (2000) y Winter (2003) consideran que ellas se crean a través de procesos que toman tiempo y grandes inversiones, y que pueden desarrollarse incluso resolviendo problemas ad hoc; señalan que en este caso, lo determinante para que la capacidad se consolide son los costos y beneficios de las inversiones necesarias para la solución de dichos problemas. Finalmente, para Sirmon, Hitt e Ireland (2007), el proceso de creación de capacidades dinámicas pasa por construir recursos para construir capacidades, y apalancar capacidades a fin de proveer valor a los consumidores y ganar ventaja competitiva.

El despliegue de una ventaja competitiva depende de la estabilidad del mercado o la demanda y la facilidad de replicación e imitación. Esta estructura sugiere que la creación de riqueza privada en regímenes de rápido crecimiento tecnológico depende en gran medida del perfeccionamiento de procesos tecnológicos,

organizacionales y administrativos internos. En resumen, identificar oportunidades y organizarse eficiente y efectivamente para afrontarlos es generalmente más fundamental para la creación de riqueza privada que adoptar conductas para enfrentar la competencia por medio de incrementar sus costos y excluir a nuevos entrantes (Teece *et al.*, 1997).

Estos autores también consideran que la asignación cambiante y la utilización de recursos es una parte crítica de las capacidades dinámicas, puesto que entre estos recursos se encuentra el capital humano, que incluye gerentes y empleados; el capital tecnológico, basado en conocimiento; y el capital basado en activos tangibles, entre otros. Agregan que las capacidades dinámicas pueden mejorar o decaer en el tiempo, pero irónicamente pueden permanecer en un nivel inalterado, incluso aunque continúen induciendo cambios.

### TIPOLOGÍAS DE CAPACIDADES DINÁMICAS

A pesar de que se tiene, más o menos, un consenso en la definición de las capacidades dinámicas, no han desaparecido las dificultades para identificarlas. Easterby-Smith *et al.* (2008) señalan que esto se debe a que las capacidades dinámicas permanecen escondidas hasta que se usan, e incluso pueden no ser utilizadas en su máxima extensión. Lo anterior dificulta la modelación y medición de las capacidades dinámicas.

Teece *et al.* (1997) mencionan que, aunque no se ha dicho explícitamente en la literatura, parece que las organizaciones tienen diferentes tipos de capacidades dinámicas como habilidades de generación de ideas, capacidades de disrupción del mercado, o capacidades de desarrollo de nuevos productos, que varían entre organizaciones; no obstante, varios autores han propuesto diferentes tipologías de capacidades dinámicas. Winter (2003) habla de capacidades cero y dinámicas; Collins (2004) de capacidades de primera categoría y meta-capacidades; Ambrosini y Bowman (2009), por su parte, sugieren que hay tres niveles de capacidades: las incrementales, las renovadoras y las regenerativas; las dos primeras utilizan y apalancan la base actual de recursos, pero las regenerativas evalúan y adaptan el portafolio general.

Por su parte, Teece y Pisano (1994) identifican tres clases de factores que ayudan a determinar las capacidades dinámicas de una compañía: los procesos

administrativos y organizacionales, las posiciones y las trayectorias. Los procesos administrativos y organizacionales hacen referencia al conjunto de rutinas y patrones de las prácticas actuales. Las posiciones son las dotaciones de tecnología y propiedad intelectual, los activos de conocimiento, difíciles de comercializar y los activos complementarios, como los relacionales y los reputacionales; por ejemplo; los activos tecnológicos, financieros y de ubicación. Dentro de las trayectorias, los autores consideran que la historia de la organización y las oportunidades tecnológicas, junto con las alternativas disponibles para la compañía, determinan el rumbo de las competencias.

### CAPACIDADES DINÁMICAS Y CAPACIDADES DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN IES

El desempeño de las IES en la actualidad gira en torno a la investigación y la innovación; por tal motivo se espera que las capacidades dinámicas apalancquen estos procesos. Sin embargo, según lo descrito anteriormente, resulta difícil la identificación y evaluación de las capacidades, tanto para empresas como para otro tipo de organizaciones. Es conveniente entonces, analizar qué factores contribuyen a la formación de capacidades dinámicas en investigación e innovación en las IES.

Para identificar dichos factores, es relevante estudiar la relación de algunos conceptos asociados a la gestión del conocimiento con la investigación y la innovación, dado que los procesos de innovación son llevados a cabo por el talento humano de las organizaciones. Por ejemplo, Subramaniam y Youndt (2005) encontraron que el capital social de las empresas se relaciona positivamente, tanto con las innovaciones radicales, como con las incrementales; por su parte, el capital organizacional afecta positivamente la capacidad de hacer innovaciones incrementales; y el capital humano, junto con el capital social, determinan la ocurrencia de innovaciones radicales.

En consecuencia, y de acuerdo con lo hasta ahora expuesto, más que determinar las capacidades dinámicas de la IES, se estudiarán los factores que contribuyen a la generación de las mismas. Dichos factores se clasifican, según Teece y Pisano (1994) en tres grupos: los procesos administrativos y organizacionales; las posiciones, que se relacionan con variables del capital intelectual; y las trayectorias, relacionadas con la historia y las oportunidades tecnológicas.

Para hacer esta clasificación se parte del concepto de capital intelectual o el “conjunto de activos intangibles de una organización que le genera valor o tiene potencial de generarlo en el futuro” (Edvinsson y Malone: 1997; Euroforum, 1998; OECD, 1999, citados en Universidad Nacional de Colombia, 2009, 44; Bueno y Salmador, 2000), que es una de las fuentes de la innovación (Martín de Castro *et al.*, 2009). Está integrado por: capital humano, capital estructural y capital relacional (Martín de Castro *et al.*, 2009; Universidad Nacional de Colombia, 2009; Sánchez Medina *et al.*, 2007).

El capital humano recoge los saberes del individuo, el *know-how*, las destrezas y competencias propias de las personas, que les permiten el desarrollo de procesos de producción de conocimiento (Roos *et al.*, 1998; Sveiby, 2001; Jaramillo y Forrero: 2001; Proyecto MERITUM, 2002, citados en Rivera Torres, 2011); es generador de valor y fuente potencial de innovación para la empresa, es decir, es donde surgen las ideas en la organización (Viedma, 2001. Citado en Sánchez *et al.*, 2007). No puede ser comprado por la empresa; ésta sólo puede alquilarlo por un tiempo vía contratación (Montoya y Rueda, 2002).

Así pues, el capital humano juega un papel fundamental en todas las actividades de ciencia, tecnología e innovación en la nueva economía del conocimiento y es precisamente en este punto, donde las IES revelan una de sus mayores ventajas competitivas, representada en sus activos intangibles, ya que sus estudiantes rotan continuamente; lo que no se observa en otras instituciones y centros de investigación, donde no existe ese flujo que es natural en las IES (Etzkowitz, 2008).

Por su parte, el capital estructural se entiende como el conjunto de activos capaces de generar conocimiento y que hacen parte del conocimiento propio de la organización. Surge al dejar de ser propiedad de la persona y al presentarse de forma explícita, codificada y sistematizada; se evidencia cuando ha sido internalizado por la organización, está disponible para la empresa en procesos de trabajo, patentes y sistemas de gestión, entre otros, y seguirá en la organización a pesar de que las personas la abandonen (Montoya y Rueda, 2002; Centro de Investigación sobre Sociedad del Conocimiento-CIC, 2003, citados en Rivera, 2011).

También hacen parte del capital estructural, las ideas, las estructuras de funcionamiento, la organización administrativa e informática, la cultura y el ambiente

organizativo (Sveiby, 2000. Citado en Sánchez *et al.*, 2007). A pesar de la importancia del capital estructural en la generación y mantenimiento de las capacidades, se ha mencionado que “el sector de la educación superior no tiene una infraestructura básica, en cuanto a sistemas de información, para dar cuenta de sus actividades científicas y tecnológicas” (Lucio, 2003, p. 14).

El capital relacional hace referencia a las relaciones de los agentes con el entorno exterior (Roos *et al.*, 1998; Stewart, 1997; Brooking, 1996; Euroforum, 1998; Sánchez, *et al.*, 2000; Proyecto MERITUM, 2002, citados en Rivera, 2011) y al valor que la organización le da a dichas relaciones (Montoya y Rueda, 2002).

Según lo descrito, las variables de capital estructural pueden asociarse a la categoría de procesos administrativos y organizacionales; las de capital humano, a las posiciones, y las de capital relacional, a las trayectorias de las capacidades dinámicas, por lo que éstas dan cuenta del uso y el valor que las IES dan a sus capacidades en el tiempo.

#### LIMITACIONES DEL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES DINÁMICAS

Como se ha mencionado, todavía queda mucho por entender acerca de las capacidades dinámicas y su relación con la competitividad organizacional. Deben conducirse más investigaciones para, por una parte, precisar los conceptos, y por otra, determinar las maneras de identificar las capacidades dinámicas. Por esta razón, Easterby-Smith *et al.* (2008) plantean que se requieren más estudios longitudinales para examinar el efecto de las capacidades dinámicas en el tiempo y a lo largo de diferentes industrias y países.

En este mismo orden de ideas, estos autores plantean que la estructura de análisis desarrollada hasta ahora tiene aplicación en mercados de alta velocidad (Eisenhardt y Martín, 2000; Rindova y Kotha, 2000); sin embargo, el ejercicio de este trabajo ha sido un intento de replicar los aportes del enfoque de las capacidades dinámicas en otro contexto.

## 2. Metodología

Se condujo una metodología de tipo cualitativa documental, de carácter descriptivo, donde se construyó una visión global sobre la medición de capacidades de

investigación e innovación en IES, a partir del desarrollo de cuatro fases, a saber:

Una fase preparatoria, que tuvo como fin determinar la orientación teórica para encaminar la búsqueda de fuentes y bases de datos bibliográficos. Se generó así la base documental que dio soporte teórico a la metodología desarrollada y a los conceptos clave que se trataron a través de ella.

Una segunda fase descriptiva, que dio cuenta de los diferentes tipos de estudio realizados sobre marcos de medición de la innovación y de resultados de investigación en IES y sus diferentes enfoques. Se identificaron indicadores y tipos de mediciones propuestos en los trabajos que de una u otra forma se usaron para medir capacidades dinámicas en temas de investigación e innovación. En la documentación analizada se encontraron muchos trabajos aplicados a organizaciones o países; sin embargo, muchas de las métricas utilizadas se adaptaron a la metodología para poder aplicarlas en IES. Los indicadores y mediciones clave, se clasificaron en los grupos de factores que contribuyen a la generación de capacidades dinámicas, propuestos por Teece y Pisano (1994): procesos administrativos y organizacionales, posiciones y trayectorias.

En la tercera fase de interpretación se buscó ampliar el horizonte de estudio a partir de las lecturas, trascendiendo lo descriptivo para llegar a una clasificación mucho más completa y de aplicación para las IES. Se ponderaron los factores, se eligieron indicadores y se construyeron otros, permitiendo la aplicación de la metodología, para por último, presentar una imagen diagnóstica de la institución en cuanto a los factores mencionados y las capacidades en investigación e innovación.

Una cuarta fase de construcción, que corresponde en este caso al desarrollo de la metodología propiamente dicha, la cual se describe a continuación.

#### MATRIZ DE CAPACIDADES EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN (MC-II)

A través del desarrollo de la investigación y la revisión bibliográfica se identificaron aproximadamente 266 mediciones e indicadores utilizados por diversos autores en los diferentes trabajos consultados: luego de

evaluarlos y clasificarlos se eligieron 65 de ellos, con los que finalmente se trabajó la metodología propuesta. La reducción en el número de indicadores se realizó después de encontrar que algunas de las mediciones eran repetitivas, incluso en algunos casos la misma medición era utilizada por diferentes autores y en diversos contextos. En otros casos, por la naturaleza de la misma, se consideró que algunas de ellas no aplicaban para este trabajo y el ámbito de las IES, finalmente también se encontró la posibilidad de unificar algunas de las mediciones.

La metodología propone un grupo de indicadores, una clasificación de capacidad para ellos y un valor óptimo inicial; sin embargo, cada institución, respondiendo a sus capacidades y a su habilidad para organizar sus recursos puede añadir o eliminar indicadores, reclasificarlos y definir sus óptimos. Los indicadores seleccionados permiten contar con un panorama objetivo y completo del estado de una institución en términos de sus capacidades de investigación e innovación. Dicho de otra forma, pese a existir muchos indicadores, la selección que se hizo de éstos satisface integralmente los objetivos del trabajo, ya que la evaluación de capacidades se hace viable; sin embargo, la metodología admite la posibilidad de ser ajustada para utilizar nuevos indicadores.

En la Tabla 1 se pueden observar los indicadores seleccionados para las posiciones en investigación y el óptimo establecido.

Una vez obtenidas las mediciones e indicadores a utilizar, se clasificaron por factores que propician el surgimiento de capacidades dinámicas (posiciones, procesos o trayectorias) según la clasificación adoptada, y la capacidad que potencian o disminuyen (capacidad en investigación o capacidad en innovación).

La Tabla 2 muestra el número de indicadores encontrados organizados por la clasificación previamente realizada.

Se puede observar entonces, que hay 14 indicadores de posiciones relacionados con la capacidad de investigación (Tabla 1) y cuatro con la capacidad en innovación; 11 indicadores de procesos administrativos y organizacionales que apuntan a la capacidad de investigación y 20 a la capacidad en innovación; en cuanto a las trayectorias, se observan ocho indicadores que afectan la capacidad de investigación y ocho a la capacidad en innovación.

Tabla 1. Indicadores para posiciones en investigación.

Indicador	Óptimo
Estudiantes de posgrado en la institución - Doctorado, Maestría, Especialización (Como porcentaje del total de estudiantes).	20%
Actividades de formación profesoral, número de profesores en comisión de estudio, en las modalidades de: posdoctorado, doctorado, maestría, esp. Médica y especialización. (Como porcentaje del total de profesores con especialización ó pregrado).	100%
Grupos de investigación reconocidos por Colciencias por categorías A1-D. (Grupos A1 + A / Total grupos).	90%
Nivel de formación de los docentes (Mayoría PhD 100%, Maestría 60%, Especialización 20%, demás 0).	100%
Docentes con PhD ETC - Equivalente a tiempo completo. (Como porcentaje del total de docentes).	100%
Docentes con PhD ETC. - Meta Institucional (cumplimiento de la meta).	100%
Estudiantes de pregrado, vinculados a proyectos de investigación.	1 por proyecto
Estudiantes de posgrado, vinculados a proyectos de investigación.	1 por proyecto
Jóvenes investigadores de Colciencias en la Institución	1 por grupo
Jóvenes investigadores propios de la Institución / (Jóvenes de Colciencias *2)	Al menos 100%
Dedicación de los docentes con PhD a la Investigación	35%
Dedicación de los docentes con Maestría a la Investigación	15%
Dedicación de los docentes con Especialización a la Investigación	10%
Dedicación de los docentes con pregrado a la Investigación	5%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Número de indicadores por clasificación de capital intelectual y capacidad.

	Capacidad en Investigación	Capacidad en Innovación	TOTAL
Posiciones	14	4	18
Procesos administrativos y organizacionales	11	20	31
Trayectorias	8	8	16
Total	33	32	65

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se pueden observar los indicadores seleccionados para las posiciones en capacidad de innovación con su respectivo óptimo.

Tabla 3. Indicadores para posiciones en investigación.

Indicador	Óptimo
Empleados administrativos en cargos relacionados con la innovación, tiempo completo - ETC. (Como porcentaje del total de empleados).	5%
Estudiantes de pregrado involucrados en proyectos de innovación	2 por proyecto
Estudiantes de post grado involucrados en proyectos de innovación	1 por proyecto
Docentes/Investigadores involucrados en proyectos de innovación. (Como porcentaje del total de Docentes/Investigadores).	30%

Fuente: Elaboración propia.

De la clasificación anterior se puede observar que se generan seis cuadrantes: en el primero de ellos se encuentran los indicadores de posiciones que potencian la capacidad en investigación de la institución; en el segundo cuadrante se hallan los indicadores de posiciones que fortalecen la capacidad en innovación; en el tercero se observan los indicadores de procesos que apuntan

a mejorar la capacidad en investigación (Tabla 4); en el cuadrante número cuatro están los indicadores de procesos que robustecen las capacidades de innovación y en los cuadrantes cinco y seis, están los indicadores de trayectorias que favorecen las capacidades en investigación e innovación, respectivamente.

Tabla 4. Indicadores de procesos administrativos y organizacionales, investigación.

Indicador	Óptimo
Número de laboratorios disponibles para investigación (como porcentaje de los metros cuadrados de aulas disponibles.)	33%
La institución cuenta con centros de documentación especializados por facultades, escuelas, programas académicos, institutos. Óptimo uno por cada unidad académica.	100%
En la institución hay procedimientos documentados que ayudan a ejecutar acciones rutinarias en los procesos de Investigación. Si 100%, No 0.	Si/No
Pago de suscripción a revistas y bases de datos bibliográficas especializadas. Si 100%, No 0.	Si/No
Infraestructura de conexión e Internet disponible para investigadores y empleados -LAN, WAN, WiFi. PC's con Internet / Total de PC's	100%
Número de computadores por investigador. Núm de Pc's. / Núm. de Investigadores	100%
Número de proyectos de Investigación financiados o con el apoyo de Colciencias. (/ Total de Proyectos *0,5)	La mitad
Programas de especialización, maestría y doctorado en la institución. * Especialidades médicas cuentan como Maestría.	1 cada 2 programas de pregrado
Revistas indexadas en Publindex de Colciencias. (Revistas A1 y A / Total de revistas).	100% en A
Presencia de la investigación en la estrategia - Se considera la investigación cuando se planea el presupuesto de la institución. Hay objetivos claros y medibles para la investigación.	Si/No
Adquisición de tecnología para la investigación (sobre el presupuesto investigación).	20%

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores identificados serán incluidos en cada una de las categorías mencionadas para poder dar cuenta de los procesos, las posiciones y las trayectorias de la IES; dichas variables son las que finalmente generan capacidades dinámicas en relación con la investigación y la innovación, que por supuesto traerán como resultado un mayor flujo de generación, asimilación y transferencia de conocimiento, así como también una mayor comercialización de nuevas ideas, tecnologías, productos/servicios y modelos organizacionales.

En aras de construir una metodología que capture las capacidades de investigación e innovación en las IES, se incluyeron indicadores y medidas que abarcan todos los actores que intervienen en el diario quehacer de las instituciones: personal docente, personal administrativo, estudiantes, entre otros. En la Tabla 5 se pueden observar los indicadores para los procesos administrativos y organizacionales, en la capacidad de innovación.

Tabla 5. Indicadores procesos administrativos y organizacionales – Innovación.

Indicador	Óptimo
En la institución hay procedimientos documentados que ayudan a ejecutar acciones rutinarias en los procesos de Innovación.	Si/No
La institución cuenta con un estatuto de propiedad intelectual –PI-.	Si/No
La Institución cuenta con una unidad de apoyo en temas de propiedad intelectual.	Si/No
La institución cuenta con una oficina de transferencia de resultados de investigación -OTRI.	Si/No
La institución realiza vigilancia tecnológica constantemente (último año)	Si/No
La institución posee unidad de mercadeo para llevar al mercado sus nuevos productos/servicios exitosamente	Si/No
Número de computadores por persona en actividades de innovación.	100%
Grupos de investigación con proyectos de innovación, proyectos de I+D+i - Desarrollo Experimental.	1 por grupo
Número de Spin-off. (Último año / Total en la IES.)	% obtenido
Patentes concedidas en el último año. (Último año / Total en la IES.)	% obtenido
Porcentaje de patentes concedidas. (Concedidas/Solicitadas.)	100%
Softwares de producción tecnológica registrados en GrupLac. (Como porcentaje del software registrado.)	100%
Presencia de la innovación en la estrategia de la institución, plan de desarrollo de la institución. Hay objetivos claros y medibles para la innovación.	Si/No
Existen procesos o métodos para gestionar la innovación	Si/No
Se promueve la creación y la transformación de nuevas ideas.	Si/No
Tolerancia a los errores en implementación de nuevas ideas.	Si/No
Existen esquemas de incentivos y reconocimiento a la innovación	Si/No
La institución cuenta con unidad de emprendimiento e incubación de ideas de negocio.	Si/No
Ingresos por regalías. Óptimo 2% del presupuesto de Investigación.	2%
Número de asesorías, consultorías y proyectos de gestión tecnológica (Sobre el total de proyectos de investigación).	60%

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la selección y clasificación de los indicadores se establecieron valores óptimos para cada uno de ellos; es decir, qué valor debería tomar el indicador para que se asigne a la institución la totalidad de puntos en esa medición, indicando que ésta se encuentra bien en ese aspecto. La metodología propone que se ponderen los indicadores de acuerdo con las metas de la organización, o que se utilice como herramienta de comparación, teniendo en cuenta el valor observado en otra institución. El máximo puntaje que se puede alcanzar en cada uno de los cuadrantes es de 100 puntos, si se divide ese valor entre el número de indicadores de cada cuadrante, se tendrá el puntaje que cada indicador podrá sumar a la capacidad para cada categoría.

En la Tabla 6 se pueden observar los puntos que asigna cada indicador por cuadrante.

Tabla 6. Puntos para cada medición e indicador utilizado.

	Capacidad en Investigación	Capacidad en Innovación
Posiciones	7,1428	25
Procesos administrativos y organizacionales	9,0909	5
Trayectorias	12,5	12,5

Fuente: Elaboración propia.

A manera de ejemplo se puede tomar el cuadrante de posiciones en capacidad de innovación. En él hay cuatro indicadores; para poder alcanzar el máximo de 100 puntos en el cuadrante, cada uno de los

indicadores puede dar hasta 25 puntos como lo indica la Tabla 6. El primer indicador allí es el número de empleados administrativos de tiempo completo en cargos relacionados con la innovación dividido entre el total de empleados administrativos de la institución, el óptimo que se estableció en la metodología para este indicador es 5%<sup>5</sup>. En caso de alcanzar el óptimo o más la institución obtendrá los 25 puntos, que este indicador otorga, de lo contrario proporcionará menos puntos según el porcentaje alcanzado, por ejemplo si el número de empleados en cargos relacionados con la innovación es el 1%, la institución solo obtendrá cinco puntos en este indicador.

Para continuar con el desarrollo de la metodología propuesta, se presentarán los resultados en un gráfico denominado matriz de capacidades en investigación e innovación (MC-II). El gráfico seleccionado permite representar, de forma sencilla, los datos recopilados en dos ejes; también puede dividirse en cuatro cuadrantes de forma similar a la matriz de portafolio corporativo o matriz del grupo consultor de Boston (Haspeslagh, 1982). Cada institución se puede ubicar en cada uno de los cuadrantes, de acuerdo con el nivel de sus factores potenciadores de capacidades. Así pues, en el eje horizontal, en una escala de cero a cien se graficarán las capacidades de investigación y en el eje vertical, también en una escala de cero a cien, se mostrarán los resultados para las capacidades de innovación.

Para terminar con los indicadores, en la Tabla 7 se pueden observar los indicadores de trayectorias en investigación e innovación.

Tabla 7. Indicadores de trayectorias en investigación e innovación.

Trayectoria - investigación	
Indicador	Óptimo
Docentes de otras IES de intercambio, enrolados en proyectos de investigación.	50%
Docentes, estudiantes y personal administrativo en actividades de movilidad internacional	5%
Proyectos de investigación con participación de otras IES.	20%
Se estimula la creación y el mantenimiento de relaciones para la investigación	Si/No
Índice de colaboración internacional de Scimago. El primero tiene el total de los puntos y va bajando para los demás.	1ro.
Número de convenios de movilidad internacional. Que el 2% del personal de la institución se beneficie.	2%
Reconocimiento de la Institución; acreditación institucional	Si/No
Reconocimiento de la institución, número de programas de pregrado acreditados	100%

Continúa en la página 266

Trayectoria - investigación	
Indicador	Óptimo
Docentes de otras IES de intercambio, enrolados en proyectos de innovación	50%
Investigadores de otras instituciones (No IES) de intercambio, enrolados en proyectos de innovación.	20%
Investigadores de otras instituciones (No IES) de intercambio, enrolados en proyectos de investigación.	80%
Solicitudes de registro de propiedad intelectual-patentes, realizados en conjunto con otras instituciones. Último año.	50%
Proyectos de innovación con participación de otras IES.	15%
Proyectos de innovación con participación de la empresa privada y otras instituciones de I+D (No IES).	15%
La calidad de los productos/servicios de la institución es ampliamente reconocida en el mercado. El primero tiene el total de los puntos y va bajando para los demás. Puesto Scimago LAC de la Universidad, para el año en curso - <a href="http://www.scimagoir.com">http://www.scimagoir.com</a>	1ro.
La institución se apoya en instituciones externas con funciones de incubadora de empresas.	Si/No

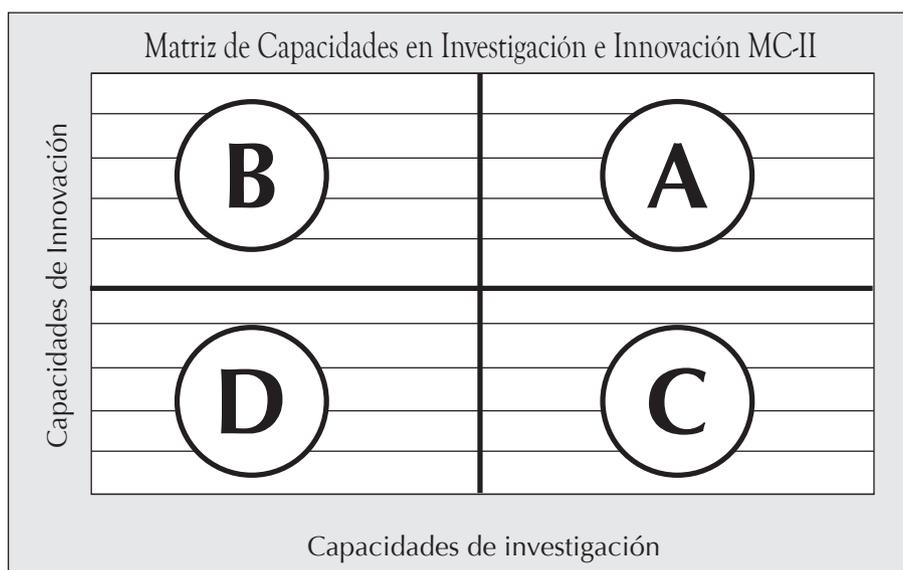
Fuente: Elaboración propia.

Al trazar dos líneas rectas desde el punto medio de ambos ejes, se divide la gráfica en cuatro cuadrantes como lo muestra la Figura 2.

En el cuadrante A, denominado Estado de madurez, se encuentran las instituciones con capacidades en investigación e innovación superiores y completamente desarrolladas; en el cuadrante B, llamado Estado de tercerización, se encuentran las instituciones con

capacidades en innovación superiores y capacidades de investigación bajas, donde se podría decir que contratan la investigación; en el cuadrante C, nombrado Estado de generación de conocimiento, se encuentran las instituciones con capacidades en investigación superiores y capacidades de innovación bajas; por último en el cuadrante D, se encuentran aquellas instituciones en Estado embrionario, con capacidades en investigación e innovación bajas.

Figura 2. Matriz de Capacidades en Investigación e Innovación MC-II.  
Gráfica para la presentación de los resultados en Capacidades de Investigación e Innovación.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2 se representarán los factores de procesos, posiciones y trayectorias como burbujas independientes. La ubicación de cada burbuja, en los diferentes cuadrantes, dependerá de la cantidad de puntos obtenidos de los indicadores. El tamaño de cada burbuja está dado por la suma de los puntos obtenidos en las capacidades de investigación e innovación para cada categoría, mostrando cómo se encuentra cada una de ellas con respecto a las demás. Si en el cuadrante de posiciones en capacidad de investigación se obtienen 50 puntos, la burbuja de posiciones se ubicará justo en la mitad del eje horizontal; si además, en la misma categoría de posiciones, pero en el cuadrante con capacidad de innovación se obtuvieron 80 puntos, la burbuja se desplazará hacia arriba en el eje vertical y tomará un tamaño equivalente a 130 puntos.

Como se puede advertir en la Figura 3, el diámetro de la burbuja que representa los procesos administrativos y organizacionales es mayor que el de los otros dos; también se muestra que la esfera tiende a ubicarse en el cuadrante de capacidades en investigación e innovación superiores. En este caso, la burbuja de procesos está con 100 puntos en cuanto a las capacidades de investigación y 50 puntos en las capacidades de innovación, y su tamaño relativo es de 150 puntos. Las otras dos burbujas permanecen en el cuadrante de capacidades de investigación medio altas y capacidades de innovación

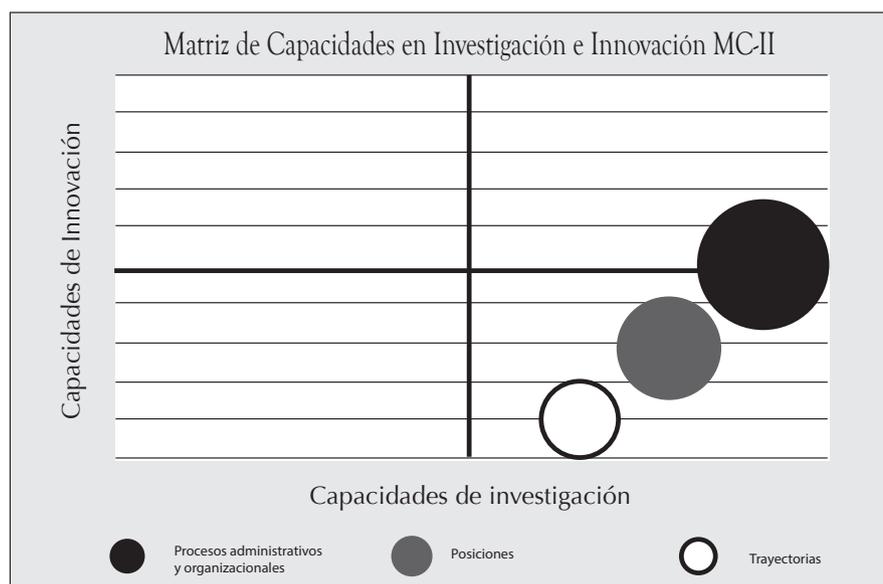
bajas. El factor procesos, obtuvo 80 puntos en capacidad de investigación y 30 puntos en capacidad de innovación lo que le da un tamaño relativo de 110 puntos, por último el factor de trayectorias está representado con 70 puntos para la capacidad de investigación, 10 puntos para la capacidad de innovación y un tamaño de 80 puntos.

### 3. Aplicación práctica para la Universidad de Antioquia

Los resultados obtenidos al aplicar la metodología en la Universidad de Antioquia se muestran en la Tabla 8 (ver pág. 267) los datos fueron tomados de varios documentos de la institución: Balance de la Investigación en la Universidad de Antioquia 2000-2010, Autoevaluación Institucional 2006-2010, Informe de Gestión 2010, Boletín Estadístico 2010 y del Ranking Iberoamericano SIR 2010 de Scimago<sup>6</sup>, además de algunas bases de datos facilitadas por la Vicerrectoría de investigación.

El valor más alto obtenido, 81 puntos de 100 posibles, está en los procesos administrativos y organizacionales, fortaleciendo las capacidades dinámicas en investigación de la institución, dando a entender que la universidad cuenta con la infraestructura, el capital organizativo

Figura 3. Matriz de Capacidades en Investigación e Innovación MC-II.  
Representación de los procesos, las posiciones y las trayectorias de las capacidades dinámicas.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Puntos obtenidos por la Universidad de Antioquia

	Capacidad de Innovación	Capacidad de Investigación	TOTAL
Procesos administrativos y organizacionales	52,4143	81,0768	133,49
Posiciones	46,9498	66,0455	113,00
Trayectorias	69,8785	53,8427	123,72

Fuente: Elaboración propia.

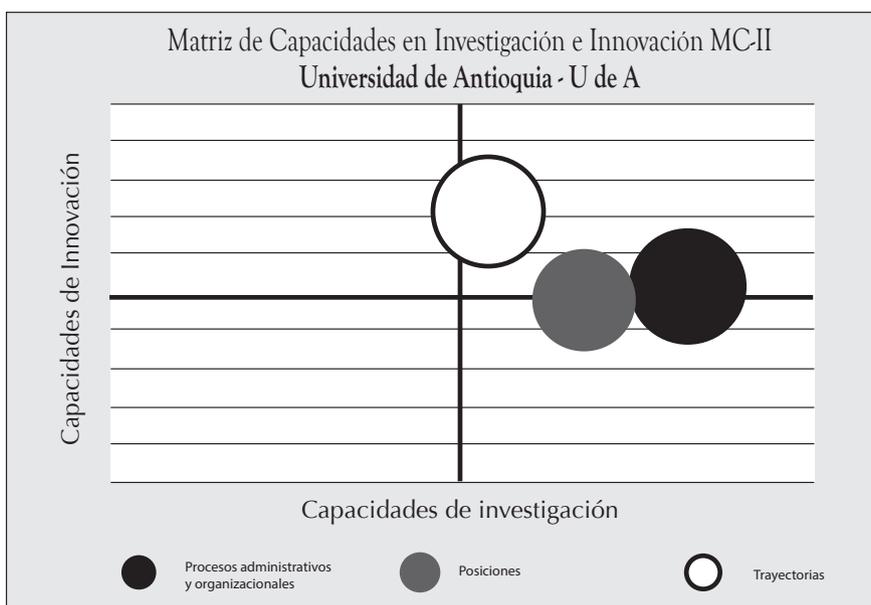
y tecnológico propio de una institución investigadora y se evidencia en su cultura y en su vocación. Por otra parte, la calificación más baja que registró la institución se observa en el factor de posiciones relacionado con la innovación con apenas 46,94 puntos de 100 posibles. Esto se debe principalmente al bajo número de empleados administrativos de tiempo completo dedicados a la gestión tecnológica y de innovación, además del poco involucramiento de docentes y estudiantes de posgrado en proyectos de I+D+i; lo cual constituye una limitante para la generación de capacidades dinámicas en este ámbito.

En la Figura 4 se muestra la Matriz de Capacidades en Investigación e Innovación MC-II para la Universidad de Antioquia a 2010. En ella se puede observar, el balance que existe entre sus procesos administrativos y organizacionales, sus posiciones y las trayectorias de

sus capacidades; ninguno es significativamente mayor o menor a los demás. En sus procesos administrativos y organizacionales se evidencia el compromiso de la institución con la investigación, pues es la esfera más nutrida de la gráfica, que empieza a posicionarse en el cuadrante A o Estado de Madurez de la capacidad, con un muy buen puntaje en investigación y comienza a salir de la línea de los 50 puntos para la innovación.

El factor de posiciones, es la esfera más pequeña de las tres; aunque en sus capacidades de investigación está por encima de la línea de los 50 puntos, apenas alcanza 66. En cuanto a la capacidad en innovación, este factor no alcanza la línea media. La mala calificación de esta capacidad se debe principalmente al bajo puntaje obtenido en innovación, al predominio de docentes con maestría, al bajo número de ellos que están en comisión de estudio (en relación con el número de docentes con

Figura 4. Matriz de Capacidades en Investigación e Innovación MC-II. Universidad de Antioquia.



Fuente: Elaboración propia.

nivel de pregrado y especialización) y al bajo número de estudiantes de posgrado en cuanto al total de la población estudiantil. Este factor en la universidad se encuentra evolucionando del Estado de Generación de Conocimiento, hacia el Estado de Madurez de las capacidades en investigación e innovación.

La trayectoria de las capacidades de la Universidad de Antioquia, al igual que sus procesos administrativos y organizacionales, aparecen entrando al Estado de Madurez de las capacidades en investigación e innovación. Bien posicionado en innovación, debido a que muchos de los proyectos de I+D+i y la totalidad de las patentes obtenidas han sido fruto de la colaboración con otras IES y centros de I+D privados. La calificación en investigación de este factor se ha fortalecido pero apenas alcanza a pasar la línea media, debido al bajo número de docentes, estudiantes y personal administrativo en actividades de movilidad nacional e internacional, y a que sigue siendo baja la relación de proyectos de investigación en colaboración con otras IES y el total de proyectos de investigación.

Al finalizar la aplicación de la metodología en la Universidad de Antioquia, ésta arrojó resultados consistentes con lo esperado para la institución, la Matriz de Capacidades en Investigación e Innovación MC-II, sin duda muestra una universidad investigadora que busca madurar sus capacidades dinámicas, pero que aún tiene una deuda importante en materia de innovación.

#### 4. Conclusiones

La investigación logró realizar una selección estratégica de trabajos que miden resultados de investigación y otros que miden la innovación en diferentes tipos de organización, para ser utilizados en la elaboración de la aproximación metodológica aquí propuesta. La metodología también logró presentar los resultados para investigación e innovación de manera conjunta, estableciendo óptimos para cada uno de los indicadores con utilización del enfoque de las capacidades dinámicas aplicado al ámbito de las IES.

La metodología, en su primera aplicación experimental, demostró ser consistente y viable para la medición de las capacidades dinámicas en investigación e innovación en las instituciones de educación superior, de acuerdo con la aplicación que se presenta para la Universidad

de Antioquia. El enfoque de las capacidades dinámicas demostró ser sólido y equilibrado para manejar las diferentes capacidades institucionales en investigación e innovación, lo cual facilita la clasificación de los indicadores y su representación gráfica en la Matriz de capacidades de investigación e innovación, MC-II. Siempre estará la posibilidad de mejorar los indicadores en términos de calidad y cantidad y la utilización de la metodología como herramienta de benchmarking.

De igual forma se pudo evidenciar que la Matriz de capacidades de investigación e innovación MC-II, es una excelente forma de presentar los resultados gráficamente y que la metodología puede ser aplicada en diferentes instituciones de educación superior, sin importar su clasificación; además, se evidenció la facilidad con que se pueden implementar nuevos y mejores indicadores.

A manera de conclusión se puede decir que si bien el país no se encuentra en una posición destacada en cuanto a la innovación, en las IES hay un despertar y un interés renovado en el tema. Sin embargo, para la Universidad de Antioquia, se observó que aún es difícil recopilar la información relacionada con la innovación y en muchos casos se evidenció que no están bien diferenciados los proyectos de investigación básica de los proyectos de investigación orientados directamente a obtener algún tipo de innovación. De igual forma se concluyó que los empleados que de alguna manera cumplen una labor de gestión tecnológica o de innovación lo hacen en un marco de informalidad y los que están directamente relacionados con estos temas son pocos para la institución.

No obstante, la Matriz de Capacidades de Investigación e Innovación MC-II arroja resultados que podrían denominarse robustos, una vez que logra concluir una situación que ha sido identificada desde otros marcos conceptuales. Dicho de otra forma, si bien los resultados son similares a otras evaluaciones realizadas para la Universidad de Antioquia, la metodología propuesta ha facilitando la identificación y cálculo de un conjunto de indicadores estratégicos que permiten y facilitan la gestión de la investigación y la innovación. En consecuencia, la aplicación de este marco metodológico proporciona enormes ventajas a las IES, una vez que evalúa el estado en que se encuentra la institución en cuanto a sus capacidades de investigación e innovación, pero a su vez le posibilita contar con un conjunto de indicadores que facilitan la gestión y el benchmarking con instituciones similares.

Así, la metodología propuesta permite, en primer lugar, que cada institución pueda gestionar adecuadamente la información relacionada con la investigación y la innovación, y que se entienda la importancia de manejar indicadores por separado para poder gestionar los factores que conducen a la generación de capacidades dinámicas que fortalezcan estos dos procesos. Segundo, esta propuesta le servirá a toda institución interesada en conocer el estado actual de sus capacidades en investigación e innovación y que quiera utilizar la información entregada por ella, para emprender acciones de mejora y enfocar sus políticas, buscando reforzar los aspectos que sean identificados como débiles y asignar de manera eficiente los recursos disponibles para dichas actividades.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. ≡

## NOTAS

1. Este artículo es producto de la investigación autónoma realizada por los autores; dicho proyecto se ejecutó con recursos propios. Sin embargo, este trabajo puede considerarse una continuación del proyecto titulado "Capacidades en investigación e innovación en instituciones de educación superior: Aproximación metodológica para su medición", finalizado en diciembre de 2012 financiado por la Universidad de Antioquia. Investigador principal del proyecto, profesor Edwin A. Henao García.
2. Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia. Una de las universidades más grandes del país, con más de 200 años de historia, cumpliendo con sus funciones misionales: Investigación, Docencia y Extensión.
3. Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior en Colombia. Congreso de la República (28 de diciembre de 1992). Ley 30 de 1992. Santafé de Bogotá.
4. Idea: cualquier cosa imaginada o representada en la mente (Schilling, 2008).
5. Los valores óptimos para los diferentes indicadores se determinaron en función de las metas y objetivos trazados por instituciones líderes en investigación e innovación del país como la Universidad Nacional de Colombia; así como en la opinión de investigadores en el tema.
6. Disponible en: <http://www.scimagoir.com/>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMBROSINI, Véronique y BOWMAN, Cliff. What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management? *En: International Journal of Management Reviews*. Marzo, 2009, vol. 11, no. 1, p. 29-49.
2. BOSTON CONSULTING GROUP. *Measuring Innovation 2008: Squandered opportunities*. Boston: BCG; 2008. A BCG Senior Management Survey.
3. BUENO CAMPOS, Eduardo y SALMADOR SÁNCHEZ, María Paz. Perspectivas sobre dirección del conocimiento y Capital intelectual. Madrid: Instituto Universitario Euroforum Escorial, 2000. 144 p.
4. BUENO CAMPOS, Eduardo, SALMADOR SÁNCHEZ, María Paz y Merino, Carlos. Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: Una reflexión sobre el modelo intellectus y sus aplicaciones. *En: Estudios de economía aplicada*. 2008, vol. 26, no. 2, p. 43-64.
5. BRUNNER, Jose Joaquin. From state to market coordination: the Chilean case. *En: Higher Education Policy*. Septiembre - Diciembre, 1997, vol. 10, no. 3-4 p. 225-262.
6. BRUNNER, Jose Joaquin. Políticas y mercados de educación superior: necesidades de información. *En: Oferta y demanda de profesionales y técnicos en Chile. El rol de la información pública*. Santiago de Chile: Universidad Adolfo Ibáñez, 2004. p. 19-85.
7. CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOBRE SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO - CIC. *Modelo Intellectus: Medición y gestión del Capital Intelectual*. Madrid: IADE-CIC. 2003
8. CHESBROUGH, Henry William. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press, 2003. 227 p.
9. CHIARONI, Davide, CHIESA, Vittorio y FRATTIN, Federico. The Open Innovation Journey: How firms dynamically implement the emerging innovation management paradigm. *En: Technovation*. Febrero, 2011, vol. 31, no. 1, p. 34-43.
10. CHRISTENSEN, Clayton M. *Assessing your organization's innovation capabilities*. *En: Leader to Leader*. 2001, no. 21, p. 27-38.
11. CHRISTENSEN, Clayton M. y OVERDORF, Michael. Meeting the challenge of disruptive change. *En: Harvard Business Review*. Marzo, 2000, vol. 78, no. 2, p. 66-76.
12. DØVING, Erik, y GOODERHAM, Paul N. Dynamic capabilities as antecedents of the scope of related diversification: the case of small firm accountancy practices. *In: Strategic Management Journal*. Agosto 2008, vol. 29, no. 8, p. 841-857.
13. EASTERBY-SMITH, Mark, LYLES, Marjorie A. y PETERAF, Margaret A. Dynamic Capabilities: Current Debates and Future Directions. *En: British Journal of Management*. Marzo, 2009, vol. 20, no. supplement s1, p. S1-S8.
14. EISENHARDT, Kathleen M y MARTIN, Jeffrey A. Dynamic capabilities: What are they? *In: Strategic Management Journal*. Octubre-Noviembre 2000, vol. 21, no.10-11, p. 1105-1121.
15. ESCORSA CASTELLS, Pere y VALLS PASOLA, Jaume. *Tecnología e innovación en la empresa: dirección y gestión*. México: Alfaomega. 2001. 283 p.
16. ESTRADA, Salvador y PACHECO-VEGA, Raúl. *Sistemas y políticas de investigación, desarrollo e innovación. Algunas propuestas*. Espiral. *En: Estudios sobre Estado y Sociedad*. Enero-abril, 2009, vol. 15, no. 44, p.31-76.
17. ETZKOWITZ, Henry. *MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*. London: Routledge. 2002. 192 p.
18. ETZKOWITZ, Henry. *The Triple Helix University-Industry-Government Innovation in Action*. New York: Routledge. 2008. 176 p.

19. HAN, Kunsoo, OH, Wonsoek, IM, Kun Shin, CHANG, Ray M., OH, Hyeelim y PINSONNEAULT, Alain. Value cocreation and wealth spillover in open innovation alliances *En: MIS Quarterly*. 2012, vol 36, no. 1, p. 291-315.
20. HASPELGH, Philippe C. Portafolio planning: uses and limits. *En: Harvard Business Review*. Enero, 1982, p. 58-73.
21. HELFAT, Constance E. y PETERAF, Margaret A. The dynamic resource-based view: capability lifecycles. *En: Strategic Management Journal*. 2003, vol. 24, p. 997-1010.
22. HELFAT, Constance E., FINKELSTEIN, Sydney, MITCHELL, Will, PETERAF, Margaret, SINGH, Harbir, TEECE, David, y WINTER, Sidney G. *Dynamic capabilities: Understanding strategic change in organizations*, Wiley-Blackwell 2009. 160 p.
23. HUIZINGH, Eelko K.R.E. Open innovation: State of the art and future perspectives. *En: Technovation*. Enero, 2011, vol. 31, no. 1, p. 2-9.
24. JARAMILLO, Hernán, LUGONES, Gustavo y SALAZAR, Mónica. Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe - Manual de Bogotá. Bogotá: RICyT; OEA; Programa CYTED; COLCIENCIAS; OCyT. 2001. 102 p.
25. LUCIO, Jorge. Ciencia y Tecnología en la Universidad Colombiana. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2003. 65 p.
26. MALAVER RODRÍGUEZ, Florentino y VARGAS PÉREZ, Marisela. Capacidades tecnológicas, innovación y competitividad de la industria de Bogotá y Cundinamarca: resultado de una encuesta de innovación. Bogotá: OCyT, 2006. 290 p.
27. MARTÍN DE CASTRO, Gregorio, ALAMA SALAZAR, Elsa Mercedes, NAVAS LÓPEZ, José Emilio y LÓPEZ SÁEZ, Pedro. El papel del capital intelectual en la innovación tecnológica. Una aplicación a las empresas de servicios profesionales de España. *En: Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*. Septiembre, 2009, no. 40, p. 83-109.
28. MONTOYA SUAREZ, Omar y RUEDA PLATA, Luis. Aprendizaje tecnológico, capital intelectual y competitividad. *En: Scientia et Technica*. Abril, 2002, no. 18, p.135-140.
29. OECD; EUROSTAT. Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Madrid: Tragsa, 2005. 188 p.
30. OECD. Manual de Frascati - Propuesta de norma práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental. Paris: FECYT, 2002. 276 p.
31. OPPENHEIMER, Andrés. ¡Basta de historias! La obsesión latinoamericana con el pasado y las doce claves del futuro. Bogotá: Random House Mondadori; Vintage Español, 2010. 422 p.
32. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA DE LA LENGUA. Diccionario de la Lengua Española. 22 ed. España: Espasa, 2001. 1614 p.
33. RINDOVA, Violina y KOTHA, Suresh. Continuous Morphing: Competing through Dynamic Capabilities, Form, and Function. *En: Academy of Management Journal*. Diciembre, 2001, vol. 44, no. 6, p. 1263-1280.
34. RIVERA TORRES, Sandra Carolina. Medición de las capacidades de investigación desde el enfoque de Capital Intelectual -CI-, aproximación a la caracterización de comunidades académicas. *En: Cladea's VIII Coloquio Pre doctoral (8: 22-23, octubre: Lima, Perú)*. CLADEA 2012.
35. ROBLEDO V., Jorge, LÓPEZ G., Cristina, ZAPATA L., Willmar y PÉREZ V., Juan David. Desarrollo de una metodología de evaluación de capacidades de innovación. *En: Perfil de coyuntura Económica*. Agosto, 2010, no. 15, p. 133-148.
36. SÁNCHEZ MEDINA, A. J., MELIÁN GONZÁLEZ, A. y HORMIGA PÉREZ, E. El concepto de capital intelectual y sus dimensiones. *En: Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. Mayo-agosto, 2007, vol. 13, no. 2, p. 97-111.
37. SANTIAGO, Paulo, TREMBLAY, Karine, BASRI, Ester y ARNAL, Elena. *Tertiary Education for the Knowledge Society*. Paris: OECD, 2008. 723 p.
38. SCHILLING, Melissa A. Dirección estratégica de la innovación tecnológica. Madrid: McGraw-Hill, 2008. 313 p.
39. SCHREYÖGG, Georg, y KLIESCH-EBERL, Martina. How dynamic can organizational capabilities be? Towards a dual-process model of capability dynamization. *En: Strategic Management Journal*. Septiembre, 2007, vol. 28, no. 9, p. 913-933.
40. SIRMON, David G., HITT, Michael A., y IRELAND, R. Duane. Managing firm resources in dynamic environments to create value: looking inside the black box. *En: Academy of Management Review*. 2007, vol. 32, no. 1, p. 273-292.
41. SUBRAMANIAM, Mohan y YOUNDT, Mark A. The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *En: Academy of Management Journal*. 2005, vol. 48, no. 3, p. 450-463.
42. TEECE, David J., PISANO, Gary, y SHUEN, Amy. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *En: Strategic Management Journal*. 1997, vol. 18, no. 7, p. 509-533.
43. TEECE, David y PISANO, Gary. The Dynamic Capabilities of Firms: An Introduction. *En: Industrial and Corporate Change*. 1994. vol. 3, no. 3, p. 537-556.
44. TIEBOUT, Charles M. A Pure Theory of Local Expenditures. *En: Journal of Political Economy*. Octubre, 1956, vol. 64, no. 5, p. 416-424.
45. TOKMAN, Andrea. Diagnóstico y Propuestas para la Educación Chilena. *En: Economía chilena*. Abril, 2005, vol. 8, no. 1, p. 35-52.
46. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Capacidades de Investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000 - 2008: Una aproximación desde el capital intelectual. Bogotá: Vicerrectoría de Investigación. 2009. 365 p.
47. WERNERFELT, Birger. A Resource-Based View of the Firm. *In: Strategic Management Journal*. 1984, vol. 5, no. 2, p. 171-180.
48. WINTER, Sidney G. Understanding dynamic capabilities. *In: Strategic Management Journal*. Octubre, 2003, vol. 24, no. 10, p. 991-995.
49. ZAHRA, Shaker A., Sapienza, Harry J., y Davidsson, Per. Entrepreneurship and Dynamic Capabilities: A Review, Model and Research Agenda. *In: Journal of Management Studies*. Junio, 2006, vol. 43, no. 4, p. 917-955.
50. ZOTT, Christoph. Dynamic capabilities and the emergence of intra-industry differential firm performance: Insights from a simulation study. *In: Strategic Management Journal*. Enero, 2003, vol. 24, no. 2, p. 97-125.