

En español

Papel de las capacidades en la valoración tecnológica

Claudia Nelcy Jiménez¹, Andrés Darío Cristancho²,
Oscar Fernando Castellanos³

RESUMEN

Tradicionalmente la valoración tecnológica se ha abordado con el enfoque financiero aplicado en la gestión de proyectos, centrándose en la dimensión económica. Sin embargo, diversos autores han detectado falencias en esta aproximación, proponiendo incluir técnicas que permitan tomar en cuenta aspectos cualitativos e intangibles de la tecnología. Considerando la definición amplia de la tecnología que abarca las capacidades tecnológicas de los sistemas y aparatos productivos, el objetivo de este artículo es el de analizar tales capacidades como parte de la valoración de tecnología que enfatiza en los aspectos intangibles de los recursos tecnológicos y en su aprovechamiento. Se muestran las tendencias y algunas de las herramientas que se han desarrollado para esta valoración, identificando retos en la valoración de capacidades tecnológicas en el contexto de países en desarrollo, donde se requiere promover procesos de creación de dichas capacidades, lo cual implica una visión estratégica

Palabras clave: capacidades tecnológicas, intangibles, tecnología, valoración tecnológica, innovación.

Recibido: marzo 5 de 2011

Aceptado: julio 24 de 2011

Introducción

La valoración tecnológica es un mecanismo clave en los procesos de toma de decisiones, que abarca tanto los componentes financieros y técnicos, como la gestión estratégica de la tecnología (Li & Chen, 2006). Angelo *et al.* (2008) afirman que es un objetivo prospectivo conocer el valor de tecnologías específicas, para incentivar la transferencia tecnológica. Asimismo, la valoración de una colección de activos relacionados que incluya la tecnología, es un prerrequisito para determinar si la estrategia de negocios seleccionada está generando una tasa de retorno aceptable (Watkins, 1998).

La visión de la tecnología ha cambiado a lo largo del tiempo, llegando a ser un factor estratégico para las organizaciones, en la medida en que además de ser un recurso tangible representado

In English

The role of capability in technology valuation

Claudia Nelcy Jiménez⁴, Andrés Darío Cristancho⁵,
Oscar Fernando Castellanos⁶

ABSTRACT

Technology valuation has traditionally been approached from an economics-based financial approach applied to project management. However, some authors have detected flaws in such approach, proposing that techniques should be included allowing technology's qualitative and intangible aspects to be taken into account. Considering a broader definition of technology covering production systems' technological capability, this article was aimed at analysing such capability as part of technology valuation, emphasising technological resources' intangible aspects and their exploitation. The tendencies and some of the tools which have been developed for such valuation are shown, identifying the challenges involved in assessing technological capability within the context of developing countries where the creation of such capability must be promoted, implying a strategic vision of technological development.

Keywords: technological capability, intangible, technology valuation, innovation.

Received: March 5th 2011

Accepted: July 24th 2011

Introduction

Technology valuation is a key decision-making mechanism, covering both financial and technical components and strategic technology management (Li & Chen, 2006). Angelo *et al.*, (2008) have stated that knowing the value of specific technologies for encouraging technological transfer is a prospective objective. Likewise, assessing a collection of related assets, including technology, is a prerequisite for determining whether a selected business strategy generates an acceptable rate of return (Watkins, 1998).

The view of technology has changed as time has elapsed, becoming a strategic factor for organisations in the sense that as well as being a tangible resource represented by equipment and

¹ Ingeniera Química y Magíster en Administración, Doctorante en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia. Profesora de la Escuela de Ingeniería de la Organización, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Integrante de los grupos de investigación BioGestión e Innovación y Gestión Tecnológica, Colombia. cnjimenezh@unal.edu.co

² Ingeniero Industrial y Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia. Integrante del grupo de investigación BioGestión, Colombia. adcristanchoa@unal.edu.co

³ Ingeniero Químico. M.Sc., Ph.D., Universidad Estatal de Moscú. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Coordinador Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad, BioGestión, Colombia. ofcastellanosd@unal.edu.co

⁴ Chemical Engineer and Master in Business Administration, PhD student in Industrial Engineering, Universidad Nacional de Colombia. Professor, School of Engineering Organization, School of Mines, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Member of the research groups BioGestión and Innovation and Technology Management. cnjimenezh@unal.edu.co

⁵ Industrial Engineering and Master in Industrial Engineering, Universidad Nacional de Colombia. Member of the research group BioGestión, Colombia. adcristanchoa@unal.edu.co

⁶ Chemical Engineer, M.Sc., Ph.D., Universidad Estatal de Moscú. Associate Professor, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Coordinador Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad, BioGestión, Colombia. ofcastellanosd@unal.edu.co

En español

en equipos y maquinarias, el componente intangible ha sido reconocido como factor clave en la generación de ventajas competitivas por medio de su identificación y aprovechamiento. Las capacidades tecnológicas, como parte de este componente intangible y resultado del aprovechamiento de los recursos disponibles en la organización, entre ellos los tecnológicos, requieren ser valoradas, dado que cada empresa o sistema productivo logra un nivel de capacidad diferente pues los recursos no se distribuyen de manera uniforme y equitativa, y su aprovechamiento depende fuertemente del contexto, lo cual corresponde al supuesto del que parte la teoría de los recursos y capacidades (Bogner y Thomas, 1994; Cool y Schendel, 1988; Deutsch *et al.*, 1997).

El objetivo de este artículo es el de analizar las capacidades tecnológicas para evidenciar su papel en el tema de la valoración tecnológica, enfocándose en la conceptualización más amplia de la tecnología que incluye dichas capacidades, y mostrar algunas de las herramientas que se han generado para valorarlas en contextos de menor desarrollo. Finalmente, se identifican algunos retos en la valoración de capacidades tecnológicas en estos ámbitos.

Conceptualización restringida y amplia de la tecnología

La figura 1 muestra cómo ha cambiado el concepto de tecnología, enriqueciéndose con aportes de diversos autores (en esta figura también se observa la evolución del concepto de valoración tecnológica, que será comentada más adelante). Desde la visión taylorista que predominaba a comienzos del siglo XX, la tecnología se consideraba como un medio de producción fundamentalmente tangible, si bien hacia mediados del siglo se empezó a reconocer el papel del conocimiento embebido en estos bienes, hablándose de paquetes tecnológicos, hasta llegar, en la década de los noventa, a una visión extendida que también incluye las capacidades tecnológicas organizacionales. Este cambio ha estado determinado, fundamentalmente, por el nivel estratégico que ha alcanzado la tecnología en los sistemas productivos, más allá del nivel operativo. En este sentido, de acuerdo con Angelo *et al.* (2008), puede hacerse referencia a una definición restringida y una definición amplia de la tecnología, la primera relacionada con los elementos tangibles y el conocimiento técnico asociado, mientras que el concepto amplio abarca la capacidad tecnológica total de los sistemas productivos. En este artículo se tomará como referente esta conceptualización amplia de la tecnología.

Capacidades tecnológicas

La aplicación de los conceptos relacionados con capacidades y competencias se fundamenta en la teoría basada en recursos, herramienta en la gestión estratégica que pretende identificar los factores específicos que consolidan diferencias de desempeño en las organizaciones (Bogner y Thomas, 1994; Cool y Schendel, 1988). En la literatura se encuentran varias aproximaciones al tema, que van desde el abordaje de las capacidades a consecuencia de las competencias, pasan por una visión en la dirección contraria, hasta considerarlas como sinónimos.

En el primer caso pueden mencionarse, como ejemplo, a Teece *et al.* (1997), quienes señalan que la capacidad se refiere a la aplicación estratégica de las competencias, es decir, su uso y despliegue para llevar a cabo objetivos estratégicos en los aparatos productivos. En este contexto, la definición y creación de

In English

machinery, its intangible component has been recognised as being a key factor in generating competitive advantages through identifying and exploiting it. Technological capability must be assessed as part of such intangible component and the result of exploiting an organisation's available resources (including technological ones) taking it into account that each company or production system achieves a different level of capability since resources are not uniformly and equitatively distributed and that their exploitation strongly depends on a particular context, corresponding to the supposition arising from resource- and capability-based theory (Bogner & Thomas, 1994; Cool & Schendel, 1988; Deutsch, *et al.*, 1997).

This article has thus been based on analysing technological capability to reveal its role regarding the topic of technological valuation, focusing on the broadest conceptualisation of technology including such capability, and presenting some of the tools which have been produced for assessing them within contexts involving less development. Some challenges involved in assessing technological capability in such settings are also identified.

Limited and broad conceptualisation of technology

Figure 1 shows how the concept of technology has changed, becoming enriched by contributions from different authors (this Figure also shows the evolution of the concept of technological valuation which will be dealt with later on). From the predominant Taylorist viewpoint at the beginning of 20th century, technology was considered to be a fundamentally tangible means of production, even though towards the middle of the century the role of knowledge became recognised as being imbued with such goods when talking of technological packages; an extended viewpoint was eventually reached which also included organisational technological capability in the 1990s. Such change has been mainly driven by the strategic level achieved by technology in production systems, going beyond the operational level. Thus, according to Angelo *et al.*, (2008), a limited definition and a broad definition of technology may be referred to, the former being related to tangible elements and associated technical knowledge whilst the broad concept covers productions systems' total technological capability. The broad conceptualisation of technology will be taken as referent in this article.

Technological capability

Applying concepts related to capability and skills is based on resource-based theory, a strategic management tool aimed at identifying specific factors consolidating organisations' performance differences (Bogner & Thomas, 1994; Cool & Schendel, 1988). Different approaches to the topic can be found in the pertinent literature, ranging from regarding capability to be a consequence of competence, to a completely contrasting viewpoint, to considering them as being synonymous.

Regarding the former point of view, one could mention Teece *et al.*, (1997) who stated that capability refers to the strategic application of competences/skills (i.e. their use and deployment for achieving production systems' strategic objectives). The definition and creation of capability will thus be determined by future

En español

In English

capacidades estarán determinadas por los objetivos futuros o el establecimiento de la necesidad de mejorar o fortalecer competencias específicas. Asimismo, estos autores asocian las competencias con las rutinas organizacionales, las cuales abarcan todos los activos implicados en las actividades distintivas de una organización y que permiten su realización a lo largo de múltiples líneas de productos.

objectives or establishing the need for improving or strengthening specific skills. Likewise, such authors associate competence with organisational routines covering all assets involved in an organisation's distinct activities and which allow them to be carried out even when involving multiple lines of products.

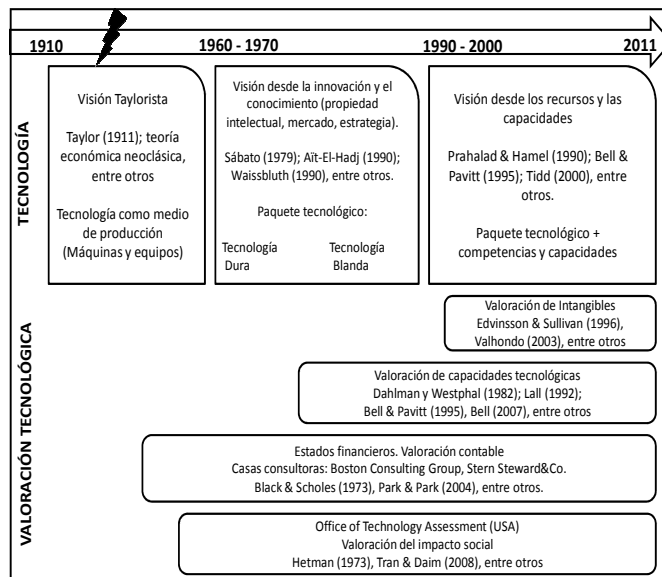


Figura 1. Evolución del concepto de tecnología y su valoración
Fuente: elaboración propia

En la visión de las competencias como resultado de las capacidades, Prahalad y Hamel (1990), Coombs (1996), y Hitt *et al.* (2004, citados en Castellanos *et al.*, 2009), plantean que las competencias distintivas, es decir, aquellas competencias superiores a las de los competidores, se basan en los recursos, las capacidades y las competencias nucleares o *core competences* (aquellas que son estratégicamente importantes para el desempeño exitoso de organizaciones y sistemas productivos). Según dichos autores, las capacidades hacen referencia a la aptitud que un conjunto de recursos tiene para desempeñar una tarea o una actividad de forma integrada, mientras que las competencias son el resultado del continuo despliegue e integración de los recursos en el tiempo y por medio de varias características.

En el último caso cabe mencionar a Huerta *et al.* (2004), quienes usan indistintamente los términos capacidad y competencia, señalando que existen dos niveles de agregación, en el primero de los cuales se ubican los recursos o activos individuales, mientras que en el segundo nivel están las capacidades, competencias o habilidades colectivas de la organización. Igualmente, estos autores resumen las diferencias entre los conceptos de recursos y capacidades, mencionando el carácter de *stock* de los primeros frente al de flujo de las capacidades, así como el carácter colectivo de las capacidades frente al individual de los recursos.

Si bien la discusión en torno al concepto de capacidad y competencia continúa en desarrollo, a los efectos de este artículo se tomarán las capacidades como centro de análisis, considerándolas como factores fundamentales para la competitividad, cuya existencia es la base para la consolidación de competencias de índole organizacional, tecnológica, de innovación, entre otras,

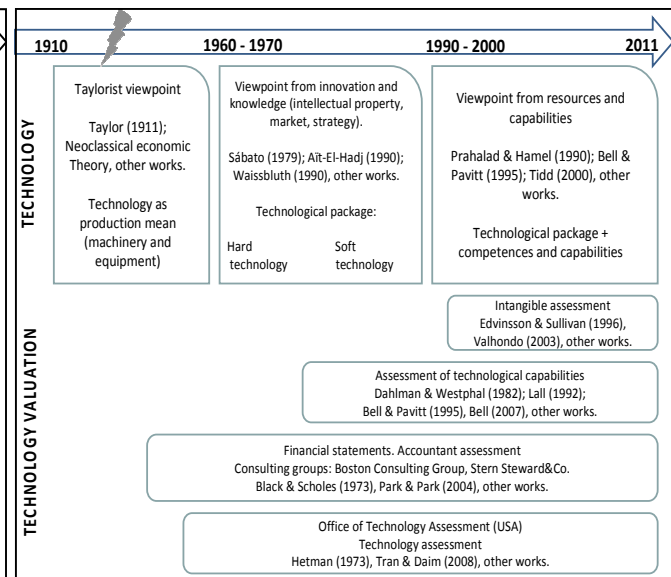


Figure 1. The evolution of the concept of technology and its valuation
Source: prepared by the authors

Adopting the viewpoint that competence results from capability, Prahalad & Hamel (1990), Coombs (1996) and Hitt *et al.*, (2004, cited in Castellanos *et al.*, 2009) have proposed that distinct competences (i.e. superior competences to those of one's competitors) are based on resources, capability and core competences (those which are strategically important for organisations and production systems' successful performance). According to these authors, capability refers to a set of resources' aptitude for the integrated performance of a task or an activity, whilst competences are the result of ongoing resource deployment and integration involving several characteristics.

It is worth mentioning Huerta *et al.*, (2004), regarding the latter case, as they have used the terms capability and competence indiscriminately, stating that they can be grouped into two levels. The former groups individual resources or assets whilst the latter groups an organisation's collective capability, competence or ability. These authors have also summarised the differences between the concept of resources and capability, mentioning the stock nature of the former regarding the flow of capability, as well as the collective nature of capability regarding the individual nature of resources.

The discussion concerning the concept of capability and competence is ongoing; capability will be taken as the centre for analysis in this article, considering it to be a fundamental factor for competitiveness, whose existence forms the basis for the consolidation of organisational, technological and innovation-type competences, in turn leading to the creation of competitive advan-

En español

que a su vez permitan la generación de ventajas competitivas.

Los sistemas productivos pueden poseer capacidades tecnológicas, comerciales, metodológicas y logísticas, sociales, entre otras. Las capacidades tecnológicas, como aspecto clave para la innovación, permiten lograr un desempeño eficiente y se basan principalmente en los recursos especializados, como el personal calificado, los bienes de capital y el *know how* tecnológico (Bell y Pavitt, 1995). Teniendo en cuenta las características del conocimiento tecnológico, las capacidades tecnológicas se pueden clasificar en tres categorías (Lall, 1992): 1) capacidades de inversión: son habilidades fundamentales antes de crear nuevas plantas o al expandir las instalaciones existentes se identifican necesidades, preparación y obtención de tecnologías, por último se diseña, construye, equipa y se consigue el personal para la nueva infraestructura; 2) capacidades de vinculación: son las necesarias para transmitir y recibir información, habilidades y tecnologías de proveedores, asesores, empresas prestadoras de servicios, etcétera; y 3) capacidades de producción: envuelven las habilidades básicas como operación, control de calidad, mantenimiento, pasando por algunas más especializadas como mejora y adaptación del equipo; diseño, investigación y desarrollo, incluyendo funciones de vigilancia y control tanto en procesos como en productos.

La capacidad de generar tecnología está asociada casi exclusivamente a los sistemas físicos utilizados en la producción de bienes terminados con alto valor agregado. Para ampliar esta perspectiva Leonard-Barton (1998) identifica que la competencia de los negocios se logra con el desarrollo de habilidades tecnológicas propias, por lo cual la capacidad tecnológica de la empresa depende del desarrollo simultáneo en sistemas físicos (equipos e instalaciones), sistemas de gestión, habilidades y conocimientos de sus empleados, normas y valores de la empresa.

El avance tecnológico logrado por una organización está ligado directamente a las posibilidades de su entorno; por ello, la investigación sobre capacidades tecnológicas debe enfocarse en dos dimensiones: el desempeño de los sistemas productivos para países desarrollados y para economías en desarrollo. Las perspectivas tienden a ser diferenciadas, puesto que en una economía desarrollada, como la mayoría de empresas están en la frontera tecnológica, ya existen capacidades tecnológicas, y por tanto, la investigación se centra en la adecuada identificación de las capacidades tecnológicas que generen ventajas en el mercado, la consolidación de los mecanismos de apoyo a la promoción de dichas capacidades, la mejor comprensión de sus componentes, la rutinización de actividades y la óptima renovación de éstas. Entre tanto, en países en desarrollo es habitual que los sistemas productivos no dispongan de un cúmulo de capacidades tecnológicas, por lo que el debate surge en torno a las actividades requeridas para su construcción y acumulación (Figueiredo, 2001).

Valoración de tecnología desde su perspectiva restringida y amplia

De forma similar a lo ocurrido con la definición de tecnología, y de acuerdo con lo presentado en la figura 1, la valoración tecnológica ha complementado el enfoque puramente contable, al incluir la valoración de aspectos intangibles como el conocimiento y las capacidades, lo que ha generado aproximaciones diferentes, involucrando incluso aspectos sociales en la medición del

In English

tages.

A production system may have technological, commercial, methodological and logistical, social capability. Technological capability, as a key aspect for innovation, leads to efficient performance being achieved and is mainly based on specialised resources, such as qualified personnel, capital goods and technological know-how (Bell & Pavitt, 1995). Bearing technological know-how's characteristics in mind, technological capability may be classified into three categories (Lall, 1992): a) investment capability: this concerns an organisation's fundamental skills before creating new plants or expanding existing installations, needs are identified, preparations are made and technology obtained and the personnel needed for the new infrastructure are identified, planned for, equipped and recruited; b) connection capability: this is necessary for transmitting and receiving information, skills and technology from and to providers, assessors, service-providing companies; and c) production capability: this covers basic skills, such as operation, quality control and maintenance, as well as some more specialised ones such as improving and adapting, designing, investigating and developing equipment, including surveillance and both process and product control.

The capability of generating technology is almost exclusively associated with physical systems used in producing high value-added finished goods. Taking this perspective further, Leonard-Barton (1998) has stated that business skills are achieved by developing in-house technological skills, meaning that a company's technological capability depends on the simultaneous development of a particular company's standards and values in their own physical systems (equipment and installations), management systems and their employees' skills and knowledge.

An organisation's technological advance is directly linked to the possibilities of its setting; research into technological capability must thus be focused on two dimensions: production systems' performance for developed countries and for developing economies. Such perspectives tend to be differentiated as a developed economy has technological capability (as most companies are on the technological frontier) and thus investigation is centred on the suitable identification of technological capability thereby leading to market advantages, the consolidation of support mechanisms aimed at promoting such capability, better understanding of components, the routinisation of activities and their optimum renovation. Developing countries do not normally have production systems providing a cluster of technological capability, meaning that debate arises around the activities required for constructing and accumulating it (Figueiredo, 2001).

Valuing technology from its limited and broad perspective

Similarly to what happened with the definition of technology, and according to that presented in Figure 1, technological valuation has been complemented from a purely accountancy-based approach by including an assessment of intangible aspects such as knowledge and capability, leading to different approaches involving social aspects being adapted when measuring the im-

impacto de la tecnología en contextos determinados.

La valoración tecnológica ha sido definida por diversos autores; empero, su concepto académico se comenzó a explorar en años recientes (Li y Chen, 2006). Estos autores afirman que la valoración de tecnología busca determinar el máximo beneficio económico por medio del uso de información de manera eficaz y con una serie de métodos razonables, es decir, permitir a un comprador o un vendedor beneficiarse mediante la plena utilización de toda la información disponible.

Con una aproximación más amplia, Elói y Santiago (2008) indican que el propósito de la valoración no es predecir el valor exacto de la tecnología, sino proporcionar un valor esperado que capture los riesgos e incertidumbres inherentes al proceso de innovación tecnológica. Afirman que la valoración y la evaluación tecnológica son procesos complementarios que hacen parte de uno más amplio conocido como comercialización de nuevas tecnologías. Adicionalmente, la valoración se orienta a la determinación del valor intrínseco de un activo tecnológico, a diferencia del *pricing* o fijación de su precio (LES, 2008).

A partir de lo anterior, en general se evidencia que en la literatura existen diversos conceptos sobre valoración tecnológica, algunos más restringidos que otros, supeditados a la conceptualización de tecnología que se maneje y al contexto en que se desarrolle el proceso de valoración. Así como el concepto de tecnología, el de valoración tecnológica puede interpretarse desde una perspectiva amplia, en el que el objeto valorado es la capacidad tecnológica de un sistema productivo, como uno de sus activos intangibles fundamentales para la generación de innovaciones.

Valoración de capacidades tecnológicas

Las capacidades tecnológicas están vinculadas al capital intelectual, razón por la cual los procesos para su valoración constituyen un factor clave en el propósito de determinar el impacto real del aprendizaje tecnológico que se adquiere por cinco vías importantes (Freeman, 1993; Pérez y Adames, 2005, citados en Castellanos *et al.*, 2009): 1) la educación de numerosos profesionales de la ingeniería; 2) la promoción de una amplia gama de actividades técnicas y científicas en el comercio y la industria; 3) el aprendizaje tecnológico dentro de las empresas y una red de servicios públicos y privados de asesoría y consultoría, asociaciones de investigación, oficinas de patentes y demás infraestructuras y redes científicas y técnicas para la innovación; 4) el aprendizaje continuo mediante la integración horizontal de las actividades de investigación y desarrollo, diseño, producción y comercialización; y por último, 5) las inversiones en equipo físico, en plantas y maquinaria nueva y usada.

Las capacidades tecnológicas se han estudiado con el uso de modelos en los cuales son categorizadas de acuerdo con su impacto estratégico. En la tabla 1 se presenta un resumen de las taxonomías planteadas por diversos autores para valorar las capacidades tecnológicas.

Se observan en la tabla 1 los diferentes enfoques que pueden establecerse en la clasificación de las capacidades tecnológicas, que parten de niveles muy detallados y escalonados como el propuesto por Lall (1992), pasando a una agregación a dos niveles en el trabajo de Bell y Pavitt (1995), y posteriormente se plantea una diferenciación en las capacidades tecnológicas para

part of technology in determined contexts.

Technology valuation has been defined by different authors; nonetheless, its academic concept has begun to be explored during the last few years (Li & Chen, 2006). The aforementioned authors have stated that technology valuation seeks to determine maximum economic benefit by using information effectively through a series of reasonable methods, i.e. allowing a buyer or seller to benefit through the full use of all available information.

Elói and Santiago (2008) have indicated, in a broader approach, that evaluation is not concerned with predicting technology's exact value but rather with providing an expected value, thereby capturing the risks and uncertainties inherent in technological innovation. They have stated that valuation and technological evaluation are complementary processes forming part of a much broader one known as new technology commercialisation (marketing). Valuation is orientated towards determining a technological asset's intrinsic value, differently to pricing (LES, 2008).

The foregoing shows that differing concepts can be found in the pertinent literature about technological valuation, some being more restricted/limited than others, depending on the conceptualisation of technology being used and the context in which assessment takes place. As in the concept of technology, technological valuation can be interpreted from a broad perspective in which the object being evaluated is a particular production system's technological capability as one of its fundamental intangible assets for creating innovation.

Valuing technological capability

Technological capability is linked to intellectual capital which is why its valuation represents a key factor in the proposal for determining the real impact of technological learning which is acquired through five important routes (Freeman, 1993; Pérez and Adames, 2005, cited in Castellanos *et al.*, 2009): (1) educating many students graduating in engineering; (2) promoting a wide range of technical and scientific activities within trade and industry; (3) technological learning inside companies and a public and private assessment and consultancy service network, research associations, patents offices and other scientific and technical infrastructure and networks for innovation; (4) ongoing learning through the horizontal integration of research and development (R&D), design, production and marketing activities; and (5) investment in physical equipment, plant and new and used machinery.

Technological capability has been studied using models in which its strategic impact has been categorised. Table 1 summarises the taxonomies which have been proposed by several authors for evaluating technological capability.

Table 1 shows the different approaches which can be adopted when classifying technological capability, starting from very detailed, staggered levels, such as those proposed by Lall (1992), the two-level approach of Bell and Pavitt (1995) or the differentiation of technological capability for generating and managing

En español

In English

generar y manejar cambio técnico, propuestas por Amsden (2001), quien sostiene que el paso de las capacidades de producción a las de innovación se da con la capacidad de ejecutar proyectos, como una visión que fomenta organizacionalmente la capacidad de generar cambios internos. Finalmente, Bell (2007) propone otra clasificación, en la que aborda las capacidades de operación, que permiten el uso y operación de las tecnologías, y las capacidades de innovación, para crear conocimiento y transformarlo, las cuales a su vez se componen de las capacidades de diseño y de investigación y desarrollo.

Tabla 1. Taxonomías para el análisis y valoración de las capacidades tecnológicas

Capacidades tecnológicas	Autores				
	Lall (1992)		Bell y Pavitt (1995)	Amsden (2001)	Bell (2007)
	Básicas	{ Rutina básica Adaptativa Duplicativa Innovativas Para manejar el riesgo	{ Capacidades básicas de producción Capacidades para generar y manejar el cambio técnico	Capacidades de producción	Operación / capacidades de producción
	Intermedias			Capacidades de ejecución de proyectos	Capacidades de diseño e ingeniería
Avanzadas				Capacidades de innovación	Capacidades investigación y desarrollo

Fuente: adaptado de Bell (2007)

Herramientas de valoración de capacidades tecnológicas

Diversos autores, como Bell y Pavitt (1995) y Dutrénit *et al.* (2002), han propuesto herramientas para la valoración de las capacidades tecnológicas en los aparatos productivos, que buscan responder a las especificidades propias de los contextos de aplicación. A continuación se referencian algunas de estas herramientas, diseñadas y empleadas principalmente en el ámbito de los países en desarrollo.

Matriz de valoración de capacidades tecnológicas

La caracterización del manejo tecnológico en los países en desarrollo se ha enfocado en describir el uso y adaptación de las tecnologías foráneas a las características locales, hasta lograr dinámicas de manejo tecnológico innovador similares a las de las empresas más avanzadas en el respectivo campo. Para ello se han desarrollado estructuras de análisis en forma matricial que describen el desarrollo tecnológico de manera secuencial, con el detalle de las funciones tecnológicas en las columnas, mientras que en las filas se describen los grados de complejidad en el manejo de cada función.

Un ejemplo relevante por su frecuencia de aplicación y por las derivaciones generadas es la propuesta de Bell y Pavitt (1995), quienes plantean enmarcar las capacidades tecnológicas en las funciones de inversión, de producción y de soporte, como se describe en la tabla 2. Las funciones de inversión incluyen: 1) la habilidad de los usuarios para decidir, hacer y controlar la tecnología; y 2) la preparación e implementación de proyectos. Las funciones de producción incluyen: 1) la organización de procesos y producción; y 2) las funciones centradas en el producto. Las funciones de soporte incluyen: 1) el desarrollo de vínculos; y 2) el suministro de bienes de capital.

technical change proposed by Amsden (2001) who stated that the step from production capability to innovation is made via the capability to execute projects, as a viewpoint organisationally promoting capability for producing internal change. Bell (2007) has proposed another classification dealing with operation capability which allows the use and operation of technology and innovation capability for creating knowledge and transforming it, in turn making up design, research and development capability.

Table 1. Taxonomies for analysing and assessing technological capability

		Authors				
		Lall (1992)	Bell & Pavitt (1995)	Amsden (2001)	Bell (2007)	
Technological capability	Basics	{ Basic routine	{ Basic production capability	Production capability	Operating / production capability	
	Intermediate			{ Adaptative Duplicative	Project execution	Design and engineering
	Advanced	{ Innovative Risky	Technological capability/ability to generate and manage technical change		Innovation	R&D

Source: adapted from Bell (2007)

Tools for assessing technological capability

Several authors like Bell & Pavitt (1995) and Dutrénit *et al.* (2002) have proposed tools for assessing production systems' technological capability, seeking to respond to application contexts' specificities. Some of these tools referred to in the next section have been designed and used mainly within the setting of developing countries.

Technological capability assessment matrix

Characterising technological management in developing countries has been focused on describing the use and adaptation of foreign technology to local characteristics until innovative technological management dynamics similar to those of the most advanced companies in the respective field have been achieved. Matrix analysis structures have thus been developed sequentially describing technological development, details of technological functions being given in the columns whilst the rows describe the degrees of complexity related to managing each function.

Bell and Pavitt's 1995 proposal provides a relevant example due to the frequency of its application and the derivations which it has led to; they proposed framing technological capability within investment, production and support functions (as described in Table 2). Investment functions would include users' ability to decide on, produce and control technology and preparing and implementing projects. Production functions would include organising processes and production and product-centred functions; support functions would include developing links and supplying capital goods.

En español

In English

Nivel de capacidades	Actividades primarias				Actividades de soporte	
	Funciones de inversión		Funciones de producción			
	1) Habilidad para decidir sobre fabricar y controlar la tecnología	2) Preparación e implementación de proyectos	3) Organización de procesos y producción	4) Centradas en el producto	5) Desarrollo de vínculos	6) Suministro de bienes de capital
	Capacidades básicas de producción (capacidad para usar las técnicas de producción existentes)					
	Capacidades tecnológicas (capacidad para generar y manejar el cambio técnico)					
Básico						
Intermedio						
Avanzado						

Tabla 2. Esquema de análisis de capacidades tecnológicas

Fuente: adaptación de la matriz original de Bell y Pavitt (1995) con propósitos descriptivos

Capability level	Primary activities				Supporting activities	
	Investment function		Production function			
	1) Ability to decide on, build and control technology	2) Preparing and implementing projects	3) Organising processes and production	4) Capabilities focused on the product	5) Developing links	6) Supplying capital goods
	Basic production capability (ability to use existing production techniques)					
	Technological capability (ability to generate and manage technical change)					
Basic						
Intermediate						
Advanced						

Table 2. The technological capability analysis scheme

Source: adapted from the original matrix developed by Bell & Pavitt (1995) for descriptive purposes

La dimensión tecnológica, de difícil caracterización por la diversidad de criterios que aportan en su desarrollo, se evalúa con la matriz de valoración de las capacidades tecnológicas para determinar las condiciones logradas con el uso avanzado e innovador de la tecnología; sin embargo, esta herramienta es limitada, porque sólo revela el estado de la organización en un instante. Para superar este inconveniente se han desarrollado herramientas complementarias con las cuales se pretende identificar variables adicionales, tales como la causalidad o velocidad en el logro de las capacidades tecnológicas, entre otras, útiles para estructurar propuestas sobre un adecuado manejo tecnológico.

En Latinoamérica se han desarrollado herramientas de medición de las capacidades tecnológicas en las organizaciones de la región, tomando como base la matriz planteada por Bell y Pavitt (1995). En México se formuló una propuesta (Dutrénit *et al.*, 2002) para abordar la dinámica de operación de subsidiarias de transnacionales, específicamente de maquiladoras. En las actividades de soporte de la matriz de valoración de capacidades tecnológicas se incluyen las funciones *vinculación interna*, *vinculación externa* y *modificación de equipo*, que describen la complejidad administrativa y operacional desarrollada en la interacción entre la empresa matriz y la subsidiaria, que abarca la construcción de redes de suministro de bienes y servicios para las empresas maquiladoras. Adicionalmente, en las funciones de inversión se incluye la *toma de decisiones y control*, debido a que los grandes proyectos de inversión dependen de las decisiones de la casa matriz y no de las maquiladoras mexicanas.

Índice de capacidades tecnológicas

Dutrénit *et al.* (2002) y Sampedro (2003) desarrollaron una herramienta con base en la matriz de valoración de las capacidades tecnológicas presentada, en la cual se pondera numéricamente el cumplimiento de los atributos de dicha matriz (tabla 3). De esta manera se pueden articular dinámicas de medición a lo largo del tiempo o mediante comparación entre organizaciones, pero sin identificar explícitamente las capacidades logradas, lo que facilita la masificación del ejercicio de medición de capacidades tecnológicas, sin evidenciar necesariamente las características de las ventajas adquiridas entre las organizaciones.

Se observa en la tabla 3 una distribución diferencial del valor aportado por cada función tecnológica, que obedece a reflexiones particulares respecto a las condiciones dadas por el manejo tecnológico en el marco del sector maquilador (Sampedro,

The technological dimension is difficult to characterise because of the diversity of criteria contributing towards its development. It may be evaluated by using the technological capability assessment matrix for determining conditions achieved in the advanced and innovative use of technology; however this tool is limited because it only reveals the state of an organisation at a given moment. Complementary tools have been developed for overcoming such drawback as they try to identify additional variables, such as causality or the speed of achieving technological capability, these being useful for structuring proposals concerning suitable technological management.

Technological capability measurement tools based on the matrix proposed by Bell and Pavitt (1995) have been developed in Latin-America by the region's organisations. A proposal has been formulated in Mexico (Dutrénit *et al.*, 2002) for approaching transnational subsidiaries' operation dynamics, specifically assembly-plants. Technological capability assessment matrix support activities would include *internal links*, *external links* and *equipment modification* functions describing the administrative and operational complexity developed during the interaction between the company's matrix and that of subsidiary encompassing the construction of assembly-plant companies' goods and service supply networks. Investment functions would also include *decision-making* and *control* as large-scale investment projects depend on headquarters' decisions and not those made by Mexican assembly-plants.

Technological capability index

Dutrénit *et al.* (2002) and Sampedro (2003) have developed a tool based on the aforementioned technological capability assessment matrix in which they numerically weighted compliance with such matrix's attributes (Table 3). They could thus coordinate measurement dynamics as time elapsed or by comparing organisations but without being able to explicitly identify achieved capability, thereby facilitating extending the exercise of measuring technological capability, without necessarily describing the characteristics of advantages acquired by organisations.

Table 3 shows a differential distribution of the value provided by each technological function obeying particular reflections regarding conditions in line with technological management within the framework of the assembly-plant sector (Sampedro, 2003). Ap-

En español

In English

2003). Por tanto, la aplicación de esta herramienta en sectores y contextos diferentes requiere una nueva ponderación del aporte de cada función tecnológica.

plying this tool in different sectors and contexts thus requires fresh weighting regarding each technological function's contribution.

Niveles de profundidad	Funciones técnicas de Inversión		Funciones técnicas de Producción		Funciones técnicas de Soporte			Total por nivel de acumulación
	Diseño y control sobre la planta	Seguimiento y ejecución de proyectos	Centradas en procesos y organización de producción	Centradas en producción	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de equipos	
Capacidades operativas básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1
C. innovativas básicas	0.30	0.30	0.40	0.40	0.20	0.20	0.20	2
C. innovativas intermedias	0.45	0.45	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	3
C. innovativas avanzadas	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40	0.40	0.40	4

Level	Technical investment functions		Technical production functions		Technical support functions			Total by accumulation level
	Designing and controlling plant	Monitoring and implementing projects	Capability focused on processes and organising production	Capability focused on production	External linkage	Internal linkage	Changing teams	
Basic operational capability	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1
Basic innovative C.	0.30	0.30	0.40	0.40	0.20	0.20	0.20	2
Intermediate innovative C.	0.45	0.45	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	3
Advanced innovative C.	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40	0.40	0.40	4

Tabla 3 . Índice de capacidades tecnológicas. Ejemplo de su aplicación al sector maquilador mexicano

Fuente: adaptado de la matriz desarrollada por Dutrénit et al. (2002)

Table 3. Technological capability index. An example of its application to the Mexican assembly-plant sector

Source: adapted from the matrix developed by Dutrénit et al. (2002)

Evaluación de los procesos de aprendizaje en economías emergentes

Es una propuesta que surge en Brasil de manera complementaria a la valoración de la matriz de capacidades tecnológicas y pretende identificar la causalidad de los procesos de aprendizaje en la consolidación de las capacidades tecnológicas. Los procesos de aprendizaje son categorizados según su origen (internos o externos) y su forma de conversión del conocimiento en la organización (socialización o codificación). Estos procesos de aprendizaje son evaluados en cuatro dimensiones: variedad, intensidad, funcionamiento e interacción, para determinar su relevancia en la consolidación de las capacidades tecnológicas (Figueiredo, 2001).

Esta herramienta se basa en un método para categorizar la calidad del conocimiento adquirido en la organización a partir de su utilidad para la consolidación de atributos tecnológicos. Requiere de la descripción de los procesos de aprendizaje desarrollados a lo largo de la historia de la organización y de su valoración objetiva respecto de los atributos propuestos. Resulta pertinente en el caso de sistemas productivos que, al estar inmersos en dinámicas de competitividad, son sometidos a ejercicios de aprendizaje que suelen perder el rumbo o la posibilidad de construir nuevas capacidades.

Trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas

La construcción de la herramienta de medición de la trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas parte de identificar el tiempo que tarda una organización en consolidar cada una de dichas capacidades en las diferentes funciones tecnológicas. Se complementa con una proyección del crecimiento de las capacidades en la frontera tecnológica. Así, la velocidad de acumulación de las capacidades tecnológicas de la organización debe ser superior a la de los competidores internacionales con la finalidad de alcanzar niveles de desempeño satisfactorios (Bell, 2007). La principal fortaleza de esta herramienta se basa en la posibilidad

Evaluating learning in emerging economies

This proposal emerged in Brazil complementarily to technological capability matrix assessment and is aimed at identifying the causality of learning in relation to consolidating technological capability. Learning process are categorised according to their origin (internal or external) and how they convert knowledge within an organisation (socialisation or encoding). Four aspects of learning are evaluated to determine their relevance in consolidating technological capability: variety, intensity, functioning and interaction (Figueiredo, 2001).

This tool is based on a method for categorising the quality of knowledge acquired in a particular organisation from its usefulness in consolidating technological attributes. A description of the learning developed throughout an organisation's history and its objective assessment regarding proposed attributes are required. Production systems which usually lose direction or the possibility of constructing new capability should thus be subjected to learning as they are immersed in the dynamics of competitiveness.

Technological capabilities' accumulation trajectory

Constructing a technological capability accumulation trajectory measurement tool begins from identifying the time which an organisation takes in consolidating each capability in different technological functions. This must be complemented by a projection of capability growth on the technological frontier. An organisation's speed of accumulating technological capability must thus be greater than that of its international competitors so as to reach satisfactory performance levels (Bell, 2007). This tool's main strength is based on the possibility of extrapolating performance expectations for accumulating technological capa-

En español

de extrapolar expectativas de desempeño para acumular capacidades tecnológicas y alcanzar desempeños tecnológicos superiores.

Desempeño empresarial y capacidades de innovación tecnológica

Robledo *et al.* (2009) proponen el estudio del desempeño de empresas y sectores colombianos con datos de las encuestas nacionales de innovación mediante el análisis de las capacidades de innovación tecnológica, entendidas como aquellas capacidades organizacionales relacionadas con las dinámicas de innovación tecnológica, que van más allá de la investigación y desarrollo (I+D). Por ello, para analizar el desempeño empresarial, estos autores se basan en siete tipos de capacidades propuestos en otros trabajos (OCDE, 2002; Guan y Ma, 2003; Yam *et al.*, 2004; Sher y Yang, 2005, citados en Robledo *et al.*, 2009): capacidad de I+D, capacidad de gestión de recursos, capacidad de aprendizaje organizacional, capacidad de planeación estratégica, capacidad de producción, capacidad de mercadeo y capacidad organizacional. Tales capacidades deben ser medidas indirectamente, por lo cual Robledo y su equipo identificaron las preguntas en las encuestas nacionales de innovación que proporcionan información relativa a cada una de ellas, según la definición de estas capacidades establecida en la literatura. Finalmente, con el uso de técnicas estadísticas de análisis de asociación entre variables, estos autores establecieron la relación entre las capacidades de innovación tecnológica y el desempeño empresarial, si bien hacen mención a la dificultad de contar con datos necesarios para trabajar de forma válida el marco teórico que proponen, debido al diseño, frecuencia y acceso a las encuestas de innovación.

Retos en la valoración de capacidades tecnológicas en contextos de menor desarrollo

Las economías de menor desarrollo, como aquellas de la región latinoamericana, disponen de recursos limitados en sus aparatos productivos que, como base para la generación de capacidades, consecuentemente restringen este tipo de procesos. Empero, dicha limitación no puede considerarse como la principal razón de su atraso tecnológico, ya que también es relevante el impacto de las falencias en la visión estratégica del desarrollo tecnológico, así como en los procesos de transferencia de tecnología que lleven implícita la asimilación y el dominio de las tecnologías adquiridas. Por tanto, *el reto es pasar de poseer simplemente unos recursos, a la creación y acumulación de capacidades por medio de su adecuado aprovechamiento, que a su vez permita generar ventajas competitivas.*

Asimismo, para lo anterior se requiere el diseño de herramientas y metodologías de medición de los avances en cuanto a la consolidación de capacidades, que debe tomar en cuenta las variables sociales, tecnológicas, políticas y económicas regionales, así como atender las dinámicas de apropiación tecnológica de los aparatos productivos objeto de estudio, por lo cual su enfoque debe ser adaptativo para describir la complejidad de acumulación de capacidades tecnológicas dada la diversidad de organizaciones y sus especificidades en el contexto de países como los latinoamericanos.

El reto en la consolidación de herramientas de valoración es obedecer a lineamientos muy específicos para la aplicación en los sectores económicos de interés, de tal manera que genere repli-

In English

bilities and achieving superior technological performance.

Entrepreneurial performance and technological innovation capability

Robledo *et al.*, (2009) have proposed studying Colombian companies and sectors' performance by using data from national innovation surveys through analysing technological innovation capability, this being understood as being organisational capability related to the dynamics of technological innovation going beyond just R&D. Robledo's proposal is based on seven types of capability for analysing entrepreneurial performance, described in other works (OECD, 2002; Guan & Ma, 2003; Yam *et al.*, 2004; Sher & Yang, 2005, cited in Robledo *et al.*, 2009): R&D capability, resource management capability, organisational learning capability, strategic planning capability, production capability, marketing capability and organisational capability. Such capability must be measured indirectly, meaning that questions in national innovation surveys providing information related to each of them were identified by Robledo and his team, according to such capability's definition established in the pertinent literature. Statistical techniques for analysing association between variables were used by these authors for establishing the relationship between technological innovation capability and entrepreneurial performance even though they have mentioned the difficulty involved in obtaining the necessary data for valid work on their proposed theoretical framework, due to innovation survey design, frequency and gaining access to them.

Challenges involved in valuing technological capability within the context of less developed economies

The production systems of less developed economies, such as those in the Latin-American region, have limited resources forming the basis for generating capability; this type of process is consequently restricted. Nonetheless, such limitation cannot be considered the main reason for their technological backwardness since the impact of failure in both technological development and technology transfer (implicit in the assimilation and command of acquired technology) is also relevant from a strategic viewpoint. *The challenge thus lies in going from simply having some resources to creating and accumulating capability through their suitable exploitation, this in turn leading to competitive advantages being generated.*

Likewise, the foregoing requires that tools and methodologies are designed for measuring advances regarding the consolidation of capability which must take social, technological, political and regional economic variables into account, as well as dealing with the dynamics of technological appropriation of the production systems forming the object of study. This means that such approach must be adaptive for describing the complexity of accumulation of technological capability given organisations' diversity and their specificities within the context of countries such as Latin-American ones.

The challenge in consolidating valuation tools lies in obeying very specific guidelines for applying them to economic sectors of interest so that they lead to results being replicated and compared so

cación y comparación en los resultados a los fines de que los actores sociales (sector empresarial, sector educativo, Gobierno) gestionen adecuadamente medidas que permitan avanzar en la acumulación de dichas capacidades. En el entorno latinoamericano son comunes los estudios de caso en los que se propone identificar en las organizaciones el estado puntual de las capacidades tecnológicas, sin embargo existen modelos de análisis con mayor valor agregado en los cuales se establecen comparaciones entre organizaciones competidoras (Figueiredo, 2002), entre diferentes regiones (Ariffin y Figueiredo, 2006) o en la misma organización en el transcurso del tiempo (Sampedro, 2003), con lo que se generan bases más sólidas para definir actividades de aprovechamiento de sinergias o desempeños tecnológicos globales de la organización.

Conclusiones

La valoración tecnológica es una temática en desarrollo, donde el propio concepto está evolucionando, llegando a entenderse por valoración la determinación, no sólo del valor de un bien, sino también de su impacto en la organización que lo adquiere o genera. En términos de tecnología, los procesos de valoración deben considerar tanto las técnicas tradicionales orientadas a bienes tangibles representados por el componente duro del paquete tecnológico, como a nuevos enfoques para valorar su componente blando, en el cual se pueden ubicar las capacidades tecnológicas. Asimismo, se encuentran en la literatura variedad de propuestas en torno a métodos y técnicas de valoración de tecnologías, y en lo que respecta a las capacidades tecnológicas, dichas propuestas se caracterizan por responder a necesidades puntuales en contextos particulares, por lo cual se dificulta su generalización. En general, se trata de ejercicios de construcción de conocimiento respecto a la evolución tecnológica de las organizaciones y los sistemas productivos, a sus dinámicas de aprendizaje y al análisis de la estructura de toma de decisiones para determinar las rutinas de acumulación de capacidades tecnológicas.

Como tema en desarrollo, la valoración de capacidades tecnológicas representa un interesante campo de estudio para las economías emergentes latinoamericanas, en la medida en que son todavía pocos los investigadores que han incursionado en él, principalmente en países como Brasil y México, mientras que en Colombia las propuestas fundamentalmente constituyen aproximaciones que se han visto limitadas en la disponibilidad de información. Además, en el marco de la valoración de tecnología, las capacidades tecnológicas constituyen un elemento fundamental que debe tenerse en cuenta en búsqueda de abarcar todas las dimensiones y la complejidad que caracteriza a la tecnología.

En dicha búsqueda, y como una perspectiva novedosa de abordaje de la valoración de la tecnología en su concepto amplio, el estudio de este tema retomando elementos de otros campos de conocimiento como el biológico, es una investigación actualmente en curso por parte de los autores de este artículo (se han publicado avances en Jiménez y Castellanos, 2011), que pretende enriquecer la valoración tecnológica al otorgarle atributos como la dinamicidad, la flexibilidad y la adaptabilidad, partiendo del hecho de que la biología ha sido la base de aportes relevantes en áreas como el entendimiento de las organizaciones, la gestión tecnológica y la gestión de manufactura.

that social actors (entrepreneurial sector, education sector, government) can suitably manage measurements allowing them to make advances in accumulating such capability. Case studies are common in a Latin-American setting; they usually propose identifying the precise state of technological capability in organisations. However, some analysis models have greater added-value as they compare competing organisations (Figueiredo, 2002), in different regions (Ariffin & Figueiredo, 2006) or in the same organisation as time has elapsed (Sampedro, 2003) and from which more solid bases can be generated for defining an organisation's activities regarding the exploitation of synergy or overall technological performance.

Conclusions

Technological valuation is a developing subject in which the concept itself is still evolving, valuation being understood here as being the determination of not just a good's value but also its impact on the particular organisation which acquires or generates it. In terms of technology, valuation must consider both traditional techniques orientated towards tangible goods represented by the technological package's hard component as well as a fresh approach to evaluating the soft component where technological capability may be located. Likewise, a variety of proposals can be found in the literature concerning technology valuation methods and techniques in that regarding technological capability; such proposals are characterised by responding to precise needs in particular contexts, thereby hampering their generalisation. They usually deal with knowledge construction exercises regarding organisations and production systems' technological evolution, their learning dynamics and analysing decision-making structure for determining technological capability accumulation routines.

Technological capability valuation represents an interesting field of study for emerging Latin-American economies as a topic in the field of organisational or entrepreneurial development in the sense that few investigators have made incursions into it to date (mainly in countries like Brazil and Mexico); proposals in Colombia have fundamentally consisted of approaches seen to be limited by the availability of information. Technological capability thus constitutes a fundamental element within the framework of technology valuation which must be taken into account in the search for covering all dimensions and the complexity characterising technology.

As part of such search and forming a novel perspective for tackling the valuation of technology regarding its broad concept, studying this topic by introducing elements from other fields of knowledge, such as biology, forms part of some ongoing research by the authors of the present article (advances have been published in Jiménez and Castellanos (2011)). This attempts to enrich technological valuation by bestowing attributes on it such as dynamicity, flexibility and adaptability, starting from the fact that biology has been the basis for relevant support in areas such as understanding organisations, technological management and manufacturing management.

Referencias / References

- Ait-El-Hadj, S., Gestión de la tecnología. La empresa frente a la mutación tecnológica., Ediciones Gestión 3000, Estados Unidos, 1990.
- Amit, R., Schoemaker, P., Strategic assets and organizational rent., *Strategic Management Journal*, (14), 1993, pp. 33-46.
- Amsden, A. H., The rise of 'the rest': Challenges to the West from late-industrializing economies., Oxford University Press, Oxford, 2001.
- Angelo, R., Domenico, C., Luigi, I., Iacobelli, M., Technology Valuation for Biotechnology: techniques for valuation of Intellectual Property., IBIC Conference, Italia, 2008.
- Ariffin, N., Figueiredo, P. N., Internationalisation of Innovative Capabilities: Evidence from the Electronics Industry in Malaysia and Brazil., Rio de Janeiro: Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, 2006.
- Bell, M., Types and Levels of Technological Capability in Developing Countries., En: M. Bell, Technological Learning and the Development of Production and Innovative Capacities in the Industry and Infrastructure Sectors of the Least Developed Countries: What Roles for ODA?- Background Paper No. 10 (págs. 100-111), Brighton, United Kingdom: University of Sussex, 2007.
- Bell, M., Pavitt, K., The Development of Technological Capabilities., En Trade, Technology and International Competitiveness, The World Bank: Washington DC: I. U, Haque, 1995.
- Bell, M., Pavitt, K., Technological Accumulation and industrial Growth: Contrast between Developed and Developing Countries., *Industrial and Corporate Change*, 2 (2), 1993, pp. 157-210.
- Black, F., Scholes, M., The pricing of options and corporate liabilities., *Journal of Political Economy* 81, 1973, pp. 637-654.
- Bogner, W., Thomas, H., Core competence and competitive advantage: a model and illustrative evidence from the pharmaceutical industry., En: G. H. Hamel, Competence-Based Competition, Chichester: Wiley, 1994, pp. 111-144.
- Cabanes, R., From Sociology of Interest to Sociology of Innovation: Transfer of French Technology to Brazil., *Journal of Scientific & Industrial Research*, 50, 1991, pp. 133-144.
- Castellanos, O., Jiménez, C. N., Domínguez, K., Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia., *Ingeniería e Investigación*, 29 (1), 2009, pp. 133-139.
- Castellanos, O., Fúquene, A., Ramírez, D., Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación., Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2011.
- Cool, K., Schendel, D., Performance differences among strategic group members., *Strategic Management Journal*, 3 (9), 1988, pp. 207-224.
- Cortes de C., E., Acumulación de Capacidades Tecnológicas y Procesos de Aprendizaje: el caso de la Acería de la Compañía Siderúrgica Nacional., Tesis presentada a la EBAPE-Escola Brasileira da Administração Pública e de Empresas, CFPA-Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa, para optar al grado en Mestrado Executivo em Gestão Empresarial, Rio de Janeiro, 2002.
- Dahlman, C., Westphal, L., Technological effort in industrial development: an interpretative survey of recent research., World Bank, 1982.
- Deutsch, K., Diedrichs, E., Raster, M., Westphal, J., Gewinnen mit Kernkompetenzen: Die Spielregeln des Marktes neu Definieren., München.: Carl Hauser Verlag, 1997.
- Dutrénit, Vera-cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro., Marco Analítico para el Análisis de los Procesos de Acumulación de Capacidades Tecnológicas, documento de trabajo, proyecto: "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Generación de Capacidades de Innovación en la Industria Maquiladora de México", COLEF/FLACSO/UAM, 2002.
- Edvinsson, L., Sullivan, P., Developing a model for managing intellectual capital., *European Management Journal*, 14(4), 1996.
- Elói, D., Santiago, L., Avaliar X valorar novas tecnologias: desmistificando conceitos., Laboratório de Apoio à Decisão e Confiabilidade, Departamento de Engenharia de Produção: Universidade Federal de Minas Gerais. Consultado el 3 de enero de 2011. Disponible en: http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/Avaliar_x_Valorar_1.pdf, 2008.
- Figueiredo, P. N., Acumulação de competências tecnológicas e processos de aprendizagem; estruturas conceituais e experiências de empresas no Brasil., Mimeo, Fundação Getulio Vargas - Escola de Administração Pública, 2001.
- Figueiredo, P. N., Technological Capability-accumulation and the Underlying Learning Processes: Analytical Frameworks and Differences between Latecomer Steel Firms., Copenhagen/Elsinore: Paper presented at the DRUID Summer Conference on "Industrial Dynamics of the New and Old Economy - who is embracing whom?", 2002.
- Hetman, F., Society and the Assessment of Technology., OECD, 1973.
- Huerta, P., Navas, J. E., Almodóvar, P. La Diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades. Cuadernos de Estudios Empresariales, Vol. 14, 2004, pp. 87-104.
- Jiménez, C. N., Castellanos, O., Enfoque multidimensional y dinámico de la valoración tecnológica., Sexto congreso internacional de la Red de Investigación y Docencia sobre Innovación Tecnológica RIDIT, Manizales, Abril de 2011.
- Lall, S., Technological capabilities and industrialization., *World Development*, 20, 1992, pp. 23-28.
- Leonard-Barton, D., Nascentes do Saber: Criando e Sustentando as Fontes de Inovação., Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1998.
- LES., Technology valuation and License negotiation course., The Licensing Executives Society International, 2008.
- Li, Y. R., Chen, Y. G., Managing Technology: The Technology Valuation Approach. Technology Management for the Global Future., Presented at the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, PICMET, Turquía: IEEE, Vol. 2, 2006, pp. 535-540.
- Park, Y., Park, G., A new method for technology valuation in monetary value: procedure and application., *Technovation*, 24(5), 2004, pp. 387-394.
- Prahalad, C., Hamel, G., The core competence of the corporation., *Harvard Business Review*, 1990, pp. 79-91.

- Robledo, J., Gómez, F., Restrepo, J., Relación entre capacidades de innovación tecnológica y el desempeño empresarial y sectorial., En: Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia, Bogotá: Javergraf, 2009
- Sábato, J., Ensayos en campera., Juárez Editor, Buenos Aires, 1979.
- Sampedro, J. L., Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora de exportación: el caso de Thomson-Multimedia de México., Tesis presentada a la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, para optar al grado en Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, Xochimilco, 2003.
- Simonetti, R., Technical change and firm growth: "creative destruction" in the fortune List, 1963-1987., En: F. Helmstadter, & M. Perlman, Behavioral Norms, Technological Progress, and Economic Dynamics, Ann Arbor: University of Michigan Press, 1996.
- Taylor, F. W., Scientific management., New York, 1911.
- Teece, D., Pisano, G., Shuen, A., Dynamic capabilities and strategic management., *Strategic Management Journal*, (18), 1997, pp. 509-533.
- Tidd, J., From knowledge Management to Strategic Competence., UK: University of Sussex, 2000.
- Tran, T. A., Daim, T. U., A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment., *Technological Forecasting and Social Change*, 75(9), 2008, pp.1396-1405.
- Valhondo, D., Gestión del Conocimiento: Del Mito a la Realidad., Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- Waissbluth, M., El paquete tecnológico y la innovación., En: *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología*, No. 26, 1990.
- Watkins, W. M., Technology and business strategy: getting the most out of technological assets., Westport, USA: Greenwood Press, 1998.