

Medición de capacidad en tecnología de información en las organizaciones

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de febrero
FECHA DE APROBACIÓN: 12 de abril
pp. 50-65

María Teresa Rodríguez V.*
José Ismael Peña R.

*Capacity measurement
on companies' information
technologies*

*Mesure de la
capacité d'utilisation
des technologies
de l'information
des organisations*

*Medição de
capacidade em
Tecnologias de
Informação nas
organizações*

*Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Nacional de Colombia.

Especialista en construcción de software, Universidad de Los Andes.

Ingeniera de sistemas, Universidad Nacional de Colombia

Asistente docente-Universidad Nacional de Colombia.

** Doctor en Ciencias de Gestión, Université de Grenoble, Francia

Maestría en Management and Technology of Information Systems, Université de Genève, Suiza

Maestría en Systèmes d'information et d'organisation, Université de Grenoble

Maestría en Filosofía, Universidad Javeriana, Colombia

Especialización en Pedagogía para el desarrollo del aprendizaje autónomo, Unad Colombia

Ingeniero de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN

La importancia de la adopción de tecnologías de información en las organizaciones se ha estudiado desde múltiples perspectivas, evaluando su incidencia en aspectos como el crecimiento, la innovación y la ventaja competitiva de las empresas. Medir la capacidad en tecnologías de información de las organizaciones, podría facilitar el desarrollo de estrategias que conlleven al aumento de dicha capacidad. Se presenta una revisión de la literatura sobre el constructo de capacidad en tecnologías de información (ITC). Se exponen cada una de las dimensiones hasta ahora estudiadas del constructo: infraestructura, arquitectura, talento humano, conocimiento y relaciones de TI con el negocio y se comparan los estudios realizados. Los métodos utilizados para medir la capacidad en TI se presentan de forma resumida, incluyendo los aspectos que se han evaluado para cada una de las dimensiones expuestas.

ABSTRACT

The importance of the use of information technologies in companies has been analyzed from several perspectives, evaluating its incidence on aspects such as organizational growth, innovation and competitiveness. Measuring the information technologies capacity of organizations would facilitate the development of strategies that increase such capacity. A revision of a specialized literature has been made on this field of information technologies in this study (ICTs). Each dimension has been described: infrastructure, architecture, human talent, knowledge and information technologies related with business, and such studies have been compared. The applied methods to measure the capacity of information technologies are shown in a summarized way, including the evaluated issues for each of the analyzed dimensions.

RESUMÉÉ

L'importance de l'adoption des technologies de l'information (TI) dans les entreprises a été étudiée à de nombreuses reprises et sous de multiples perspectives. Leurs impacts ont été évalués dans des secteurs de l'innovation, de la compétitivité des entreprises et de la croissance. Mesurer la capacité d'utilisation des technologies de l'information des organisations pourrait faciliter l'élaboration de stratégies menant à l'amélioration de ces capacités. Nous procéderons à une révision de la littérature abordant le thème de la capacité en technologies de l'information (CTI). Nous décrirons chacune des dimensions étudiées jusqu'à présent: infrastructure, architecture, ressources humaines, connaissances et relations entre les TI et le cœur du métier et nous comparerons les études réalisées. Les méthodes utilisées pour mesurer la capacité en TI seront présentées sous forme de résumé, y compris les aspects ayant été évalués pour chacune des dimensions exposées.

RESUMO

A importância da adoção de tecnologias de informação nas organizações tem-se estudado desde múltiplas perspectivas, avaliando sua incidência em aspectos como o crescimento, a inovação e a vantagem competitiva das empresas. Medir a capacidade em tecnologias de informação nas organizações, poderia facilitar o desenvolvimento de estratégias que acrescentem esta capacidade. Apresenta-se uma revisão da literatura sobre o construto de capacidade em tecnologias de informação (ITC). Apresentam-se cada uma das dimensões do construto estudadas até agora: infraestrutura, arquitetura, talento humano, conhecimento e relações de TI com o negócio e comparam-se os estudos realizados. Os métodos utilizados para medir a capacidade em TI são apresentados de modo resumido, incluindo os aspectos que foram avaliados para cada uma das dimensões expostas.

Palabras claves



Tecnologías de información
Capacidades
Medición

Key words



Information Technologies
Capacity
Measurement

Mots clefs



Technologie de l'Information
Mesure
Capacité en TI

Palavras-chave



Tecnologia de informação
Capacidade em
tecnologia de informação
Medidas

1. INTRODUCCIÓN

La adopción de tecnología y la capacidad tecnológica de las organizaciones se encuentran estrechamente relacionadas con el mejoramiento de los procesos de negocio (M. Zhang, Brodke, y McCullough, 2010), la ventaja competitiva de las empresas (Fraser y Wresch, 2005) y apoyo en la innovación (Gago y Rubalcaba, 2007). Las tecnologías de información y comunicaciones son factores clave para apoyar el crecimiento, desarrollo y adaptación al cambio de las organizaciones actuales. Considerando la importancia de dichas tecnologías, la medición de capacidad en TI y su adopción a nivel empresarial ha sido objeto de múltiples estudios científicos desde diferentes perspectivas.

La capacidad tecnológica se ha evaluado teniendo en cuenta factores como visión y estrategia de TI, conocimiento, activos e infraestructura de hardware y software (Young, 2011). Se reconoce el carácter multidimensional del concepto de capacidad tecnológica como el conjunto de elementos de infraestructura de TI, arquitectura de TI, recurso humano y relaciones basadas en TI (M. Zhang, Sarker, y McCullough, 2008). No es, entonces, la medición de capacidad tecnológica un asunto trivial de inventario de hardware y software, por cuanto el mejoramiento del negocio a través de la tecnología, no se da por la tecnología en sí misma, sino por los cambios e innovaciones que del uso de ella se derivan. Aunque los recursos tecnológicos pueden conseguirse con relativa facilidad, deben estar acompañados de unas habilidades y capacidades en la organización que conlleven a su aprovechamiento (Peppard y Ward, 2004).

La medición de capacidad tecnológica y el estudio alrededor del uso de las TICS son fuente de investigación actual y en permanente evolución. Se realizan estudios regionales o a nivel país, con enfoques que van desde las organizaciones a economías regionales. Se encuentran estudios cualitativos de caso con muestras pequeñas hasta grandes encuestas a nivel internacional.

Adicional al nivel organizacional se realizan estudios desde la perspectiva del país, midiendo la capacidad tecnológica y uso de tecnologías como un factor de gran influencia en la generación de cambios sociales, clave para el crecimiento económico y la competitividad (Hamid y Zaman, 2010). Existen varios índices propuestos por organizaciones internacionales y estudios científicos para realizar estas mediciones, como son WEF - *World Economic Forum Technology Index*, UNDP - *United Nations Development Program Technology Achievement Index*, UNIDO- *United Nations Industrial Development Organization*, RAND- *Science and Technology Capacity Index*, ICT-*Opportunity Index* y DOI - *Digital Opportunity Index*. Esta variedad de índices permite a los analistas políticos e investigadores académicos utilizar las medidas para entender las transformaciones económicas y sociales alrededor de la adopción de las TICS y la capacidad tecnológica del país (Archibugi y Coco, 2005).

Es necesario realizar esfuerzos en Colombia en pro de contar con mediciones de capacidad tecnológica, orientadas por estándares internacionales. La medición periódica de la capacidad en TI permite promover investigación pertinente sobre nuestra situación en relación con el uso de las TICS y los factores que influyen localmente la apropiación. Es fundamental generar conciencia del efecto e importancia de aprovechar eficazmente las tecnologías en nuestras organizaciones a nivel empresarial, educativo, de salud y de gobierno.

En este artículo se presentan inicialmente algunas definiciones encontradas en la literatura para el constructo de capacidad en TI, se comparan las dimensiones presentadas por los diferentes estudios, para posteriormente exponer los métodos que se han utilizado en la medición del constructo. Finalmente se presentan las conclusiones y propuestas de profundización sobre el tema.

2. MOTIVACIÓN Y PROBLEMÁTICA

La adopción de tecnologías de información y comunicaciones influye positivamente en las organizaciones. En diversos estudios se ha evaluado el efecto del uso de tecnología como apoyo a los objetivos estratégicos y al mejoramiento en el desempeño del negocio (Bharadwaj, 2000; Jiao, Chang, y Lu, 2008). Las ventajas de la adopción en TI pueden clasificarse en beneficios operacionales y beneficios estratégicos (Ion y Andreea, 2008). Entre los beneficios operacionales se encuentran la mejora en la gestión de los datos, mejoras en la comunicación, soporte a la toma de decisiones, reducción de costos operativos, mejora en los tiempos de respuesta de los requerimientos, mayor control de los procesos (Ion y Andreea, 2008; K. Laudon y Laudon, 2008; Love, 2004; Nguyen, 2009). Los beneficios a nivel estratégico incluyen el apoyo de las TIC al crecimiento de la organización, que puede darse por dos mecanismos, el de consolidación, creando asociaciones con empresas similares y el de complementación que consiste en unirse con otras empresas para ofrecer productos o servicios complementarios (Matthews, 2007). La mejora en las relaciones con los clientes y proveedores es otro objetivo estratégico apoyado por la tecnología, con los clientes posibilitando la personalización de los productos y servicios ofrecidos y con los proveedores mejorando la eficiencia de la cadena de abastecimiento (Laudon y Laudon, 2008). La adopción de tecnología apoya la generación de ventaja competitiva para la empresa (Bhatt y Grover,

2005; Ion y Andreea, 2008; Jie, Han, y Ziegelmeier, 2009; Nguyen, 2009; Sambamurthy, Bharadwaj y Grover, 2003) y es un agente facilitador para la innovación en productos y servicios (Gago y Rubalcaba, 2007; Wang, Lo, Q. Zhang y Xue, 2006).

Los beneficios de la adopción de tecnología se obtienen de la combinación de habilidades y conocimientos técnicos y de gestión, la infraestructura física por sí sola no es garantía de éxito o de ventajas sostenibles para la organización (Bharadwaj, 2000; Bhatt y Grover, 2005; Ion y Andreea, 2008; Jiao et al., 2008).

Dados los beneficios estudiados, el efecto que la tecnología como recurso y las capacidades en relación a ella generan en la organización, es necesario identificar y definir medidas de la capacidad en tecnología que tienen las organizaciones. Poder medir esta capacidad proporciona una herramienta de reconocimiento de la situación de la empresa al respecto, con el fin de buscar estrategias de mejoramiento en sus habilidades tecnológicas y de gestión, que permitan maximizar el aprovechamiento de la tecnología en función de los objetivos operacionales y estratégicos de la organización. Sin embargo, la medición de la capacidad en TI no es un asunto trivial debido a que incluye diferentes dimensiones a evaluar y tiene elementos no solo técnicos sino humanos y de gestión involucrados.



3. CONSTRUCTO DE CAPACIDAD EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

La capacidad en tecnologías de información se ha estudiado desde diferentes puntos de vista, considerándola como un recurso de la empresa (Zhang, Brodke y McCullough, 2010) o relacionándola con las habilidades gerenciales de la empresa. La capacidad en TI se definiría como la habilidad de la empresa para gestionar su recurso de TI logrando su aprovechamiento en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa y en el mejoramiento de sus procesos de negocio.



p.210

Para Bharadwaj, la capacidad en TI consiste en la habilidad de la empresa para movilizar e implantar los recursos basados en tecnologías de información, en combinación con otros recursos y capacidades (Sambamurthy, Bharadwaj y Grover, 2003). En estudios recientes se proponen definiciones que abarcan varios aspectos de la organización, la capacidad en tecnologías de información como la habilidad de una empresa para adquirir, implementar y aprovechar sus recursos en tecnologías de información en combinación con otros recursos, con el fin de lograr sus objetivos de negocio a través de la implementación de TI (Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Otra visión holística sobre el constructo de capacidad en tecnologías de información la presenta Young (2011) definiéndolo como la capacidad total en tecnologías de información que una empresa debe mantener con el fin de soportar eficientemente sus actividades de gestión y mejorar el desempeño de su negocio en un ambiente de TI.

Estas definiciones presentan la capacidad en TI en función del objetivo de mejoramiento del negocio a través del aprovechamiento de las tecnologías de información. Lo cual implica la interrelación de elementos o recursos tecnológicos como la infraestructura de TI, las habilidades del recurso de TI y habilitadores intangibles de TI como activos de conocimiento y orientación al cliente (Bharadwaj, 2000; Ju-hong y Meng-hua, 2009).

3.1 Dimensiones de la capacidad en Tecnologías de Información (ITC)

Diversos autores han identificado varias dimensiones cuya interrelación define la capacidad en tecnologías de información de una organización. La capacidad en TI reúne elementos de hardware, software, servicios, prácticas de gestión, tecnologías y habilidades gerenciales (Kettinger y Lee, 2005). Enfocándose en la infraestructura como un elemento de la capacidad en TI, se resalta la importancia de su flexibilidad y se examina en sus dos componentes: recursos físicos y capacidades específicas de la organización (Jie et al., 2009). Adicional a la infraestructura se tienen en cuenta los recursos humanos y la relación de activos de TI (Jiao et al., 2008).

Recientemente el constructo de capacidad en TI se examina de manera agrupada conformado por objetos de TI como el hardware, software y personal de soporte; conocimiento en TI como la comprensión de la organización sobre los objetos de TI y las operaciones de TI como la medida en la cual la organización utiliza la tecnología de información para la gestión del mercado y de la información de sus clientes (Young, 2011). Desde otra perspectiva los recursos humanos se consideran como una dimensión separada de los objetos agrupándose con el conocimiento de TI y resaltando el aspecto de las relaciones de TI dentro y fuera de la organización (Zhang, Sarker y McCullough, 2008). En la tabla 1 se presenta un resumen de las dimensiones que conforman el constructo de capacidad en TI con los investigadores que las han estudiado.

3.1.1 Dimensión de infraestructura de TI

La dimensión de infraestructura de TI es común en los diferentes estudios revisados, comprende el *hardware*, *software* y tecnologías de comunicación con que cuenta la compañía, algunos autores incluyen el personal de TI



dentro de esta dimensión. En la infraestructura de TI se incluye la calidad y cantidad de recursos de TI técnicos y humanos (Crawford, Leonard y Jones, 2011) considerando el personal de soporte de TI (Young, 2011). Para evaluar esta dimensión de manera más amplia se tienen en cuenta características como la conectividad, compatibilidad y modularidad de los recursos físicos y la competencia del personal de TI (Jie et al., 2009). La infraestructura de TI es la base para el desarrollo de la capacidad en TI, es administrada por el grupo de sistemas de información y constituye la plataforma para la construcción de las aplicaciones de negocio y el entrenamiento de los empleados (Zhang, Sarker y McCullough, 2008).



3.1.2 Dimensión de arquitectura de TI

La dimensión de arquitectura de la capacidad en TI se presenta como el plano de los requerimientos en TI de una

organización incluyendo los elementos de datos, conectividad, aplicaciones y compatibilidad de cómputo (Gibson, 1994; Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Aunque puede confundirse con la infraestructura, la dimensión de arquitectura de TI se centra en la planeación sistemática de la tecnología con un carácter estratégico dentro de la organización, en cambio la infraestructura se relaciona con la posesión de elementos tecnológicos (Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Esta planeación beneficia a la empresa dado que un buen diseño de la arquitectura puede bajar los costos, agilizar la organización (Sambamurthy, Bharadwaj y Grover, 2003) y apoyar la flexibilización de la infraestructura de TI en la organización. Aunque no es una dimensión comúnmente examinada en los estudios revisados, no se encuentra identificada completamente como parte de las otras dimensiones, podría relacionarse en cierta medida con elementos de las demás: infraestructura, recurso humano, conocimiento y relaciones de TI.

Tabla 1. Dimensiones estudiadas de capacidad en tecnologías de información

Estudio	Dimensiones de Capacidad en Tecnologías de Información				
	Infraestructura	Talento Humano	Conocimiento	Relaciones	Arquitectura
Bharadwaj (2000)	X		X	X	
Bhatt and Grover (2005)	X		X	X	
Wang, Lo, Q. Zhang, and Xue (2006)			X		
M. Zhang, Sarker, and McCullough (2008)	X		X	X	X
Zhang J, Li H, Ziegelmayer J. (2009)	X		X		
Erosa-Martin and Arroyo-Lopez (2010)	X		X	X	
Young (2011)		X	X	X	X
Crawford, Leonard, and Jones (2011)		X	X	X	
Kettinger & Lee (2005)	X	X			
Jiao, Chang, & Lu,2008	X	X		X	

Fuente. Elaboración propia

3.1.3 Dimensión de talento humano

Algunos autores identifican la dimensión de personal de manera independiente (Bharadwaj, 2000; Zhang, Sarker y McCullough, 2008) resaltando el papel del grupo de TI como parte de la capacidad en TI de la

organización. Las habilidades que este personal tenga para resolver problemas del negocio apoyados en TI y de dirigir las oportunidades a través de la tecnología son un activo clave para la organización (Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Al incluir las habilidades del personal, la dimensión de recurso humano se traslapa con la dimensión del conocimiento de TI.



3.1.4 Dimensión de conocimiento en TI

La dimensión de conocimiento en TI corresponde al grado en el que la organización entiende las tecnologías de información en relación con las oportunidades de negocio (Crawford et al., 2011). Para lograr dicho entendimiento el recurso de TI debe conocer muy bien la operación y los objetivos estratégicos de la organización y por otra parte entender las capacidades de las tecnologías actuales y emergentes en relación con el negocio. La importancia del conocimiento de TI no se relaciona únicamente con el personal de tecnología sino de todo el recurso humano en la organización. Estas habilidades pueden ser incrementadas de acuerdo con la capacidad de obtener conocimiento en TI por experiencias y relaciones dentro de la organización como por las relaciones externas con consultores y socios (Erosa-Martin y Arroyo-Lopez, 2010).



La dimensión de conocimiento en TI corresponde al grado en el que la organización entiende las tecnologías de información en relación con las oportunidades de negocio (Crawford et al., 2011). Para lograr dicho entendimiento el recurso de TI debe conocer muy bien la operación y los objetivos estratégicos de la organización y por otra parte entender las capacidades de las tecnologías actuales y emergentes en relación con el negocio. La importancia del conocimiento de TI no se relaciona únicamente con el personal de tecnología sino de todo el recurso humano en la organización. Estas habilidades pueden ser incrementadas de acuerdo con la capacidad de obtener conocimiento en TI por experiencias y relaciones dentro de la organización como por las relaciones externas con consultores y socios (Erosa-Martin y Arroyo-Lopez, 2010).

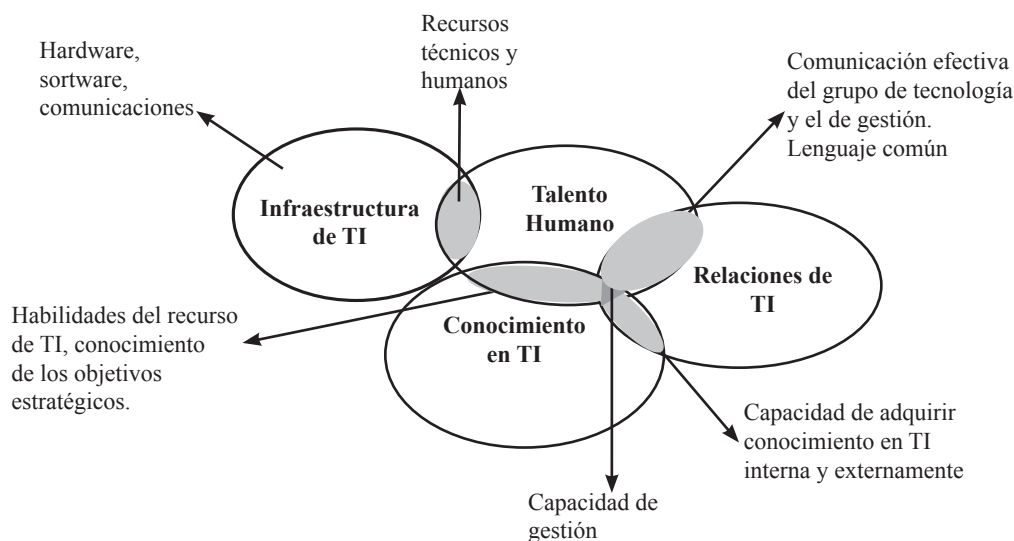
3.1.5 Dimensión relaciones de TI con el negocio

La relación entre las tecnologías de información y el negocio hace referencia a la adecuada comunicación entre las dos partes en la organización. Esta comunicación debe ser de respeto, coordinada y efectiva (M. Zhang, Sarker y McCullough, 2008), compartiendo el riesgo y la responsabilidad de la aplicación de tecnologías, entre la gerencia

de TI y la unidad de negocios de la empresa (Bhatt y Grover, 2005). La comunicación positiva dentro de la empresa se logra desarrollando un lenguaje compartido entre el negocio y TI (Crawford et al., 2011) el cual es desarrollado involucrando al usuario en la implementación de soluciones de TI y el patrocinio que la gerencia proporciona a las iniciativas de TI (Karimi, Somers y Bhattacharjee, 2007). En algunas empresas estas relaciones se fortalecen mediante la realización de comités en donde participan los gerentes y miembros de la unidad de tecnología de las organizaciones (M. Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Las relaciones de comunicación se extienden a las operaciones basadas en TI entre la organización, sus clientes, socios y proveedores (M. Zhang, Sarker y McCullough, 2008) (Young, 2011).

En la revisión de literatura, las dimensiones expuestas se traslapan. En algunos casos la dimensión de infraestructura de TI incluye el talento humano relacionado con TI identificando separadamente la dimensión de conocimiento de TI (Crawford et al., 2011; Young, 2011). En otros estudios se plantea dentro de la dimensión de recurso humano las habilidades, conocimiento y experiencia del personal en relación con la tecnología y su habilidad para integrar el conocimiento con las estrategias del negocio (M. Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Las capacidades de gestión de TI pueden incluir tanto la experiencia como las relaciones entre negocio y gerencia de tecnología (Bhatt y Grover, 2005), traslapándose así el recurso humano, el conocimiento y las relaciones de TI. En la figura 1 se muestran las intersecciones entre las dimensiones expuestas.

Figura 1. Dimensiones estudiadas de capacidad en TI y sus intersecciones



Fuente. Elaboración propia.

La relación e interacción de las dimensiones estudiadas constituyen la capacidad en tecnologías de información en la organización. Esta capacidad involucra tanto las habilidades, conocimiento y recursos en tecnología, como las capacidades de gestión de TI a través de una planeación

y comunicación efectiva. El desarrollo de esta capacidad tiene como propósito cumplir satisfactoriamente los objetivos estratégicos del negocio y más allá generar una ventaja competitiva sostenible para la empresa.



4. MEDICIÓN DE CAPACIDAD EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Uno de los objetivos más formulados para realizar la medición de capacidad en TI es la evaluación de la influencia de esta sobre aspectos como el desempeño de la empresa (Bharadwaj, 2000; Wang et al., 2006; Zhang, Sarker y McCullough, 2008) o la ventaja competitiva que puede promover (Bhatt y Grover, 2005). Estos aspectos se proponen como variables dependientes de las dimensiones de capacidad en TI. Lo cual implica medir inicialmente las dimensiones de la capacidad en TI. Un elemento primordial de esta medición es el recurso humano, su conocimiento y habilidades en TI, relacionándolo con la capacidad de las empresas para obtener conocimiento. En este sentido, es importante evaluar la incidencia de la adquisición, difusión y utilización del conocimiento relativo a tecnologías y sistemas de información sobre el uso y el desarrollo de capacidades tecnológicas (Erosa-Martin y Arroyo-Lopez, 2010). Para pequeñas empresas se proponen instrumentos como la multiescala de capacidades de absorción de (Cegarra-Navarro y Martínez-Conesa, 2007). La medición del constructo de capacidad en TI debe corresponder a su naturaleza multidimensional, proponiendo instrumentos que incluyan la totalidad o la mayoría de los elementos expuestos (Zhang, Sarker, y McCullough, 2008) (Young, 2011). Para que la medición permita realizar estudios comparativos y de evolución algunos estudios plantean escalas de clasificación como uno de los resultados del desarrollo de sus instrumentos (Erosa-Martin y Arroyo-Lopez, 2010) (Young, 2011; Papastathopoulos y Beneki, 2010).

La escala propuesta por Young (Young, 2011), clasificaría las empresas de acuerdo a su capacidad en TI con un puntaje máximo a alcanzar de 60 puntos, dado que su muestra se aplica para empresas de diferentes sectores puede ser base en el objetivo de estandarización de la medición. En el trabajo de Erosa y Arroyo (Erosa-Martín y Arroyo-Lopez, 2010) se segmentan las empresas evaluadas de acuerdo a la medición de las variables de capacidades de absorción e infraestructura. Los grupos segmentados son infraestructura de TI/SI limitada, desventaja, competitivo en TI y uso insuficiente de TI; tiene como limitante que el tamaño de la muestra utilizada en el estudio es muy pequeña (14 empresas) para poder generalizar los resultados de agrupamiento. Relacionado específicamente con la adopción de tecnología en pequeñas y medianas empresas, Papastathopoulos y Beneki (2010) proponen clasificar las empresas en Nivel 1 Básico, principiantes, Nivel 2, Avanzado, PYMES basadas en TIC y Nivel 3 Superior, PYMES guiadas por TIC.

En la mayoría de los estudios revisados, la capacidad en TI se mide utilizando métodos cuantitativos desarrollando instrumentos aplicados en una muestra de empresas (Bhatt y Grover, 2005; Crawford et al., 2011; Wang et al., 2006; Young, 2011; Zhang, Brodke y McCullough, 2010; Zhang, Sarker y McCullough, 2008), cuando la muestra es pequeña permite utilizar métodos mixtos que incluyen un análisis cualitativo sobre entrevistas realizadas



en las organizaciones y la aplicación de un cuestionario semiestructurado, como se presenta en el estudio de Erosa-Martín y Arroyo-López, (2010). Los instrumentos en su mayoría son validados utilizando métodos estadísticos como la correlación de cada ítem con el resultado general y técnicas de análisis factorial. Las hipótesis son contrastadas por medio de modelos de ecuaciones estructurales.

Estudios como el de Crawford y su equipo (Crawford et al., 2011; Jie, Han y Ziegelmayer, 2009) centran la medición sobre la dimensión de infraestructura de TI incluyendo el recurso humano y sus habilidades. Erosa-Martín y Arroyo-López (2010), evalúan la infraestructura, conocimiento y relaciones de TI a través de las características de absorción de la empresa. En el estudio de Wang et al (2006) se resalta la dimensión del conocimiento de TI. Otros como Bhatt y Grover, 2005; Young, 2011; Zhang, Brodke y McCullough, 2010; Zhang, Sarker y McCullough, (2008) incluyen una medición completa en el sentido de incorporar varias de las dimensiones presentadas en sus instrumentos, teniendo en cuenta la infraestructura, conocimiento de TI, relaciones de TI, Arquitectura y recurso humano.

La dimensión de infraestructura es medida a través de diferentes aspectos, las características deseables de los sistemas de información en la empresa es uno de ellos, que en la organización se encuentren implementados sistemas flexibles, compatibles, integrados (Bhatt y Grover, 2005; Papastathopoulos y Beneki, 2010; Young, 2011). Otro aspecto básico se relaciona con el hardware de la empresa evaluando características de las redes de comunicación y el número de computadores que posea la compañía (Erosa-Martín y Arroyo-López, 2010; Papastathopoulos y Beneki, 2010; Zhang, Sarker y McCullough, 2008). En algunos estudios como el de Zhang et al. (2008) se tiene en cuenta las instalaciones físicas relacionadas con TI en la empresa, como laboratorios de entrenamiento, instalaciones para los proyectos de TI. Si la empresa tiene sitio web o no, es

otro indicador utilizado en la evaluación de esta dimensión (Erosa-Martín y Arroyo-López, 2010; Papastathopoulos y Beneki, 2010; Young, 2011). Como en algunos casos la dimensión de infraestructura se extiende al recurso humano aspectos de la calidad y cantidad de personal de TI son evaluados (Jie, Han y Ziegelmayer, 2009; Young, 2011). En la tabla 2 se resumen los aspectos evaluados para la dimensión de infraestructura de TI.

La dimensión de talento humano y la de conocimiento son evaluadas de manera conjunta en varios de los estudios. Incluye el conocimiento en aspectos estratégicos y de negocio (Bhatt y Grover, 2005) y el conocimiento en tecnologías de información como tal. Contar con personal que cuente con las dos habilidades facilita el aspecto de relaciones de TI y apoya el desarrollo de una buena arquitectura de TI. No solo basta con tener recurso humano con buenos conocimientos en TI sino adicionalmente que esa habilidad se aplique correctamente en la resolución de problemas (Wang et al., 2006) y en una visión capaz de alinear la tecnología en pro de los objetivos del negocio. En el estudio de Erosa-Martín y Arroyo-López, (2010) esta dimensión se orienta no solo a las habilidades con que cuenten los empleados sino a su capacidad de transmitirla o de recibirla a través de las relaciones con otros empleados, socios y proveedores. La tabla 3 resume los aspectos evaluados para las dos dimensiones, recursos humanos y conocimiento.

Para medir la arquitectura de TI se tienen en cuenta aspectos de orientación de la tecnología hacia los objetivos estratégicos del negocio de excelencia en la operación y ventaja competitiva. En el estudio de Zhang et al (2008), se evalúa la consistencia de las políticas de TI en la organización y de las aplicaciones de TI con los procesos de negocio. Young (2011), agrega la existencia de un programa estratégico de implementación de TI a la consistencia entre estrategia y TI. La tabla 4 presenta los aspectos evaluados para la dimensión de relaciones entre TI y el negocio.

Tabla 2. Aspectos evaluados para la dimensión de infraestructura de TI

Estudio	Dimensión de infraestructura de TI
Bhatt and Grover (2005)	• Sistemas compatibles.
	• Sistemas modulares.
	• Sistemas escalables.
	• Sistemas transparentes.
	• Manejo de múltiples aplicaciones.
	• Uso de estándares de TI.
M. Zhang, Sarker, and McCullough (2008)	• Dispositivos de comunicación para acceso remoto a la base de datos.
	• Instalaciones informáticas para proyectos de TI.
	• Laboratorios de informática para entrenamiento de los empleados.
Zhang, Li and Ziegelmayer (2009)	• Conectividad.
	• Compatibilidad.
	• Modularidad.
	• Competencias del recurso de TI.
Erosa-Martin and Arroyo-Lopez (2010)	• Número de computadores.
	• Uso de Internet.
	• Sitio Web.
	• Procesos de negocio sistematizados, nómina, inventario, financiero y contable.
Young (2011)	• Sistemas de información apropiados para las actividades de gestión.
	• Cuenta con Sistemas de información integrados.
	• Personal de TI apropiado para los sistemas de información.
	• Sitio Web adecuado para las actividades de gestión.

Fuente. Elaboración propia.

Las relaciones de TI se evalúan revisando las características de la comunicación entre el área de TI y la línea de gestión, si estas relaciones son de confianza, de respeto y en general de colaboración (Bhatt y Grover, 2005; M. Zhang, Sarker y McCullough, 2008). Ampliando las relaciones internas de la organización, en esta dimensión se evalúan las relaciones basadas en tecnología con los socios, proveedores y

consultores (Erosa-Martin y Arroyo-Lopez, 2010; Zhang, Sarker y McCullough, 2008), incluyendo si la organización cuenta con software para apoyar la comunicación entre las áreas y de la empresa con entes externos, como sistemas de información integrados, aplicaciones B2B, B2C y B2E (Young, 2011). En la tabla 5 se resumen las condiciones evaluadas para la dimensión de relaciones de TI.



Tabla 3. Aspectos evaluados para las dimensiones de Talento Humano y Conocimiento de TI

Estudio	Dimensiones de Talento Humano y Conocimiento
Bhatt and Grover (2005)	Grado de conocimiento sobre:
	• Estrategias del negocio.
	• Prioridades competitivas.
	• Políticas del negocio.
	• Oportunidades de negocio.
Wang, Lo, Q. Zhang, and Xue (2006)	• Iniciativas de cambio en la organización.
	• Fuertes habilidades en TI.
	• Mejoramiento de habilidades en TI de los empleados.
	• Atraer y motivar expertos en TI.
	• Capacidad de predecir tendencias en tecnología.
	• Habilidad para aplicar las tecnologías resolviendo problemas.
	• Líderes en actualización de estándares tecnológicos.
M. Zhang, Sarker, and McCullough (2008)	• Capacidad para integrar recursos de TI externos con los propios de la empresa.
	• Evaluación y sistemas de control de TI.
	• Habilidades básicas en TI.
	• Prácticas de gestión de proyectos en TI.
	• Capacidades de planeación de TI.
Erosa-Martin and Arroyo-Lopez (2010)	• Efectividad en la planeación de TI.
	• Desarrollo de prácticas en sistemas de TI.
	• Se fomenta la actualización de los empleados en conocimiento de TI.
	• Los empleados comparten sus experiencias con aplicaciones de TI/SI.
	• Los empleados enseñan a otros como utilizar TI.
Young (2011)	• Los empleados buscan nuevas aplicaciones de TI/SI.
	• Los empleados ponen a disposición de la compañía su conocimiento en TI.
	• Conocimiento relacionado con sistemas de información integrados.
	• Aplicación de conocimiento sobre B2E, B2B, B2C.
	• Propiedad intelectual relacionada con tecnología para los sistemas de información de la empresa.
	• Conocimiento técnico para el desarrollo e implementación de SI.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4. Aspectos evaluados para la dimensión de arquitectura de TI

Estudio	Dimensión de arquitectura de TI
M. Zhang, Sarker, y McCullough (2008)	• Consistencia de las políticas de TI a través de la organización.
	• Consistencia del portafolio de las aplicaciones de TI con los procesos de negocio.
	• Claridad en como las TI contribuyen al valor del negocio.
Young (2011)	• Consistencia entre estrategia de gestión y de TI.
	• Existencia de un plan estratégico de TI.
	• Existencia de un programa detallado de implementación de la estrategia de TI.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 5. Aspectos evaluados para la dimensión de relaciones de TI con el negocio

Estudio	Dimensión de Relaciones de TI y el negocio
Bhatt and Grover (2005)	Grado en el cual el grupo de TI se relaciona con la línea de gestión en los aspectos de:
	• Confianza.
	• Aprecio.
	• Consulta.
M. Zhang, Sarker, and McCullough (2008)	• Respeto.
	• Colaboración empresarial con socios externos.
	• Buenas relaciones entre la línea de gestión y los proveedores de servicios de TI.
	• Relaciones con los clientes basadas en tecnología.
Erosa-Martín y Arroyo-López (2010)	• Relaciones con los proveedores basadas en tecnología.
	• Interacción entre la organización y los consultores y vendedores de software.
	SI y TI sugeridas por los socios.
Young (2011)	• Utilización de Sistemas de información integrados.
	• Aplicación de sistemas de información para B2B, B2C y B2E.
	• Información compartida entre los departamentos de negocio.
	• Utilización de Sistemas de información para ejecutivos.
	• Utilización de soluciones de seguridad organizacional.

Fuente. Elaboración propia.



5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La capacidad tecnológica se ha estudiado desde diferentes perspectivas, resaltando una o varias de sus dimensiones en función de identificar la relación de esta con el mejor desempeño de la empresa, la innovación y la generación de ventaja competitiva sostenible. En los últimos años se han realizado estudios para medirla incluyendo las dimensiones hasta ahora incluidas en el constructo: infraestructura, arquitectura, talento humano, conocimiento y relaciones de TI con el negocio. Los resultados de los estudios apuntan hacia la poca importancia de la infraestructura física por sí sola para generar competitividad, es la interrelación armoniosa de las diferentes dimensiones lo que genera resultados positivos para las organizaciones. En contextos particulares como el colombiano es importante investigar si las dimensiones hasta ahora estudiadas son suficientes para evaluar la capacidad tecnológica de las organizaciones o deben incluirse nuevos aspectos relacionados con las características del entorno.

Los esfuerzos realizados para proponer escalas de clasificación son importantes para la realización de estudios comparativos y de evolución. Sin embargo se requiere validar los instrumentos con respecto a los sectores en los que son aplicados, y a otro tipo de variables como el tamaño de la empresa y las diferencias culturales entre el país en donde se valida el instrumento y donde se aplica. Sobre estas diferencias culturales se han realizado estudios como el de Zhang, Brodke y McCullough (2010), validando su escala para la cultura China y Norteamericana.

La medición de la capacidad tecnológica puede ser particularmente importante para las pequeñas y medianas empresas. Dada la reducción de costos tanto en hardware como en software (Erosa-Martín y Arroyo-López, 2010) y opciones como clúster empresariales y computación en la nube, la infraestructura básica de TI se encuentra cada vez más al alcance de las Pymes. Cobra entonces importancia el desarrollo de habilidades que permitan incrementar la capacidad tecnológica de las Pymes en función de asegurar la supervivencia, mejorar su desempeño y crear ventaja competitiva.

El desarrollo de instrumentos válidos de medición de capacidad en TI es la base para determinar escalas de clasificación, que permitan a las organizaciones conocer su estado inicial en este aspecto. Nuevas investigaciones podrían profundizar sobre las acciones que una empresa puede realizar con el fin de avanzar en la escala clasificatoria, mejorando su capacidad en TI con el correspondiente efecto positivo esperado.

Finalmente, la medición de capacidad tecnológica permite formar un marco del estado actual, que es base para saber cuáles investigaciones deben llevarse a cabo, qué factores están influyendo en la apropiación de la tecnología, cómo mejorar el entorno tecnológico de las empresas, cómo la academia y el estado pueden guiar y apoyar el uso adecuado de las tecnologías como estrategia para el crecimiento de las organizaciones en Colombia.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archibugi, D., & Coco, A. (2005). *Measuring Technological Capabilities at the Country Level : A Survey and a Menu for Choice*. Research Policy, 34(2), 175-194.
- Bharadwaj, A. S. (2000). *A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: an empirical investigation*. MIS Quarterly, 24(1), 169-196.
- Bhatt, G. D., y Grover, V. (2005). *Types of Information Technology Capabilities and Their Role in Competitive Advantage: An Empirical Study*. Journal of Management Information Systems, 22(2), 253-277.
- Cegarra . J. G., y Martínez E. A. (2007). *E-business through knowledge management in Spanish telecommunications companies*. International Journal of Manpower, 28(3/4), 298-314.
- Crawford, J., Leonard, L. N. K., y Jones, K. (2011). *The human resource's influence in shaping IT competence*. Industrial Management & Data Systems, 111(2), 164-183.
- Erosa-Martín, V. E., y Arroyo-López, P. E. (2010). *Segmentation of small firms based on information technology usage and absorptive capabilities*. *Technology Management for Global Economic Growth (PICMET)*, 2010 Proceedings of PICMET '10: (pp. 1-8).
- Fraser, S., y Wresch, W. (2005). *National Competitive Advantage in E-Commerce Efforts: A Report from Five Caribbean Nations*. Perspectives on Global Development & Technology, 4(1), 27-44.
- Gago, D., y Rubalcaba, L. (2007). *Innovation and ICT in service firms: towards a multidimensional approach for impact assessment*. Journal of Evolutionary Economics, 17(1), 25-44. Springer Science & Business Media B.V.
- Gibson, R. (1994). *Global information technology architectures*. Journal of Global Information Management, 2(1), 28-39.
- Hamid, N. A., y Zaman, H. B. (2010). *ICT dimension and indicators towards building a Knowledge Society in Malaysia: A measurement model*. 2010 International Symposium on Information Technology (pp. 1-6). IEEE.
- Ion, P., y Andreea, Z. (2008). *Use of ICT in SMES management within the sector of services*. Annals of the University of Oradea, Economic Science Series, 17(4), 481-487. Annals of the University of Oradea, Economic Science Series.
- Jiao, H., Chang, I.-C., y Lu, Y. (2008). *The relationship on information technology capability and performance: An empirical research in the context of China's Yangtze River delta region*. Industrial Engineering and Engineering Management, 2008. IEEM 2008. IEEE International Conference on (pp. 872-876).
- Jie, Z., Han, L., y Ziegelmayr, J. L. (2009). *Resource or capability? a dissection of SMES' it infrastructure flexibility and its relationship with its responsiveness*. Journal of Computer Information Systems, 50(1), 46-53.



- Ju-hong, C., y Meng-hua, Z. (2009). *Study on the Analysis of Information Technology Capability of Third-Party Logistics Firms and its Constructing*. Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2009 International Conference on (Vol. 1, pp. 424-427).
- Karimi, J., Somers, T., y Bhattacharjee, A. (2007). *The Role of Information Systems Resources in ERP Capability Building and Business Process Outcomes*. Journal of Management Information Systems, 24(2), 221-260.
- Kettinger, W. J., y Lee, C. C. (2005). *Zones of tolerance: alternative scales for measuring information systems service quality*. MIS Quarterly, 29(4), 607-623. MIS Quarterly & The Society for Information Management.
- Laudon, K., y Laudon, J. (2008). *Sistemas de información gerencial*. (L. M. Cruz & B. Gutiérrez, Eds.) (10th ed.). México: Pearson Education.
- Love, P. (2004). *An exploratory study of information technology evaluation and benefits management practices of SMEs in the construction industry*. Information & Management, 42(1), 227-242.
- Matthews, P. (2007). *ICT assimilation and SME expansion*. Journal of International Development, 19(6), 817-827.
- Nguyen, T. H. (2009). *Information technology adoption in SMEs: an integrated framework*. International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research, 15(2), 162-186.
- Papastathopoulos, A., y Beneki, C. (2010). *Organizational forms based on information & communication technologies (ICTs) adoption*. Research in Business & Economics Journal, 2, 1-18. Academic & Business Research Institute.
- Peppard, J., y Ward, J. (2004). *Beyond strategic information systems: towards an IS capability*. The Journal of Strategic Information Systems, 13(2), 167-194.
- Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., & Grover, V. (2003). *Shaping agility through digital options: reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms*. MIS Quarterly, 27(2), 237-263.
- Wang, Y., Lo, H.-P., Zhang, Q., y Xue, Y. (2006). *How technological capability influences business performance: An integrated framework based on the contingency approach*. Journal of Technology Management in China, 1(1), 27-52.
- Young, C. Y. (2011). *Measuring enterprise IT capability: A total IT capability perspective*. Knowledge-Based Systems, 24(1), 113-118. College of Electrical and Computer Engineering, Chungbuk National University, 410 Sungbong-ro, Heungduk-gu, Cheongju City, Chungbuk 361-763, South Korea.
- Zhang, M., Brodke, M., y McCullough, J. (2010). *Cross-cultural reliability and validity of a scale to measure information technology capability*. Journal of Technology Research, 2, 1-20.
- Zhang, M., Sarker, S., y McCullough, J. (2008). *Measuring Information Technology Capability of Export-Focused Small or Medium Sized Enterprises in China: Scale Development and Validation*. Journal of Global Information Management, 16(3), 1-25.