

DIFICULTADES DE LA VALORACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO

ENRIQUE ALBERTO MEDELLÍN CABRERA

Dirección de Enlace con Sectores Productivos, Coordinación General de Vinculación y Desarrollo Institucional,
Universidad Autónoma Metropolitana, México
emedellin@correo.uam.mx

ALEJANDRO ARELLANO ARELLANO

Dirección de Enlace con Sectores Productivos, Coordinación General de Vinculación y Desarrollo Institucional,
Universidad Autónoma Metropolitana, México
aarellano@correo.uam.mx

RESUMEN

La valoración de tecnología forma parte importante del proceso de transferencia de tecnología. Permite la definición de un precio, facilita la determinación de una forma de cobro, así como el diseño de los términos más adecuados a entregar a posibles interesados en adquirir la tecnología en cuestión. Los tres métodos más comunes que se utilizan para valorar tecnologías son: *Método de costos*, *Método de mercado* y *Método de ingresos*. Para cada tipo de método existen diversas variantes que han sido reportadas en la literatura. Estos métodos se usan no sólo en empresas sino también en universidades y centros de investigación. La aplicación de los mismos se enfrenta a situaciones y problemáticas distintas, según sea quién los aplique y en dónde. A pesar de la abundante literatura sobre la materia, pocos estudios empíricos se han publicado sobre las dificultades que obstaculizan la valoración de tecnologías en las universidades.

El objetivo de este trabajo es identificar las principales dificultades que enfrentan los gestores de tecnología cuando valoran tecnologías desarrolladas en universidades, con el fin de comprender la problemática y ofrecer propuestas de mejora. Nuestra investigación sugiere que en el proceso de valoración de este tipo de tecnologías es común encontrar dificultades que pueden ser agrupadas en cuatro factores: a) Falta de información (de mercado, costos de producción y comercialización, precios de transacciones similares, perspectiva del proyecto), b) Escaso conocimiento de métodos de valoración, c) Nivel de desarrollo de la tecnología (que determina el método a utilizar), y d) Práctica empresarial (empresas no propensas a invertir en I+D y a cumplir regulaciones ambientales, o que no se interesan por tecnologías no alineadas a sus negocios actuales). Conocer la existencia de estas dificultades es un buen punto de partida para generar alternativas de solución y mejora de las prácticas de valoración utilizadas.

Palabras clave: Valoración de tecnología, transferencia de tecnología, dificultades.

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del proceso de transferencia se requiere llevar a cabo un cálculo del valor de la tecnología con el fin de contar con una idea de cuánto vale, información de utilidad para poder ofrecerla en términos adecuados a posibles compradores o licenciarios. Este valor no es definitivo, depende de la naturaleza de la tecnología, de su grado de desarrollo, de la fortaleza de

su protección intelectual, de su potencial para generar ventajas competitivas, de las características del mercado, del grado de involucramiento de los desarrolladores de las misma, de la capacidad que se tenga de comercialización o de emprendimiento, entre otros aspectos, y además varía en el tiempo y según las circunstancias que se presenten. Como señala Boer (1999, p. 75), la tecnología no tiene un valor intrínseco y sólo puede ser valorada en el contexto de una situación específica de negocios.

En el ámbito universitario latinoamericano esta problemática está presente, complicada aún más por el hecho de que la gran mayoría de las universidades no tienen entre sus funciones la comercialización de tecnologías y de otros activos intelectuales y, por lo tanto, no cuentan con personal especializado que se dedique a ello. No obstante lo anterior, existen en la región un buen número de ellas que cuentan con Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) o con especialistas que se han preocupado por no sólo proteger intelectualmente sus desarrollos tecnológicos sino también por buscarles una salida hacia el mercado, de tal forma que sean utilizados o explotados comercialmente. Estas oficinas y especialistas utilizan herramientas de valoración de tecnología, con mayor o menor éxito, pero poco se ha publicado sobre cómo lo hacen y a qué dificultades se enfrentan para poder llevar a cabo su trabajo. El conocimiento de esta problemática puede ser entonces de utilidad a estos gestores de tecnología y proporcionarles ejemplos o referencias empíricas para optimizar sus prácticas de valoración. Con eso en mente, este artículo busca responder a la pregunta: ¿Qué dificultades enfrentan los gestores tecnológicos en sus procesos o prácticas de valoración de tecnología? Para ello se ha utilizado la información disponible en archivos de ocho casos de tecnologías valoradas en una universidad pública mexicana, que fueron estudiados de forma exploratoria con el propósito de identificar dicha problemática, proponer algunas alternativas de solución así como presentar propuestas para posteriores investigaciones (Yin, 1994; Hernández *et al.*, 2006).

La valoración de la tecnología puede realizarse empleando diversos métodos. Con ellos lo que se busca es tener una idea del valor de la tecnología, y a partir de esto definir un precio potencial de la misma, muchas veces en forma de regalías a cobrar. En otras palabras, “la valoración de tecnología proporciona un conjunto de técnicas y herramientas que asisten a los vendedores y compradores de tecnología en la preparación de un caso de negocio para una tecnología en particular y acordar sobre un valor futuro y de ahí un precio potencial” (Probert *et al.*, 2011)

Diversos métodos se utilizan para valorar una tecnología, basados en enfoques diferentes, cada uno de ellos con sus fortalezas y debilidades pero que brindan la oportunidad de comparar resultados desde múltiples enfoques, dotando de coherencia más que de certeza al ejercicio (Razgaitis, 2002, p. 48). Así, Sullivan (2001, pp. 264-265) plantea que el valor de los activos intelectuales se cuantifica en términos monetarios mediante el uso de tres métodos clásicos: *Método de mercado* que utiliza el precio de mercado acordado entre comprador y vendedor como la mejor medida monetaria de su utilidad; *Método de los ingresos* utilizado cuando no se dispone de un precio de mercado, y que se basa en calcular el costo de los flujos de beneficios futuros y restar luego su suma del valor presente¹; *Método del costo* que calcula los costos necesarios para duplicar o reproducir un intangible.

¹ Estos métodos son denominados también de *Flujo de efectivo descontado*. En ellos se utilizan tasas de descuento o de interés para el análisis y toma de decisiones entre alternativas de inversión, y se toma como referencia el valor del dinero en un plazo de tiempo determinado traído al momento actual (WIPO, 2012).

A partir de estos tres métodos o enfoques clásicos, también denominados *aceptados* (Smith y Parr, 2005, p. 148), *tradicionales* (Yan *et al.*, 2010, p. 1932) o *básicos* (Murphy *et al.*, 2012, p.18), se han propuesto otros con fines específicos que son variantes o derivaciones de estos tres. Sullivan (2001, pp. 266-267) describe, por ejemplo, además de los tres ya mencionados, los siguientes: *Factor tecnológico*, elaborado por Dow Chemical para valoración interna; *Valor esperado ajustado a la probabilidad*, que permite cuantificar elementos de riesgo; *Índice de riesgo/obstáculos*, que cuantifica el riesgo matemáticamente; *Beneficios por venta*, que calcula las regalías con base en las ventas netas; *Método de Sullivan*, basado en el conocimiento de la empresa; *Hágame una oferta*, cuando no se dispone de *ninguna* información sobre valoración; Regla del 25%, que proporciona un valor admitido, aunque no sea preciso.

Por su parte Razgaitis (2002, p. 38) reporta los cuatro métodos de valoración, además de los de costos, de mercado (que denomina *Estándares industriales*, donde la clave es encontrar un *benchmark*) y de ingresos (Flujo de efectivo descontado): 1) De clasificación (*Rating/Ranking*), 2) *Reglas de dedo* (regla del 25% y otras variantes), 3) *Métodos avanzados*, tales como Simulación de Monte Carlo y Opciones reales, y 4) *Subastas*.

Otros métodos más han sido reportados en la literatura, tales como los que Wang y Edmondson (2014, p. 1141) presentan, agrupados bajo los tres enfoques básicos de valoración: Bajo el enfoque de costos: *Método de costos de reproducción* y *Método de costos de reemplazo*; bajo el enfoque de mercado: *Método de valor directo de mercado* y *Método de analogía*; bajo el enfoque de ingresos: *Método de flujo de efectivo directo*, *Método de ahorro de regalías*, *Método de análisis multianual de flujos excedentes (Multi-Period Excess Earnings Method)*, *Método de flujo de efectivo incremental*.

Un método alternativo factorial ha sido utilizado en el ámbito universitario mexicano, si bien de forma restringida, desde hace algunos años (Roa *et al.*, 1989). En éste se utilizan los siguientes seis factores de ajuste que permiten calcular una tasa de regalías a cobrar para una tecnología en desarrollo: intensidad tecnológica, competitividad internacional, grado de desarrollo, ventajas comerciales asociadas, grado de exclusividad y grado de integración del paquete tecnológico. Estos factores ajustan una tasa de regalías obtenida de información de mercado (Tasa de regalías promedio de transacciones similares), que se promedia con la rentabilidad estimada del proyecto (TIR) ajustada ésta, a su vez, por el interés real del mercado.

Cabe señalar que de acuerdo a algunos autores la madurez de la tecnología y del negocio determina el método de valoración que se debe utilizar. Así, Khoury *et al.* (2001, pp. 79-80) plantean que entre menos maduros estén ambos (tecnología y negocio) es mejor utilizar un método de costos; si se cuenta con una visión y un plan de negocios lo mejor es usar el método de ingresos; y si el negocio y la tecnología son maduros los métodos de mercado suelen ser los más indicados.

1.1 Problemática de la valorización de tecnologías

Tres variables básicas participan en la valoración de tecnología (Murphy *et al.*, 2012, p. 8): 1) Los insumos de información (medición de la realidad compleja y confusa), 2) La metodología de valoración que traduce esos insumos en un resultado de valor, y 3) La interpretación del resultado de valor resultante. Ahora bien, es muy común que no se cuente con toda la información que se

requiere (en particular de mercado y financiera) o que no sea de calidad, esto es que no sea completa y precisa (Murphy, 2012, p. 68), que no se puedan aplicar los métodos que se quisieran por falta de información o escasa práctica en el uso de herramientas de valoración, o bien que la interpretación de los resultados obtenidos conduzca a un buen resultado en una negociación con posibles licenciatarios, pues ésta tiene como esencia la incertidumbre.

Lo anterior forma parte de la problemática a la que una Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), o más específicamente un gestor de tecnología, se enfrenta en un proceso de valoración. Influyen también otros factores tales como el nivel de madurez de la tecnología, el grado de incertidumbre que rodea la valoración particular o la identidad de los individuos que desean establecer este valor (Dissel *et al.*, 2008, p. 2073). Otro aspecto a considerar que complica el proceso de valoración de tecnología es el hecho de que “pertenece a un dominio integrado en el cual varias ciencias tales como la economía, negocios/administración e ingeniería son requeridas en adición a la información de mercado basada en el entendimiento de la tecnología. Por lo tanto, es difícil llevar a cabo una evaluación sistemática y completamente objetiva” (Hong, 2010, p. 121). Por ello, el personal de las OTT necesita conocer los métodos de valoración de tecnología, entender las tecnologías que se valoran, dominar los desarrollos industriales y las tendencias de mercado (Wang, 2016, p. 1324).

Se complica aún más la valoración de tecnología si no se cuenta con personal especializado en realizar vigilancia tecnológica y competitiva que facilite la obtención de información técnica, de mercado, económica, regulatoria, así como la identificación de posibles licenciatarios para la tecnología. Al no contar con toda la información necesaria se dificulta la posibilidad de hacer una evaluación integral de la tecnología (Lynn, 1989)² y su respectiva valoración, en particular si se desean utilizar métodos cuantitativos que requieren información de ingresos, costos de producción y distribución, tasas de rentabilidad del negocio, tasas de regalías en el mercado, entre otras cuestiones propias de los métodos basados de ingresos; como señala Wang (2016, p. 1321): “La operación matemática usando una ecuación para calcular el valor no es difícil; el punto más complicado es la información sobre cantidad de beneficios, forma de ingresos, y factor de riesgo para el enfoque de ingresos.”

La naturaleza y madurez de la tecnología son determinantes también en el uso de algún método específico de valoración de tecnologías que surgen del ámbito académico. Wang (2016, p. 1323) encontró que es difícil utilizar un enfoque de ingresos para valoración de tecnologías desarrolladas por universidades debido a que en su mayoría son tecnologías embrionarias y su desarrollo futuro es considerablemente incierto. También identificó que es difícil encontrar precios de transacciones que sirvan de referencia para valorar este tipo de tecnologías por lo que no es fácil usar un enfoque de mercado (Wang, 2016, p. 1324), dificultad reportada también por Vega-González *et al.* (2010, p. 538). Otro factor identificado por Wang (2016, p. 1326) que

² En aquellos casos donde no se lleva a cabo una evaluación de tecnología se corre el riesgo de no contar con información de calidad para realizar una valoración completa y de limitar el uso de métodos de valoración de carácter cuantitativo, pues en la evaluación se tiene la oportunidad de analizar a profundidad la tecnología y su potencial comercial. Así, por ejemplo, Lynn (1989) incluye en su método de evaluación una serie de factores de caracterización de la tecnología, financieros, legales, de ingeniería y producción, de mercadotecnia y de mercado, además de ocho factores que considera críticos para una evaluación integral de la tecnología: funcionalidad, diferenciación, factibilidad de producción, necesidad que se atiende o resuelve, ventas estimadas, competencia, penetración del mercado y rentabilidad. Buena parte de esta información se requiere también para llevar a cabo una valoración adecuada de la tecnología.

afecta a las universidades en la implementación de sus métodos de valoración son las regulaciones gubernamentales, pues algunas de ellas pueden limitar el uso de algún método y el precio de la tecnología en cuestión.

Como se puede observar, no obstante la abundancia de literatura sobre métodos de valoración, nuestro estudio indica que existe poca evidencia empírica sobre las dificultades a las que se enfrentan los gestores en la valoración de tecnologías provenientes del ámbito universitario, o de centros públicos de investigación y desarrollo (I+D), lo que dificulta su aprendizaje y les impide contar con referencias de problemáticas similares que podrían utilizar en su beneficio o para desarrollar mejores prácticas. De ahí la importancia de su estudio.

Así, el objetivo de este trabajo es identificar los principales factores que dificultan la valoración de tecnologías desarrolladas en universidades, con el fin de comprender mejor su problemática y a partir de ello ofrecer propuestas de mejora del proceso mismo. Nuestra investigación identificó nueve dificultades con las que tropiezan los gestores de tecnología cuando valoran tecnologías de origen universitario (también denominadas desarrollos tecnológicos). Estas pueden agruparse en cuatro factores: a) Falta de información de calidad - que esté completa, sea precisa y oportuna-, sobre aspectos comerciales, costos de producción y comercialización, regalías cobradas con tecnologías similares, así como sobre el rumbo a seguir en el proyecto); b) Carencia de habilidades de valoración por los gestores que se encargan de ello; c) Madurez de la tecnología, pues a menor grado de desarrollo con menos información y mayor incertidumbre se cuenta (lo que determina el método a utilizar); y d) Forma de operación empresarial, pues las empresas de ciertos sectores no gustan de invertir en I+D o de cumplir regulaciones ambientales o, lo que fue común encontrar en los casos estudiados, no tienen interés por las tecnologías desarrolladas pues están fuera de su portafolio de negocios.

La literatura sobre el tema se enfoca predominantemente sobre la explicación de los métodos, méritos e implicaciones de herramientas específicas, con poca investigación disponible que tome en cuenta una perspectiva contextual y de procesos (Dissel *et al.*, 2008, p. 2074). Derivado de nuestros datos empíricos, este artículo aporta a la literatura una serie de elementos que permiten entender mejor el proceso de valoración de tecnologías generadas a partir de proyectos de I+D, en etapas tempranas, en universidades públicas. Los practicantes -gestores de tecnología, emprendedores, consultores- encontrarán en él un conjunto de factores a atender para mejorar sus prácticas de valoración en contextos similares.

Además de este capítulo, el artículo incluye una descripción de la metodología utilizada, que incorpora una descripción de los casos estudiados y las razones por las que se seleccionaron; continúa con un apartado de análisis y discusión de los resultados y al final presenta las conclusiones y sugerencias para trabajos futuros.

2. METODOLOGÍA

2.1 Actividades realizadas

Para la realización de este trabajo, de naturaleza exploratoria, nos enfocamos al análisis de archivos debidamente documentados, enfatizando la problemática de la valoración de tecnologías desarrolladas en un entorno universitario con la intención de obtener información para determinar

el precio y la forma de cobro más adecuada a posibles licenciarios de las mismas, sin olvidar que los resultados que se generan en los estudios de valoración de tecnologías son a menudo altamente subjetivos, inciertos y complejos, lo que favorece el uso de un enfoque inductivo más que deductivo (Dissel *et al.*, 2008, p. 2076), y cuyas conclusiones no necesariamente son generalizables.

Se revisó la literatura publicada sobre el tema con la finalidad de encontrar experiencias similares útiles para caracterizar la problemática de la valoración en el contexto de la transferencia de tecnologías desarrolladas en universidades a empresas. Adicionalmente, se obtuvo información sobre las tecnologías y su valoración de observaciones directas, de la revisión de los expedientes de los ocho casos estudiados y en forma de documentación (artículos, entrevistas a los investigadores y sitios Web).

2.2 Tecnologías seleccionadas

Para la realización de este trabajo se analizaron las actividades de valoración de ocho diferentes tecnologías, aplicables en diversos sectores o subsectores industriales, que fueron desarrolladas por investigadores de una universidad pública mexicana que fueron valoradas entre 2011 y 2016 por un grupo de gestores de la misma, utilizando para ello cuatro métodos de valoración: Uno basada en información de mercado, otro en el uso de factores de ajuste (tecnológicos y comerciales) aplicados a un algoritmo de cálculo de regalías (Roa, 1989) y dos basados en el método de ingresos: la regla del 25% y un método de flujo de efectivo descontado (Tabla 1).

Tabla 1. Tecnologías valoradas y métodos utilizados

No.	Nivel de desarrollo	Sector o subsector de aplicación	Método de valoración utilizado
A	Planta piloto	Industria alimentaria	- Método de mercado
B	Etapas 3 clínica	Industria química (farmacéutica)	- Factores de ajuste de regalías - Regla del 25% - Flujo de efectivo descontado
C	Planta piloto	Fabricación de productos textiles, Industria del papel, Industria química	- Método de mercado - Factores de ajuste de regalías - Flujo de efectivo descontado
D	Prototipo	Fabricación de equipo de medición, componentes y accesorios electrónicos	- Método de mercado
E	Prototipo funcional	Industria de bebidas y del tabaco	- Factores de ajuste de regalías - Regla del 25% - Flujo de efectivo descontado
F	Prototipo	Construcción	- Factores de ajuste de regalías - Regla del 25% - Flujo de efectivo descontado
G	Etapas 2 pre-clínica	Industria química (farmacéutica)	- Factores de ajuste de regalías - Flujo de efectivo descontado
H	Pre-industrial	Manejo de residuos y desechos	- Método de mercado - Factores de ajuste de regalías - Flujo de efectivo descontado

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la valoración de las tecnologías fueron validados, en momentos diferentes, con los respectivos investigadores que las desarrollaron y en seis de los casos los fueron utilizados para generar términos de referencia para la transferencia de tecnología, o licencia de patentes, que fueron discutidos con posibles licenciarios, lográndose acuerdos de transferencia con dos de ellos.

2.3 Breve descripción de las tecnologías valoradas

Tecnología A

Durante el proceso de nixtamalización se separa la cáscara del grano de maíz para transformar éste en una masa con la que se elaboran tortillas y se produce una mezcla residual denominada nejayote, un subproducto que en la actualidad se tira en los drenajes urbanos, ocasionando problemas de contaminación debido a la elevada cantidad de materia orgánica que contiene. La tecnología desarrollada se puede adaptar de manera económica y sencilla al proceso actual de nixtamalización dando como resultado un nejayote que cumple con las normas para la descarga de aguas residuales, además de que incrementa el rendimiento del producto y reduce el consumo de agua necesaria para todo el proceso.

Tecnología B

Como resultado de investigaciones realizadas, se descubrió que la dapsona presenta un efecto terapéutico en distintas enfermedades o afectaciones neurológicas degenerativas. Por ejemplo, sirve para tratamiento de infartos cerebrales, epilepsia, lesiones en la médula espinal, lesiones cráneo-encefálicas y hemorragia cerebral. Se desarrolló una forma farmacéutica soluble de la dapsona (dapsol®) que facilita su aplicación al paciente (con inyecciones) aún en el caso que éste se encuentre inconsciente y permite una absorción más rápida del medicamento por parte de dicho paciente.

Tecnología C

Esta biotecnología transforma los desechos de crustáceos en quitina y quitosano. Es un proceso de extracción de biopolímeros, en base húmeda, mediante fermentación, en el que se emplean microorganismos y enzimas que cumplen la función de purificar la quitina de proteínas y minerales. A diferencia del proceso de uso común en la industria química para obtener estos biopolímeros, en el que subproductos de alto valor tales como la proteína, astaxantina y calcio se destruyen por el uso de sustancias corrosivas tales como hidróxido de sodio y ácido clorhídrico, este proceso no es corrosivo y permite aprovechar dichos subproductos.

Tecnología D

Esta tecnología consta es un sistema de calibración de implantes cocleares (IC), que son prótesis auditivas insertadas en el cráneo que producen estimulación eléctrica del nervio auditivo y que son utilizados por niños y adultos que debido a una hipoacusia neurosensorial tienen dificultad, parcial o total, para escuchar. Los dispositivos que lo componen permiten a través de una medición no invasiva el ajuste de los niveles de corriente eléctrica del arreglo de electrodos

intracocleares de los IC, correspondientes a los umbrales de percepción auditiva y máximos de confort también llamados parámetros de estimulación.

Tecnología E

Dispositivo que se utiliza para medir el flujo y concentración porcentual del dióxido de carbono y de oxígeno en corrientes gaseosas provenientes de procesos biológicos. Los resultados obtenidos pueden ser usados como medidas indirectas del crecimiento y actividad fisiológica de los microorganismos en dichos procesos. El dispositivo permite el monitoreo en tiempo real, facilita la captura y análisis de datos, así como la toma de decisiones durante la ejecución de procesos biológicos, proporcionando información para modificar las condiciones de operación y lograr un crecimiento regulado de los microorganismos. A diferencia de los equipos utilizados en la actualidad, no requiere la toma de muestras del cultivo y por lo tanto evita el riesgo de contaminarlo.

Tecnología F

Proceso de fabricación de barras para estacionamientos y dispositivos para delimitar carriles exclusivos de sistemas de autobús de tránsito rápido y en ciclistas. Los productos se fabrican con residuos plásticos tales como polietilenos, polietilenos de alta densidad, termoplásticos, entre otros plásticos rígidos y semirrígidos. Por su forma especial, que incluye extremos semielípticos, los delimitadores viales producidos reducen los daños causados por el impacto de neumáticos y provocan que el vehículo regrese a su carril ante una posible invasión de carril confinado o área delimitada.

Tecnología G

Esta tecnología consiste de implantes poliméricos semiconductores capaces de inducir la reconexión entre las células afectadas de una médula espinal fracturada, favoreciendo además su neuroprotección. Se desarrolló a base de copolímeros, así como de polímeros de un compuesto químico orgánico aromático y heterocíclico adicionados con un micromineral halógeno sólido, que son sintetizados por plasma. Los implantes de polímero semiconductores son bien tolerados e integrados a la lesión de médula espinal y ofrecen una alternativa para recuperar a individuos con paraplejía o tetraplejía causada por una lesión en la médula espinal.

Tecnología H

Sistema para el tratamiento de aguas residuales provenientes de casas habitación y establecimientos tanto comerciales como de servicios, e incluso industriales, cuyos efluentes presentan un alto contenido de grasas y aceites, compuestos orgánicos e iones metálicos, sólidos suspendidos, incluyendo partículas emulsionadas por la presencia de detergentes. El sistema utiliza una mezcla de un biopolímero con sales diversas para llevar a cabo la coagulación y floculación de los agentes contaminantes.

2.4 Selección de las tecnologías valoradas

Para definir las tecnologías a estudiar se tomaron en consideración los elementos que se describen a continuación: a) Todos los casos han sido valorados utilizando métodos conocidos de valoración; aunque en cinco de ellos fueron valorados usando tres métodos, en uno se utilizaron dos y en otros dos sólo se utilizó el método de mercado (Tabla 1); b) Dado que se tenía la intención de analizar la problemática de la valoración tecnológica, se escogieron casos de tecnologías diversas de acuerdo a su naturaleza y aplicación en varios sectores, de tal manera de poder contar con un espectro amplio (Tabla 1); c) Se consideró importante contar con información de primera mano sobre los casos a valorar, por lo que la interacción continua con los investigadores y la existencia de archivos históricos fue determinante para su elección; d) Todos los proyectos seleccionados han sido realizados en diversos departamentos académicos de la misma Universidad, e) Una razón más que determinó la selección de los ocho casos fue que se contaba con los resultados de los estudios de valoración, realizados entre 2011 y 2016, cuyo objetivo fue determinar los rangos de regalías más adecuados a cobrar en caso de su transferencia.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 La valoración como parte del proceso de transferencia

Los ocho casos estudiados conforman una muestra de tecnologías generadas en una universidad pública, con un grado de desarrollo a nivel de planta piloto o similar (Tabla 1), sobre las cuales se han realizado actividades de gestión de tecnología con la finalidad última de llevarlas al mercado vía su transferencia o licenciamiento a alguna empresa interesada en su uso o explotación.

En la Tabla 2 se muestran las actividades realizadas en diversos momentos por los gestores de tecnología con el apoyo de los profesores-investigadores. Estas actividades, que de igual forma pueden verse como etapas de un proceso de transferencia de tecnología, son: protección industrial, integración del paquete tecnológico, elaboración de estudios de mercado y financiero, evaluación de la tecnología, valoración de tecnología, promoción con empresas nacionales e internacionales, identificación de posibles licenciarios, negociación con empresas interesadas y firma de contratos de transferencia de tecnología y licencia de patente. Como se puede ver, la valoración es sólo una de las etapas que conforman este proceso.

Puede observarse también que tanto el conocimiento del mercado como del impacto económico de la tecnología son necesarios para poder llevar a cabo la valoración de tecnología, facilitando el uso de métodos basados en ingresos, de la regla del 25% o el método de factores de ajuste. Entre otras cuestiones, el conocimiento de mercado y de los canales de comercialización de productos fabricados con tecnologías similares a la que se valora permite identificar posibles licenciarios de la tecnología.

Por otro lado, el no contar con un paquete tecnológico integrado demerita el valor de la tecnología pues implica que será necesario más trabajo de desarrollo de la misma y por lo tanto más inversiones. Hay que recordar que el paquete tecnológico se va integrando conforme se

Tabla 2. Actividades realizadas para la transferencia de tecnología

Actividad Tecnología	Protección industrial	Integración paquete tecnológico	Estudio de mercado	Estudio financiero	Evaluación de la tecnología	Valoración de la tecnología	Promoción empresas	Identificación de licenciatarios	Negociación	Firma de contrato
A	Patente	Completo	Realizado	Realizado	No	Realizada	A nivel nacional	Sí	Concluida	Sí
B	Patentes	Parcial	Realizado	Realizado	No	Realizada	A nivel nacional	Sí	No	No
C	Patentes	Completo	Realizado	Realizado	No	Realizada	A nivel nacional	Sí	En proceso	No
D	Patentes	Parcial	Realizado	Realizado	Realizada por terceros	Realizada	A nivel internacional	Sí	No	No
E	Patente	Completo	Realizado	Realizado	Realizada	Realizada	A nivel nacional	Sí	Concluida	Sí
F	Modelo de utilidad	Parcial	Realizado	Realizado	No	Realizada	A nivel nacional	En proceso	No	No
G	Patentes	Parcial	Realizado	Realizado	No	Realizada	A nivel nacional e internacional	Sí	En proceso	No
H	Patente	Parcial	Realizado	Realizado	No	Realizada	A nivel nacional	Sí	No	No

Fuente: Elaboración propia.

avanza en el proyecto de I+D, y se van generando bitácoras, resultados de pruebas, documentos, planos, manuales, material biológico o artefactos, así como toda clase de activos intelectuales. De modo que si el grado de desarrollo de la tecnología es incipiente o embrionario su paquete tecnológico tendrá poco contenido y su valor disminuirá, además de que hará falta información (técnica, económica, de mercado) para poder realizar su valoración, tal como lo señala Wang (2016, p. 1323).

Llama la atención que en la mayoría de los casos no se haya realizado una evaluación previa de la tecnología, como se puede observar en la Tabla 2, lo que sin duda ha privado a los gestores de tecnología de una perspectiva más amplia sobre la misma, sobre el negocio y su contexto regulatorio, comercial y financiero. Es probable que la carencia de evaluación provoque que no se desarrollen estrategias de comercialización de tecnologías más efectivas y se tenga dificultad para decidir cuál es el mejor *mecanismo de conversión de valor*³ para llevarlas al mercado.

3.2 Dificultades para la valoración

La literatura revisada enfatiza la primacía de los métodos de costos, de mercado y de ingresos para la valoración de tecnologías y patentes, así como sus fortalezas y debilidades (Razgaitis, 2002; Smith y Parr, 2005; Murphy *et al.*, 2012). En los casos estudiados se utilizaron los dos enfoques últimos mencionados (Tabla 1). Los gestores que realizaron las valoraciones tomaron la decisión en su momento de no utilizar el método de costos, debido a que en ninguno de los casos se contó con información sobre los costos tenidos durante la formulación y ejecución de los proyectos de I+D que generaron los desarrollos tecnológico valorados.

La Tabla 3 exhibe un panorama de la problemática de la valoración de tecnología en los proyectos investigados. Los estudios de caso se llevaron a cabo con el fin de identificar cuáles fueron las principales dificultades que se tuvieron en la valoración de estas tecnologías originadas en el ámbito universitario.

Un análisis transversal de los ocho casos estudiados nos permite identificar dificultades que son comunes a la mayoría de ellos y otras que sólo se presentan de forma específica (Tabla 3). Entre las primeras resalta la dificultad que tuvieron en seis casos (A, B, C, E, F y H) los gestores de tecnología para hacerse de información que les permitiera identificar el mercado y sus características (tamaño, oferta y demanda, productos existentes, precios, empresas competidoras, canales de comercialización, entre otras). Lo anterior llama la atención pues son proyectos que ya han sido ejecutados por lo menos hasta nivel de planta piloto, que deberían contar con dicha información. Pero no ha sido así. Esta es una peculiaridad común de los proyectos de I+D que se ejecutan en universidades sin la participación de una empresa o entidad contratante, que responden más bien al interés, legítimo desde el punto de vista académico, de generar nuevos conocimientos en un campo específico del saber más que de resolver un problema o demanda específica de mercado. Lo anterior obliga a que los gestores que valoran tecnologías tengan que darse a la tarea primero de identificar dicho mercado a nivel nacional e internacional. Esto conduce a que las valoraciones tarden más tiempo en ejecutarse, sobre todo si no se cuenta en la OTT con especialistas en vigilancia tecnológica y competitiva que consigan dicha información.

³ Sullivan (2001, p. 55) propone seis mecanismos de conversión de valor: venta directa, licencia externa, *joint venture*, alianza estratégica, integración (creación de un nuevo negocio) y donación.

Tabla 3. Dificultades para realizar la valoración de tecnologías para su transferencia

Caso	Dificultades encontradas
A	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de los métodos de valoración por parte de los gestores de tecnología. • Falta de información del mercado de nixtamalización y de los canales de comercialización. • Falta de información sobre regalías y transacciones de transferencia de tecnología en la industria. • Incumplimiento de normas por parte de las empresas del sector.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso conocimiento de los métodos de valoración por parte de los gestores de tecnología. • Dificultad para comprender la tecnología por parte de los gestores que la valoraron. • Información obtenida de mercado limitada sólo a incidencias del padecimiento (infarto cerebral) a nivel nacional e internacional. • Dificultad inicial para obtener costos de producción de fármacos inyectables.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso conocimiento de los métodos de valoración por parte del gestor de tecnología responsable del proyecto. • Dificultad para comprender la tecnología por parte de los gestores que la valoraron. • Desconocimiento del mercado internacional y sus características. • Producción a niveles industriales condicionada al abastecimiento de materia prima.
D	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso conocimiento de los métodos de valoración por parte del gestor responsable del proyecto. • Falta de referencias específicas sobre tasas de regalías en el mercado: se consiguieron sólo datos agregados sobre el sector salud. • Paquete tecnológico parcialmente integrado. • Desinterés por la tecnología por parte de los productores de implantes cocleares a nivel internacional.
E	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de información precisa sobre regalías y transacciones de transferencia de tecnología en el sector. • Dificultad para comprender la tecnología por parte de los gestores que la valoraron. • Dificultad de los desarrolladores y del licenciataria para identificar el mercado potencial. • Constantes adiciones y mejoras a la tecnología retardaron la obtención de una versión final, lista para comercializar.
F	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de referencias sobre tasas de regalías cobradas por la producción de productos similares. • Escasa información sobre planes de viabilidad y de desarrollos inmobiliarios comerciales en ciudades del país para estimar el mercado. • Información proporcionada por inventores de costos de desarrollo y producción sólo a nivel laboratorio. • Paquete tecnológico no integrado.
G	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo a nivel preclínico. • Falta de referencias sobre tasas de regalías relativas a tecnologías similares. • Carencia de información sobre costos de producción y comercialización. • Renuencia de empresas, organizaciones y fundaciones contactadas a invertir en las fases clínicas (aversión al riesgo)
H	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento del mercado y sus características • Falta de información precisa sobre costos de producción y comercialización. • Protección intelectual limitada a una sola área de aplicación. • Diferencias entre investigadores sobre aspectos de diseño (proceso e ingeniería) y rumbo a seguir del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Muy relacionado con el punto anterior se encuentra la dificultad, aún mayor, de contar con información confiable sobre formas y costos de producción y comercialización de productos similares a los que se podrían producir con la tecnología valorada, así como sobre los precios de los productos o servicios que se ofrecen. Para hacerse de esta información, en algunos casos (B, D, E, H) los gestores han tenido que recurrir a contactos o a especialistas con experiencia en la industria que les han apoyado proporcionándoles datos e información de primera mano sobre arreglos de planta, marcas y modelos de maquinaria y equipos, costos de materias primas así

como de producción y comercialización, precios, requerimientos de personal, sueldos y salarios, así como formas de organizar y llevar a cabo la fabricación de productos similares. Pero cuando no ha sido así, han tenido que buscar la información con la ayuda de los investigadores y en ocasiones de los demás colaboradores de la OTT.

Relacionada también con el mismo tipo de dificultad, encontramos la necesidad de contar con información que sirva de referencia sobre licencia de patentes o acuerdos de transferencia de tecnologías similares a las valoradas; fue el caso de las tecnologías A, D, E, F y G. En la mayoría de las ocasiones sólo se encontró información agregada en una revista especializada (*les Nouvelles*) y en libros publicados sobre la materia, por ejemplo Parr (2007). Hubo necesidad de comprar información sobre transacciones y regalías. Esta información se utilizó para identificar rangos de regalías y fue útil para valorar las tecnologías A y D en las que sólo se utilizó el método de mercado, aunque también se usó para valorar las tecnologías C y H. Se puede mencionar también la falta de información provocada por desacuerdos, entre investigadores y entre éstos y el licenciatario, sobre aspectos de diseño o sobre el rumbo del proyecto (casos E y H); así como la falta de comunicación entre los desarrolladores y los gestores de tecnología que influyó, por ejemplo, para que en el caso H la protección inicial de la tecnología estuviese limitada a sólo un sector de aplicación. Esto último se corrigió después de haber tenido conversaciones con una empresa que había mostrado interés por la tecnología.

Otro tipo de dificultad encontrada es la que se refiere a la carencia de conocimientos y habilidades para valorar tecnologías por parte de los gestores. Esto se presentó evidentemente cuando el equipo comenzó a realizar las primeras valoraciones, entre 2011 y 2013, en particular con los casos A, B, C y D. Conforme fue pasando el tiempo, el grupo de gestores se capacitó, fue conociendo más métodos de valoración y fue adquiriendo experiencia en la materia. Ligado a lo anterior cabe hacer la observación que la formación, más administrativa y económica que técnica, de dos de los cuatro gestores participantes influyó en que su proceso de aprendizaje no se diera dado de forma más rápida, pues les costaba trabajo entender a cabalidad la naturaleza y características de las tecnologías a valorar, como sucedió con las tecnologías B, C, D y E.

Con menor frecuencia encontramos otras dificultades para llevar a cabo la valorización de tecnologías. Una de ellas es la contar con paquetes tecnológicos incompletos, en un caso porque la tecnología G está poco madura (lejos del mercado aún) y en otros dos (D y F) porque los desarrolladores no han prestado atención suficiente a este requerimiento, y sólo cuentan con una parte de la documentación necesaria para la fabricación industrial de la tecnología. Esto afecta el valor de la tecnología en cuestión, pues incrementa la inversión que tiene que realizar el licenciatario para adquirir el *know-how* faltante y por lo tanto aumenta el costo y riesgo del proyecto.

Finalmente, hay dificultades en la valoración de tecnologías que tienen que ver con un componente externo, empresarial. La aversión al riesgo por parte de empresas de los sectores de aplicación es muy común en nuestro país. En particular, ha sido difícil conseguir financiamiento para realizar pruebas clínicas de la tecnología G, a pesar de que ha sido desarrollada por un grupo de excelentes investigadores de cuatro organizaciones prestigiosas y que tiene un potencial de mercado muy interesante. También se puede mencionar la escasa atención que ponen empresas de ciertos sectores al cumplimiento de normas ambientales lo que provoca que no se interesen en optimizar sus procesos, que pudieran verse beneficiados con el uso de las tecnologías A ó H. O

bien, el desinterés que han mostrado las empresas dedicadas a la fabricación de implantes cocleares por la tecnología D (a nivel internacional, pues no hay quien los fabrique en el país), patentada en varios países y utilizada con éxito en más de 250 aplicaciones con menores de edad, pues al parecer la tecnología no se alinea con sus áreas de negocio.

4. CONCLUSIONES

Este artículo ha identificado un conjunto de dificultades que se presentan en la valoración de tecnologías desarrolladas en universidades. Nosotros argumentamos que estas dificultades conforman una problemática específica que puede ser resuelta por los actores participantes en el proceso si se organizan para capacitarse mejor en el uso de los diversos métodos de valoración, obtener la información necesaria para valorar tecnologías en su etapa piloto de desarrollo y profundizar en el análisis de la dinámica de negocios y sectores de aplicación de dichas tecnologías de tal forma que puedan definir estrategias más exitosas de transferencia.

Los casos evaluados soportan los hallazgos reportados parcialmente en la escasa literatura encontrada sobre el tema y contribuyen a la teoría con información más precisa sobre las dificultades que en la práctica se presentan en la valoración de tecnologías de origen universitario en cuyo desarrollo no han participado empresas. Los casos se utilizaron para identificar sobre todo las dificultades que tuvieron los gestores que valoraron los desarrollos tecnológicos, lo cual no significa que no hay habido situaciones resueltas de forma adecuada o que no se hayan tenido buenas prácticas de gestión tecnológica durante la ejecución de los proyectos.

Gracias a los casos estudiados se pudieron identificar nueve dificultades que obstaculizan la valoración de tecnologías de origen universitario que hay que superar si se quieren lograr mejores resultados en la transferencia de tecnología, a saber: Falta de información precisa sobre el mercado, desconocimiento de costos de producción y comercialización, carencia de información de referencia sobre regalías en el sector, falta de información sobre el rumbo a seguir en el proyecto, falta de conocimientos para valorar tecnologías, bajo nivel de desarrollo de la tecnología, escaso grado de integración del paquete tecnológico, aversión al riesgo por parte de empresas, y tecnologías fuera del radar de negocios de las empresas. Estas dificultades pueden agruparse, con fines analíticos, en cuatro factores: i) Falta de información, ii) Carencia de habilidades de valoración, iii) Madurez de la tecnología, y iv) Forma de operación de las empresas.

Por lo demás, es evidente que para profundizar en la comprensión de estos factores y su importancia se requiere más trabajo empírico, a realizarse en otras universidades, que pruebe y valide los resultados obtenidos. Puede ser interesante también la realización de investigación futura sobre el uso de otros métodos de valoración y las dificultades a las que se enfrentan en otro tipo de organizaciones.

REFERENCIAS

Boer, F.P. (1999), *The Valuation of Technology. Business and Financial Issues in R&D*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Dissel, M.C., Probert, D.R. and Mitchell, R. (2008), From Gut Feel to Educated Approximations: Towards an

Integrated Approach for Technology Valuation, *PICMET 2008 Proceedings*, 27-31 July, Cape Town, South Africa, 2073-2080.

Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, P. (2006), *Metodología de la investigación*, México: McGraw-Hill, Cuarta edición.

Hong, J. (2010), Construction Technology Valuation for Patent Transaction, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 14 (2), 111-122.

Khoury, S., Daniele, J. and Germeraad, P. (2001), Selection and Application of Intellectual Property Valuation Methods in Portfolio Management and Value Extraction, *les Nouvelles*, September, 77-86.

Lynn, G.S. (1989), *From concept to market*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Murphy, W.J., Orcutt, J.L. and Remus, P.C. (2012), *Patent Valuation. Improving Decision Making through Analysis*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Parr, R.L. (2007), *Royalty Rates for Licensing Intellectual Property*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Probert, D., Dissel, M., Farrukh, C., Mortara, L., Thorn, V. and Phaal, R. (2011), Understanding and Communicating the Value of Technology: A Process Perspective, *Technology Management in the Energy Smart World (PICMET), 2011 Proceedings of PICMET '11*.

Razgaitis, R. (2002), Technology Valuation. In Goldscheider, R. (Editor), *Licensing Best Practices. The LESI Guide to Strategic Issues and Contemporary Realities*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 19-51.

Roa, A., Rodríguez, D., Solleiro, J.L., Trens, E y Waissbluth, M. (1989), Metodología para la determinación de valor de una tecnología, *III Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC 1989*, Buenos Aires: ALTEC.

Smith, G.V. and Parr, R.L. (2005), *Intellectual Property. Valuation, Exploitation, and Infringement Damages*, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

Sullivan, P.H. (2001), Extracción de valor de los activos intelectuales. En Sullivan, P.H., *Rentabilizar el capital intelectual. Técnicas para optimizar el valor de la innovación*, Barcelona: Paidós Empresa, 251-267.

Vega-González, L.R., Qureshi, N., Kolokoltsev, O.V., Ortega-Martínez, R. and Saniger Blesa, J.M. (2010), Technology valuation of a scanning probe microscope developed at a university in a developing country, *Technovation*, 30, 533-539.

Wang, B. and Edmondson, J.C. (2014), About Technology Valuation, *2014 Proceedings of PICMET'14: Infrastructure and Service Integration*, 1137-1143.

Wang, M.Y. (2016), The Valuation Methods and Applications for Academic Technologies in Taiwan, *2016 Proceedings of PICMET'16: Technology Management for Social Innovation*, 1320-1327.

WIPO (2012), Introduction to the basic IP valuation issues, *Workshop on Innovation Promotion and Technology Transfer, Ankara*. [En línea] Disponible: http://www.wipo.int/edocs/mdocs/pct/en/wipo_inn_tr_12/wipo_inn_tr_12_ref_turkey.ppt Consultado el 1 de abril de 2017.

Yan, L., Hong, Z. and Lucheng, H. (2010), Review on methods of new technology valuation, *2010 International Conference on E-Business and E-Government*, IEEE Computer Society, 1932-1935.

Yin, R.K. (1994), *Case Study Research. Design y Methods*, USA: Sage Publications, Second Edition.