

Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación*

Jorge Robledo V.**

Cristina López G.***

Willmar Zapata L.****

Juan David Pérez V.*****

–Introducción. –I. Capacidades Organizacionales, Dinámicas y de Innovación. –II. La Organización como Sistema Abierto. –III. Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación: Propuesta Conceptual. –IV. Métrica y Evaluación de las Capacidades de Innovación. –V. Instrumento de Aplicación de la Metodología. –VI. Validación y Ajuste del Modelo. –A. Verificación Conceptual. –B. Validación Experimental e Implementación Final de la Metodología. –Conclusiones y Trabajo Futuro. –Agradecimientos. –Referencias bibliográficas.

Primera versión recibida el 29 de junio 2010; versión final aceptada el 30 de julio de 2010

Resumen: Desde la Perspectiva Basada en los Recursos, la competitividad de las empresas depende críticamente de activos acumulados por la organización; en particular, la atención de los analistas se centra con frecuencia en las denominadas “capacidades de innovación”. En esta dirección, una preocupación central de teóricos y practicantes de la gestión tecnológica es identificar el

tipo y el nivel de las capacidades necesarias para soportar sistemas exitosos de Gestión de I+D+i (Investigación, Desarrollo Experimental e Innovación). El presente trabajo busca contribuir a este propósito mediante el desarrollo de una metodología de evaluación de capacidades: presenta una metodología de evaluación que integra tres componentes: un modelo conceptual

* Este artículo se desarrolló en el marco de la propuesta de gestión de I+D+i del Centro de investigación y desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico Colombiano, CIDET, con el propósito brindar a sus empresas asociadas una metodología contextualizada para el desarrollo de sistemas exitosos de gestión de I+D+i. Este artículo fue publicado en las memorias del congreso ALTEC en Cartagena 2009.

** Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia. Ph.D. en Estudios de Política Científica y Tecnológica. Dirección electrónica: jroble dov@unal.edu.co

*** Directora de Ingeniería Industrial, Universidad de San Buenaventura. Estudiante del Doctorado en Ingeniería, Industria y Organizaciones, Universidad Nacional de Colombia. Dirección electrónica: industrial@usbmed.edu.co

**** Director de Optimización de Recursos Energéticos (ORE), Ingeniería Especializada S.A. Dirección electrónica: willmar.zapata@ieb.com.co

***** Ingeniero de Investigación y Gestión de Proyectos de I+D+i de CIDET. Dirección electrónica: juan.perez@cidet.org.co

-basado en una aproximación sistémica a la organización que toma la propuesta conceptual de Nadler y Thusman y elabora una caracterización de capacidades, una métrica elaborada a partir del Modelo de Madurez de Capacidades (CMM) y un instrumento de implementación basado en entrevistas semi-estructuradas.

Palabras clave: Capacidades de innovación, metodología de evaluación, sistemas de gestión, modelos organizacionales, Perspectiva Basada en Recursos.

Summary: From a Resource-Based Perspective, company competitiveness critically depends on assets accumulated by the organization. The focus of analysts often concentrates on the so-called "innovation capacities." Along these lines, a main concern of theorists and practitioners of technology management, is identifying the type and level of capacity needed to support successful management systems RDI (Research, Experimental Development and Innovation). The present work aims at contributing to this issue by developing a capacity assessment methodology. It presents an evaluation methodology that integrates three components: a conceptual model based on a systemic approach to companies that borrows the conceptual proposal of Nadler and Thusman, and develops a characterization of capacities; a metric developed based on the Capability Maturity Model (CMM); and an implementation instrument based on semi-structured interviews.

Keywords: Innovation capacities, evaluation methodology, management systems, organizational models, Resource-Based Perspective

Résumé : Depuis l'Approche Basée sur les Ressources, la compétitivité des entreprises dépend fortement des connaissances accumulées par l'organisation. A ce sujet, les analystes ont mis l'accent sur les « capacités d'innovation » où la préoccupation principale, à la fois théorique et pratique concernant la gestion technologique, est d'identifier le type et le niveau des capacités nécessaires pour supporter un système de Gestion R+D+i (Recherche, Développement Expérimental et Innovation). L'objectif de ce papier est de contribuer à cette identification en proposant une méthodologie d'évaluation laquelle est composée par trois éléments : un modèle conceptuel (basé sur l'approche systémique de l'organisation proposée par Nadler et Thusman), une métrique élaborée à partir d'un Modèle de Maturité de la Capacité (CMM) et, finalement, un instrument de mise en œuvre basé sur des sondages semi-structurés.

Mots clef : Capacités de l'innovation, méthodologie de l'évaluation, système de gestion, modèles d'organisation, perspective fondée en ressources.

Clasificación JEL : O32, H43, L2.

Introducción

Somos partícipes de una era de rápidos cambios tecnológicos, de ampliación de los mercados y agudización de la competencia por los mismos; de fuertes presiones por aumentar los niveles de rentabilidad de las inversiones y de una preocupación creciente por la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y sus componentes éticos y de sostenibilidad ambiental. Ante

tales retos, los estudiosos de la gestión tecnológica han encontrado en el análisis de las dinámicas organizacionales una fuente fecunda de conocimiento para la comprensión de las causas del desempeño organizacional superior. En particular, una línea de indagación de interés específico para el trabajo que aquí se presenta, plantea la necesidad de hacer una mejor gestión de las capacidades organizacionales, que hacen posible desempeños superiores en ambientes altamente competitivos y exigentes.

El marco conceptual y teórico en el cual se busca adelantar tal indagación es la Perspectiva Basada en Recursos (*Resource-based View of the Firm*) (Barney, 1991; Grant, 1991; Rangone, 1999; Teece, Pisano y Shuen, 1997). Desde aquí, se entiende que el desempeño de las organizaciones depende críticamente de los activos acumulados por la organización para dar respuesta estratégica a los desafíos del mercado, el rápido cambio tecnológico y las exigencias de sus grupos de interés (*stakeholders*). Estos activos, contruidos sobre recursos que la empresa transforma en capacidades organizacionales son hoy objeto de amplio análisis desde la perspectiva de la política y la gestión tecnológica. En particular, la atención de los analistas se centra con frecuencia en las denominadas “capacidades de innovación”, dada la alta incidencia que tienen sobre la competitividad las capacidades de la empresa para implementar exitosamente nuevos productos, procesos y formas de organización y marketing, o mejorar significativamente los existentes.

En esta dirección, una preocupación central de teóricos y practicantes de la gestión tecnológica es el tipo y nivel de las capacidades

de innovación que se requieren para soportar sistemas exitosos de Gestión de I+D+i. Al respecto, se han identificado vacíos conceptuales y metodológicos importantes que dificultan la gestión de tales sistemas y que deben ser llenados con propuestas que consulten la realidad y los desafíos de nuestras empresas latinoamericanas. El presente trabajo busca contribuir a este propósito mediante el desarrollo de una metodología de evaluación de capacidades de innovación, bajo la consideración de que una adecuada evaluación de capacidades es una condición *sine qua non* para construir un sistema organizacional robusto de Gestión de I+D+i.

I. Capacidades Organizacionales, Dinámicas y de Innovación

Las capacidades organizacionales se refieren a “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 Saint-Amant, 2003). Por supuesto, algunas de esas capacidades deben estar orientadas a dar respuesta a los retos que un mundo cambiante impone a la organización. Aparece entonces el concepto de capacidad dinámica, definida como la habilidad que posee una firma para integrar, construir y reconfigurar interna y externamente competencias para su direccionamiento estratégico en ambientes cambiantes (Teece *et al*, 1997). Un concepto similar propuesto por Galu-

nic y Eisenhardt (2001) parte de considerar que las capacidades organizacionales y la estrategia hacen posible que las directivas empresariales gestionen los nuevos activos productivos en mercados cambiantes.

Algunos autores asocian las capacidades a las rutinas organizacionales y sugieren que aquéllas están inmersas en las rutinas de los procesos organizacionales encaminadas al cambio (cfr. Zott, 2003). Por su parte, Adler et al. (1999) definen las capacidades dinámicas como las meta-rutinas que logran transformar las rutinas existentes y, por tanto, sistematizan el proceso creativo. El carácter de las rutinas hace que las organizaciones puedan capitalizar el aprendizaje, haciendo el proceso de cambio e innovación más efectivo y menos costoso en el tiempo (Zahra y George, 2002). Las capacidades dinámicas pueden, por tanto, dar lugar a organizaciones más eficientes en el proceso de transformación de sus rutinas, lo que puede constituir una importante fuente de ventajas competitivas (Baden-Fuller y Volberda, 1997).

En este orden de ideas, el desarrollo de capacidades dinámicas posibilita a la organización innovadora formular e implementar exitosamente estrategias orientadas a la innovación, buscando construir ventajas competitivas duraderas. Esto le permite a la organización, si no necesariamente disponer de fórmulas seguras para asegurar el éxito, sí responder ante los retos del mercado con mayor acierto y flexibilidad.

Este conjunto particular de capacidades organizacionales, con carácter dinámico y orientado a la innovación, constituyen las capacidades de innovación. A partir de este concepto, varios estudios exploran el

desempeño de las organizaciones productivas, intentando generar una comprensión básica de la dinámica entre capacidades de innovación y desempeño. Un estudio empírico sobre la industria taiwanesa de circuitos integrados (Sher y Yang 2005), por ejemplo, muestra que, en el largo plazo, las capacidades de innovación están positivamente relacionadas con un mejor desempeño financiero de la organización, medido como la Tasa Interna de Retorno de las inversiones, especialmente cuando éstas están direccionadas hacia la I+D.

Wang, Lu y Chen (2007) proponen una clasificación de las capacidades de innovación con cinco categorías: la capacidad de I+D, la capacidad de decisión frente a la innovación, la capacidad de mercadeo, la capacidad de producción y la capacidad de capital. Su propuesta, que pasa por la construcción de un modelo basado en Lógica Difusa, les permite pasar de aspectos “lingüísticos” a “numéricos” para lidiar con la incertidumbre asociada a la evaluación de dimensiones organizacionales abstractas. Por su parte, Lloréns, García y Verdú (2004) abordan la relación existente entre el aprendizaje, las capacidades de innovación y la mejora en el desempeño organizacional, en el contexto de una muestra de empresas españolas. Estos autores encuentran que el dominio personal influye positivamente en el desempeño de la organización, no sólo directamente, sino también a través del aprendizaje organizacional; además, que el aprendizaje organizacional afecta el desempeño de la organización positivamente, directa e indirectamente a través de otras dimensiones de la organización; por último, muestran cómo la innovación influye positivamente sobre el desempeño de la organización me-

dido como su capacidad de generar riqueza. Otros autores señalan la importancia del aprendizaje organizacional como canal de acumulación de capacidades; tales el caso de Calantone, Cavusgil y Zhao (2002), quienes proponen que las organizaciones requieren una fuerte orientación hacia el aprendizaje para generar ventajas competitivas; en su estudio, identifican cuatro pilares que soportan la orientación al aprendizaje, éstos son: la visión compartida, el compromiso con el aprendizaje, un espíritu abierto y el intercambio de conocimientos dentro de la organización.

Es importante señalar que, en todos los trabajos consultados, es claro que el concepto de capacidad de innovación está asociado a la I+D, pero no se limita a ella; es necesario también, desarrollar capacidades en otras áreas funcionales y de gestión de la organización. Al respecto, Robledo, Gómez y Restrepo (2008) hacen un análisis de la literatura reciente, proponiendo una clasificación de las capacidades de innovación basada en la propuesta de Yam et al. (2004), la cual se retoma y adapta al contexto del presente trabajo. Dicha propuesta está fundamentada en siete categorías de capacidades, así:

- **Capacidad de Dirección Estratégica:** Capacidad para formular e implementar de manera adecuada las estrategias que requiere la organización, incluyendo aquellas estrategias o componentes de las mismas que sean necesarias para construir una organización innovadora.
- **Capacidad de I+D:** Capacidad para generar ideas; gestionar el portafolio de proyectos de I+D+i; y proteger, valorar, negociar y contratar tecnología.

- **Capacidad de Producción:** Capacidad para implementar las innovaciones en los procesos productivos que satisfacen las necesidades del mercado.
- **Capacidad de Mercadeo:** Capacidad para publicitar y realizar el valor de las innovaciones con base en el entendimiento de las necesidades de los grupos de interés y las exigencias de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE).
- **Capacidad de Aprendizaje Organizacional:** Capacidad para gestionar el conocimiento que proviene del ambiente circundante y construir una organización que aprende.
- **Capacidad de Gestión de Recursos:** Capacidad para identificar, adquirir y asignar apropiadamente los recursos (capital, experiencia y tecnología a los procesos) necesarios para innovar.
- **Capacidad de Relacionamento:** Habilidad para insertarse en los sistemas de innovación de diferente orden (internacional, nacional, regional y sectorial), bajo los criterios definidos por la estrategia empresarial y la RSE.

II. La Organización como Sistema Abierto

El desarrollo de una propuesta metodológica para apoyar la gestión de la I+D+i requiere utilizar un modelo de diseño organizacional. Para tal efecto, en el presente trabajo se acude a la propuesta de Nadler y Tushman (1997), que ha sido utilizada con éxito para el diseño de organizaciones competitivas, en la versión modificada por la Universidad de Michigan (Figura 1).

El modelo de Nadler y Tushman es una aplicación de la Teoría Contingente de la organización, que adquiere la forma de un sistema abierto, integrado por varios componentes que coexisten en varios estados de congruencia, la hipótesis básica del modelo es que entre más alto sea el nivel de congruencia de sus distintos componentes, más eficaz será la organización.

Como componentes del modelo se identifican las entradas, la estrategia, los procesos de transformación y las salidas:

Las **ENTRADAS** a la organización incluyen:

- Las demandas, oportunidades y restricciones del entorno en que se desenvuelve la organización.
- Los recursos o gama completa de activos a los que tiene acceso la organización.

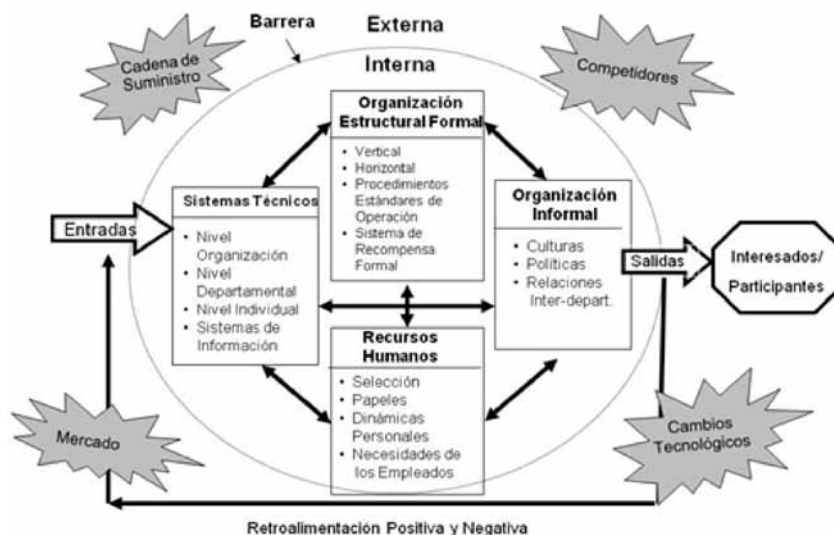
- La historia de la organización, conformada por las decisiones estratégicas, la conducta de los líderes más importantes, las respuestas a las crisis pasadas y la evolución de sus valores y creencias.

La **ESTRATEGIA** o conjunto de decisiones organizacionales se refiere a como asignar los recursos escasos a las exigencias, restricciones y oportunidades ofrecidas por el entorno.

Los **PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN**, constituidos por los sistemas técnicos (tecnología), los recursos humanos (personal), la organización formal y la organización informal.

Las **SALIDAS** de la organización y su desempeño desde la perspectiva tanto de los grupos de interés como de sus integrantes o participantes.

Figura 1
Modelo de Sistema Abierto



Fuente: Universidad de Michigan (2005) (traducción de los autores)

III. Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación: Propuesta Conceptual

La Tabla 1 muestra la propuesta conceptual para la construcción de la metodología de evaluación de capacidades de innovación. Se trata de evaluar los componentes organizacionales para cada categoría de capacidad de innovación; de allí, resulta una matriz donde las columnas son las capacidades de innovación y las filas son los componentes o dimensiones organizacionales. La propuesta se basa en la característica de recurrencia de los sistemas: para cada capacidad debe haber un sistema organizacional que la posibilite. Tomando las dimensiones del Modelo de Sistema Abierto, que se deriva de la propuesta de Nadler y Tushman (1997) se lleva a la Matriz; ello implica que para cada capacidad es necesario construir una organización congruente en todas sus dimensiones.

Por ejemplo, una organización con capacidad de I+D remite a una organización que ha desarrollado de manera congruente una estrategia, unos sistemas tecnológicos (tecnología), unos recursos humanos (personal), una organización formal y una organización informal para la I+D, de tal forma que la organización pueda llevar a cabo la I+D que requiere para lograr los objetivos de innovación que se ha propuesto. Similar razonamiento aplica para cada una de las demás categorías de capacidades de innovación.

IV. Métrica y Evaluación de las Capacidades de Innovación

Los estudios reportados sobre las capacidades de innovación han aplicado

distintas métricas para cuantificar el nivel de acumulación de capacidades frente a un ideal o valor de referencia. De esta manera, la evaluación está implícita en la medición. En particular, es frecuente la utilización de escalas tipo Likert. Wang, Lu y Chen (2007); por ejemplo, aplican una escala Likert de cinco valores en su trabajo sobre las capacidades de innovación tecnológica en empresas taiwanesas de alta tecnología. Por su parte, el trabajo sobre la auditoría tecnológica de las capacidades de innovación en la industria de Beijing (China), llevado a cabo por Yam et al. (2004), usa una escala de Likert de siete valores.

En la presente propuesta, se mide la madurez de la capacidad de innovación utilizando una escala Likert que aplica el Modelo de Madurez de Capacidades (CMM) creado por el *Software Engineering Institute* (SEI), tal como ha sido adaptado y aplicado al *Business Process Management* (BPM) según lo reportan Jeston y Nelis (2006). En la Figura 2 se observa una comparación entre los niveles de las cinco etapas que propone el BPM. Los descriptores de la escala Likert para la medición de las capacidades de innovación se presentan en la Tabla 2.

V. Instrumento de Aplicación de la Metodología

La metodología se aplica a través de un cuestionario semi-estructurado que se llena mediante entrevistas personalizadas a personas en cargos estratégicos de la empresa y con responsabilidades predefinidas según su participación en la organización de cara a los procesos de acumulación de

Tabla 1
Modelo de evaluación de capacidades

Capacidad	Capacidad de dirección estratégica	Capacidad de I+D	Capacidad de producción	Capacidad de mercadeo	Capacidad de aprendizaje organizacional	Capacidad de gestión de recursos	Capacidad de relacionamiento
Dimensión	Descripción	Capacidad para generar ideas; gestionar el portafolio de proyectos de I+D+i; y proteger, valorar, negociar y tratar tecnología.	Capacidad para implementar las innovaciones en los procesos productivos.	Capacidad para publicar y revalorizar el valor de las innovaciones con base en el entendimiento de las necesidades de los grupos de interés y las exigencias de la RSE.	Capacidad para gestionar el conocimiento y construir una organización que aprende.	Capacidad para identificar, adquirir y asignar apropiadamente los recursos necesarios para innovar.	Capacidad para insertarse en los sistemas de innovación de diferente orden, bajo los criterios definidos por la estrategia empresarial y la RSE. Propiciando ambientes colaborativos con clientes y proveedores, así como el trabajo en red con posibles competidores y sustitutos.
		Capacidad para formular e implementar de manera adecuada las estrategias que requiere la organización, incluyendo aquellas estrategias o componentes de las mismas que sean necesarias para construir una organización innovadora.					
Estrategia y resultados	Lineamientos de política y estrategia. Medición y evaluación de resultados.						

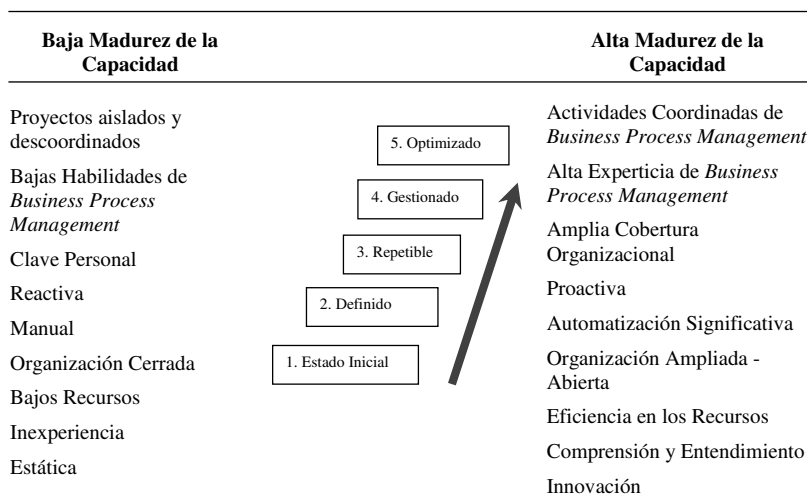
Continúa

Capacidad	Capacidad de dirección estratégica	Capacidad de I+D	...
Organización formal	Agrupamiento y estructura formal de relaciones jerárquicas. Cumplimiento de normas técnicas y de gestión. Sistemas de comunicación, coordinación e integración. Ambiente físico. Sistema de selección, rotación, capacitación y evaluación de personal. Esquemas de reconocimiento e incentivo.	El Modelo de Evaluación de Capacidades se aplica a través de un cuestionario que posee preguntas claves en cada una de las entradas de la matriz, indagando por el enfoque, el despliegue, el seguimiento y la mejora, para cada capacidad y en cada dimensión. Se cuantifica con elementos de medición adaptados del CMM (<i>Capability Maturity Model</i>) para el proceso de innovación, que se describen en la matriz de descriptores que acompaña esta propuesta y que brindan la posibilidad de asignar una calificación a las observaciones del evaluador, las mismas que deben además confrontarse con información de fuentes tanto primarias como secundarias de la compañía. Las calificaciones “ideales” serán aquellas que reflejen una evaluación tan precisa de la situación actual que enfrenta la empresa para afrontar la innovación como sea posible, que le permita identificar brechas y por tanto tomar acciones.	
	Estilo de gerencia y prácticas de la administración. Cultura organizacional. Relaciones interpersonales e interdepartamentales. Roles y arreglos de trabajo informales. Normas sociales.		
	Tecnologías de proceso, máquinas y equipos para transformar las entradas en salidas. Herramientas y métodos de trabajo.		
Tecnología Personal	Conocimiento, experiencia y habilidades requeridas. Necesidades y preferencias. Expectativas de reconocimiento e incentivo.		

Dimensiones de la Empresa (adaptado de Nadler & Tushman, 1997)

Fuente: Elaboración propia

Figura 2
Comparación de madurez baja y alta y de las cinco etapas de la madurez



Fuente: Jeston y Nelis (2006)

las diferentes capacidades. Los datos así recolectados se confrontan y contextualizan con información general provista por la empresa sobre sus políticas, estrategias, procesos, recursos, etc. Una primera parte de la encuesta hace la identificación de la empresa y la clasifica según su tamaño, actividad económica y productos (bienes o servicios) que ofrece. En la segunda parte, aparece el cuestionario principal, cuyo propósito es indagar por la información necesaria para posibilitar la evaluación del grado de madurez de cada capacidad para cada una de las dimensiones organizacionales, (según el diseño conceptual de la Tabla 1). Esta parte del cuestionario incluye un conjunto de preguntas para evaluar cada celda de la matriz, de la manera ilustrada en la Tabla 3.

Si se toma una capacidad en particular, se puede hablar de manera precisa de los

descriptores, que una vez es definida la métrica y se lleva al modelo matricial, a cada capacidad se asigna los descriptores que posibilitan la evaluación. En la Tabla 4, se presenta una aplicación de prueba, (sólo para una dimensión y en una capacidad) e ilustra en el uso de la herramienta y la forma de cualificar la observación usando la matriz de descriptores.

VI. Validación y Ajuste del Modelo

Para validar la propuesta metodológica, incluyendo su modelo conceptual, la métrica para la evaluación de las capacidades y el instrumento de captura de información, se contemplan tres etapas principales: verificación conceptual o validación por panel de expertos, validación experimental y validación final o aplicativa. Cada etapa

Tabla 2
Matriz de descriptores

Dimensión	1. Inicial. La organización no fomenta prácticas hacia la innovación o las tiene muy incipientes.	2. Repetible. Más allá de las primeras experiencias se nota un comienzo y acumulación de capacidad: ya hay personas que se inclinan hacia prácticas que promueven la innovación con una perspectiva más o menos clara del proceso en cuestión.	3. Definido. Mayor impulso en la búsqueda del desarrollo de la capacidad; además de realizarlo de una manera consciente, aumentando el número de personas que miran a la organización desde la perspectiva de la innovación.	4. Gestionado. Las actitudes que promueven la innovación están firmemente arraigadas en la composición estratégica de la organización.	5. Optimizado. Disfruta los beneficios de tener un Sistema de Gestión de Innovación firmemente arraigado como parte esencial de la gestión estratégica y operacional de la organización.
ESTRATEGIA Y RESULTADOS. Lineamientos de política y estrategia. Medición y evaluación de resultados.					
ORGANIZACIÓN FORMAL. Agrupamiento y estructura formal de relaciones jerárquicas. Cumplimiento de normas técnicas y de gestión. Sistemas de comunicación, coordinación e integración. Ambiente físico. Sistema de selección, rotación, capacitación y evaluación de personal. Esquemas de reconocimiento e incentivo.					
ORGANIZACIÓN INFORMAL. Estilo de gerencia y prácticas de la administración. Cultura organizacional. Relaciones interpersonales e interdepartamentales. Roles y arreglos de trabajo informales. Normas sociales.					
TECNOLOGÍA. Tecnologías de proceso, máquinas y equipos para transformar las entradas en salidas. Herramientas y métodos de trabajo.					
PERSONAL. Conocimiento, experiencia y habilidades requeridas. Necesidades y preferencias. Expectativas de reconocimiento e incentivo.					

Fuente: Jeston y Nelis (2006)

Tabla 3
Cuestionario: Sección de preguntas para evaluar la capacidad de I+D

Dimensión	Capacidad de I+D
Estrategia y resultados	¿Existen estrategias claras de I+D en la organización? ¿Cuáles son? ¿Cuál es el nivel de implementación? ¿Cuáles son los resultados más importantes de esta estrategia? ¿Está formalmente constituida el área de I+D (o similar)? ¿Cuál es su misión? ¿Hay un plan de desarrollo estructurado?
Organización formal	¿Hay instancias formales de coordinación? ¿Cuál es su composición y qué tipo de decisiones toman? ¿Cómo funcionan los esquemas institucionales de reconocimiento y motivación de la creatividad, la inventiva y la innovación? ¿Cómo reciben los jefes las propuestas e iniciativas de los empleados y trabajadores?
Organización informal	¿Qué sucede cuando una iniciativa fracasa? Ejemplos. ¿Qué comportamientos de los jefes evidencian su compromiso con la I+D+i? ¿Cómo participan las personas de otras áreas en los proyectos de I+D+i?
Tecnología	¿Qué espacios, equipos y herramientas destina la organización para la I+D+i? ¿Qué servicios tecnológicos de otras instituciones utiliza la organización regularmente para apoyar sus proyectos de I+D+i? ¿Cuál es la dedicación, la formación y la experiencia del personal vinculado a la I+D+i?
Personal	¿Qué solicitudes hay de apoyo a programas de formación y capacitación para la I+D+i por parte del personal? ¿Qué apoyos efectivos se han concedido?

Fuente: Elaboración propia

concluye con la ejecución de ajustes a la propuesta según los resultados de la etapa de validación respectiva.

A. Verificación Conceptual

Cuando se valida un modelo se busca establecer si el mismo es una representación confiable del sistema real; en cambio, cuando se verifica, se busca determinar si la lógica del modelo es consistente con los referentes conceptuales y teóricos que brindan fundamentación a la propuesta. Dado que los objetivos de la verificación

y de la validación son diferentes, también lo son las técnicas para realizarlas.

La propuesta metodológica aquí presentada fue verificada mediante la técnica de "*Face Validation*", que se basa en los conceptos de un panel de expertos que examina la solidez conceptual, teórica, procedimental e instrumental de la propuesta y la factibilidad de obtener los resultados esperados. Esta técnica es particularmente usada en las etapas iniciales del desarrollo de un modelo, y ha sido frecuentemente utilizada en las etapas preliminares de desarrollo

Tabla 4
Ejemplo de una capacidad, analizada en una dimensión, usando el instrumento de medición

Dimensión: estrategia y resultados	
1. Capacidad de Dirección estratégica:	Calificación: 2
Observación: Hay claridad en la definición estratégica de la búsqueda de productos innovadores para el crecimiento económico de la empresa. Se evidencia tanto por parte del gerente dueño como de su equipo de líderes. Se presentan resultados en la creación de nuevos productos en la historia de la empresa. Sin embargo, estos procesos no se han realizado de manera sistemática y estructurada, han sido resultado de iniciativas esporádicas e informales. Hay un proceso organizado para la dirección estratégica de la empresa, sin embargo la innovación no se incorpora de manera explícita. Hay una metodología para la revisión de planes dos veces por año. La contratación con los clientes por periodos de corto tiempo ha limitando su perspectiva en los servicios a dichos periodos de tiempo (tres a cinco años). No hay estrategias en la gestión de los contratos(PUNTO) la decisión de compra se basa mayormente en precio y por la experiencia y manejo se tienen pocos competidores La relación con el cliente esta manejada en el aspecto técnico con bases de datos establecidas y las reclamaciones fundamentalmente se solucionan con tiempos cortos de respuesta.	Características de la Matriz de descriptores asociables • Acercamientos /aproximaciones/ propuestas Ad-hoc, que proponen una estrategia corporativa que se oriente hacia la innovación. • Esfuerzos individuales (IT o negocios) • Técnicas, herramientas y aproximaciones metodológicas no consolidadas y diversas para una propuesta estratégica. • Alcance limitado de las iniciativas para la estrategia de innovación que potencian la capacidad. • Involucramiento mínimo de empleados en la estrategia de innovación. • Poca dependencia en experticia externa para los lineamientos estratégicos. • Altos niveles de intervenciones manuales y métodos alternativos (rodeos) en el direccionamiento estratégico.

Fuente: Elaboración propia

de software (Illgen y Gledhill, 2001 <en línea>). Por supuesto, el modelo ha de estar bien diseñado, documentado y listo para revisión. Esa revisión debe reflejar alertas significativas respecto a las expectativas según el concepto de los expertos y dar lugar a las respectivas reelaboraciones de

la propuesta. Sin embargo, se debe tener en cuenta que se trata de un método de validación preliminar, que por sí mismo no es suficiente para validar completamente la propuesta, pero sí para detectar errores e inconsistencias que deben ser corregidos antes de pasar a etapas posteriores.

Para la realización de la *Face Validation*, se constituyó un panel de tres expertos con perfiles complementarios, a quienes habiendo conocido la propuesta a profundidad se les solicitó responder un cuestionario expresamente elaborado para el propósito. Como resultado del ejercicio, se identificaron varios puntos débiles y fuertes de la propuesta, que dieron lugar al rediseño de algunos elementos discretos de la propuesta. De las observaciones generales de los expertos se destacan las siguientes:

- Dada la naturaleza informal de los procesos de innovación de muchas de nuestras empresas, la evaluación de las capacidades de innovación en su dimensión “Organización Informal” resulta ser un componente de especial interés y dificultad, que debe dar lugar a un cuidadoso seguimiento durante el proceso de validación experimental de la metodología y su posterior implementación.
- Los descriptores de la matriz para la dimensión “Organización Informal” deben ser afinados en la medida que se aplique la metodología a las empresas y se identifiquen patrones de comportamiento, debido a que los descriptores contemplan aspectos que pueden ser muy subjetivos.
- Debe hacerse un seguimiento cuidadoso a la metodología al ser aplicada a empresas de diferente tamaño y sector, de forma que se puedan identificar patrones comunes y diferenciadores que permitan diseñar versiones ajustadas que consideren tales particularidades.

- Es importante que la “Capacidad de Relacionamiento” haga referencia no solamente a la capacidad de la empresa para establecer relaciones provechosas con otros agentes del sistema de innovación, sino también para auto-evaluar su desempeño en relación con organizaciones líderes que constituyan referentes de su sector.

B. Validación Experimental e Implementación Final de la Metodología

A la fecha de elaboración del presente trabajo, se está concluyendo la validación experimental de la metodología mediante su aplicación y evaluación en dos empresas del sector eléctrico colombiano. Los resultados de esta etapa de la validación serán incorporados al trabajo para su posterior publicación. Finalmente, la implementación final de la metodología en las empresas del sector eléctrico colombiano dará lugar a una etapa de validación continua, cuyos resultados retroalimentarán la metodología y darán lugar a las mejoras pertinentes.

VII. Conclusiones y Trabajo Futuro

El trabajo presentado desarrolla una metodología de evaluación de capacidades de innovación que integra tres componentes: un modelo conceptual basado, por una parte, en una aproximación sistémica a la organización y, por otra, en una propuesta de caracterización de las capacidades de innovación; una métrica elaborada a partir del Modelo de Madurez de Capacidades (CMM) aplicado a la gestión de procesos organizacionales; y un instrumento de

implementación basado en entrevistas semi-estructuradas a directivos y empleados de la empresa. La metodología fue validada de manera preliminar mediante la técnica de *Face Validation*. El análisis de los resultados revela una propuesta metodológica sólida en lo conceptual, con posibilidades de mejora en la métrica de las capacidades, sobre todo aquellas que se refieren a las dimensiones no formales de la organización. El trabajo futuro se vislumbra principalmente en torno a la clasificación y métrica de las capacidades de innovación, donde se sugiere explorar la aplicación de Lógica Difusa para mejorar el procesamiento de variables cualitativas a partir de información valorativa con referentes imprecisos. Finalmente, la metodología de evaluación de capacidades

deberá complementarse con otras técnicas de gestión que contribuyan a implementar Sistemas de Gestión de I+D+i eficientes en la utilización de recursos y efectivos en el logro de los objetivos estratégicos de las empresas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al ingeniero Alejandro Hinestrosa, consultor del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico Colombiano (CIDET), por sus invaluable contribuciones al desarrollo del modelo de evaluación; igualmente, a otros colegas del CIDET, quienes aportaron ideas y propiciaron un ambiente estimulante para el desarrollo del trabajo.

Referencias bibliográficas

- ADLER, P.; GOLDOFTAS, B. y LEVINE, D. (1999). *Flexibility versus efficiency? A case study of model changeovers in the Toyota productions system*, Organization Science, 10, pp. 43-68.
- BADEN- FULLER, C. y VOLBERDA, H.W. (1997). "Strategic renewal: How large complex organizations prepare for the future". *International Studies of Management & Organization*, 27, pp. 95-120.
- BARNEY, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17, pp. 99-120.
- CALANTONE, R.J.; CAVUSGIL, S.T. y ZHAO (2002). "Industrial Marketing Management Learning Orientation". *Firm innovation capability, and firm performance*, 31, pp. 515-524.
- GALUNIC, D.C. y EISENHARDT, K.M. (2001). "Architectural innovation and modular corporate forms", *Academy of Management Journal*, 44, pp. 1229-1249.
- GRANT, R. (1991). "The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation". *California Management Review*, Spring, pp. 114-135.
- ILLGEN, J y Gledhill, D. (2001). "21st Century Verification and Validation Techniques for Synthetic Training Models and Simulations". *Illgen Simulation Technologies*, Inc, [en línea], disponible en: http://www.mors.org/meetings/test_eval/presentations/Plenary_Illgen.Gledhill.pdf

- JESTON, J. y NELIS, J. (2006). *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*, Butterworth-Heinemann-Elsevier, Oxford.
- LLORENS, F.J.; GARCÍA, V.J. y VERDU, A. (2004). "The influence on personal mastery, organizational learning and performance of the level of innovation: adaptive organization versus innovator organization", *International Journal of Innovation and Learning*, 1, pp. 101-115
- NADLER, D. A. y TUSHMAN, M. L. (1997). *The Power of Organization Architecture*, Oxford: Oxford University Press.
- RANGONE, A. (1999). "A resource-based approach to strategy analysis in small-medium sized enterprises", *Small Business Economics*, 12, pp. 233-248.
- RENARD, L. y SAINT-AMANT, G. (2003). *Capacité, capacité organisationnelle et capacité dynamique: une proposition de définitions. Les cahiers du Management Technologique*, pp. 43-56.
- ROBLEDO, J.; GÓMEZ, F.A. y RESTREPO, J.F. (2008). "Relación entre Capacidades de Innovación Tecnológica y Desempeño Empresarial en Colombia". *Memorias del Primer Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación*, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, agosto 14 y 15, p. 21.
- SHER, P. J. y YANG, P. Y. (2005). "The effects of innovative capabilities and R&D clustering on firm performance: the evidence of Taiwan's semiconductor industry". *Technovation*, 25, pp. 33-43.
- TEECE, D.J.; PISANO, G. & SHUEN, A. (1997). "Dynamic capabilities and strategic management". *Strategic Management Journal*, 18, pp. 509-533.
- UNIVERSIDAD DE MICHIGAN. (2005). Open Systems Paradigm. Michigan Engineering, IOE 421, September 14.
- WANG, C.; LU, I. y CHEN, C. (2007). "Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty", *Technovation*, doi:10.1016/j.technovation.2007.10.007, article in press.
- YAM, R. C. M.; GUAN, J. C.; PUN, K. F. y TANG, E. P. Y. (2004). "An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China." *Research Policy*, 33, pp. 1123-1140.
- ZAHRA, S. A. y NIELSEN, A.P. (2002). "Sources of capabilities, integration and technology commercialization". *Strategic Management Journal*, 23, pp. 377-398.
- ZOTT, C. (2003). "Dynamic capabilities and the emergence of intraindustry differential firm performance: Insights from a simulation study". *Strategic Management Journal*, 24, pp. 97-125.