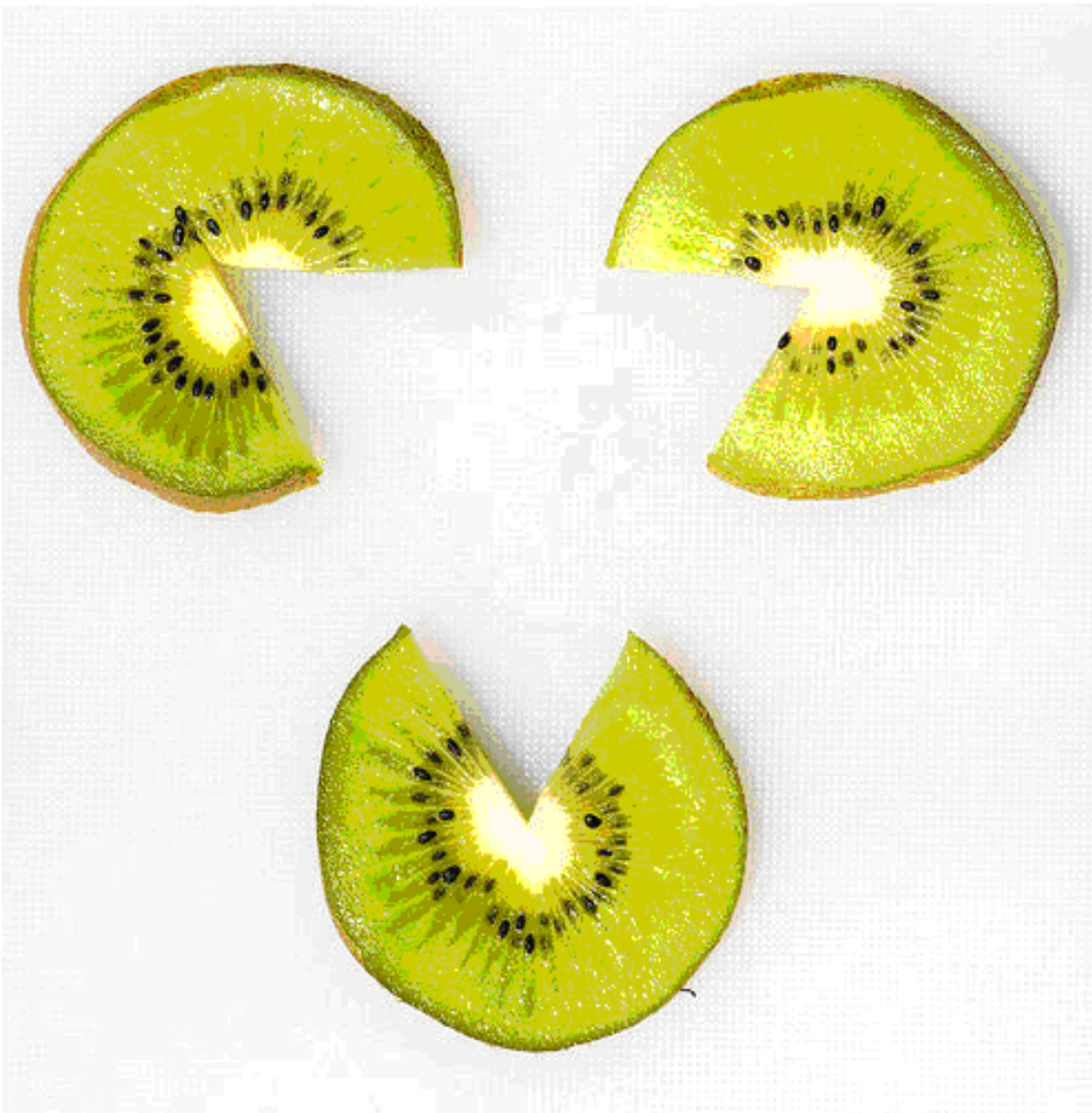


EL INDICADOR V CUBO

cuantificando la vinculación universidad - empresa



Gerardo Daniel López

Premio Sábado 2009 - U.T.N.



Editorial de la Universidad
Tecnológica Nacional

**EL INDICADOR V CUBO:
CUANTIFICANDO LA VINCULACIÓN UNIVERSIDAD – EMPRESA**

Primera edición
2011

Gerardo Daniel López
Profesor Titular
Universidad Tecnológica Nacional

Acerca del autor 

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

López, Gerardo Daniel
El indicador v cubo: cuantificando la vinculación universidad – empresa
Primera edición
Buenos Aires – edUTecNe, 2011

© Gerardo Daniel López, edUTecNe
ISBN N° 978-987-26665-0-7

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

CONTENIDO

Resumen ejecutivo

1. Vinculación en América Latina

1.1. Marco conceptual

1.1.1. Mecanismos de la innovación

1.1.2. Objeto de la transferencia tecnológica

1.1.3. Necesidad de indicadores específicos

1.2. Antecedentes

1.2.1. Un poco de historia

1.2.2. Yendo de la teoría a la práctica

1.3. Modelos recientes

1.3.1. Algunas cuestiones filosóficas

1.3.2. Algunas cuestiones metodológicas

1.3.3. Algunas conclusiones

2. Como innovan los empresarios locales

2.1. Cuestiones básicas y acciones posibles

2.1.1 El tamaño como parámetro

2.1.2. La vocación como motor

2.1.3. Los obstáculos diferenciales

2.1.4. El espacio de la política

2.2. De tramas virtuosas *versus* círculos viciosos y filosofía *versus praxis*

2.2.1. Vínculos sistémicos y competitividad ...

2.2.2. ...si, pero ¿cómo hacen los que hacen?

2.2.3. Mas espacio para la (buena) política

3. Modelo de indicador

3.1. Consideraciones generales

3.2. Diseño del indicador

3.3. Modelo V³

3.3.1. Definiciones básicas

3.3.2. Homogeneización de términos

4. Conclusiones

Resumen ejecutivo

La obra tiene como objeto presentar los fundamentos del diseño de un indicador aplicable a organismos ejecutores de I&D en Argentina en particular y América Latina en general, con el objeto de evaluar la pertinencia de su gestión y productividad respecto de los objetivos de vinculación con el sector productivo y de transferencia de tecnología. El trabajo es un intento de sintetizar la experiencia práctica del autor en el área de la transferencia de tecnología con el análisis sistemático que la bibliografía disciplinaria más reciente ha dedicado al tema.

En este marco, en la primera sección se analiza el tema de la vinculación en América Latina, haciendo referencia al **marco conceptual** (mecanismos de innovación, con énfasis en el modelo evolutivo; se caracteriza el objeto de la transferencia tecnológica, con cierto detalle de análisis para distinguir información de conocimiento; se establece la necesidad de diseñar indicadores específicos que respondan a la conceptualización del problema de una manera más ajustada que los indicadores convencionales y que resulten relevantes al tipo de acciones habituales en organismos de ciencia y técnica, de manera de complementar el enfoque centrado en la innovación en el interior de las firmas que suele prevalecer en la bibliografía más reciente del tipo del “Manual de Bogotá”; se describen de manera breve los **antecedentes** (haciendo un rápido repaso de las teorías económicas relacionadas con el cambio tecnológico durante el siglo XX y tratando de enlazar teoría y práctica, particularizando sobre el rol de los ingenieros como vectores del cambio tecnológico en Latinoamérica); luego se pasa a los **modelos más recientes** que describen y caracterizan las cuestiones relacionadas con el aprendizaje y la innovación en marcos sistémicos y el rol y tipología de los vínculos entre los diversos actores de un Sistema de Innovación.

Seguidamente, la segunda sección presenta la temática de la innovación focalizada en las pequeñas y medianas empresas de la

región. En primer término, se plantea un enfoque genérico, presentando aspectos tales como las relaciones entre tamaño de la empresa y las posibilidades de buscar competitividad por la vía de la mejora tecnológica y organizacional; la tensión entre la idiosincrasia de las PyMEs de países en desarrollo y la vocación innovativa; los obstáculos diferenciales a los que se enfrentan las empresas de diferente tamaño a la hora de encarar el proceso de innovación y el espacio de las estrategias políticas en esta área. A continuación se analizan, a través de algunos ejemplos concretos, los modos en que las PyMEs locales incorporan las innovaciones incrementales y las radicales, especialmente desde la óptica de vinculaciones sistémicas con entornos locales y globales.

Por último, la tercera sección desarrolla una propuesta metodológica para la evaluación cuantitativa de la productividad y eficiencia de organizaciones (Universidades, Institutos y Centros) dedicadas a la innovación y desarrollo tecnológico, que incluyen entre sus objetivos tanto la excelencia académica en las áreas de investigación básica y aplicada, como la transferencia de tecnología al sector productivo.

Esta propuesta constituye una alternativa al modelo habitual de evaluación cualitativa de este tipo de organismos, generalmente basado en Comisiones Asesoras formadas fundamentalmente por científicos, que tienden a considerar como poco relevantes las actividades de generación de tecnología y *know how*, priorizando casi exclusivamente los aspectos de productividad académica "clásica".

Por esto se hace necesario desarrollar una metodología mas objetiva, preferiblemente cuantitativa, con adecuado balance en la ponderación de las tres áreas principales de acción: la investigación propiamente dicha; la formación de recursos humanos de excelencia y la generación de tecnologías transferibles al sector productivo.

Sobre esta base conceptual, se presenta un indicador que modela matemáticamente los resultados de los tres tipos de acciones

mencionados y que incluye tanto la posibilidad de reflejar las políticas del gestor correspondiente (mediante el ajuste de coeficientes paramétricos), como la consideración homogénea de los distintos “productos” de las áreas científica y tecnológica (publicaciones, patentes, educación, paquetes tecnológicos, etc) y la integración de conceptos clásicos de productividad mediante la inclusión en las fórmulas de los recursos económicos globales involucrados en la I&D.

El indicador V^3

1. Vinculación en América Latina

1.1. Marco conceptual

Este trabajo es un intento de sintetizar la experiencia práctica del autor en el área de la transferencia de tecnología con el análisis sistemático que la bibliografía disciplinaria reciente ha dedicado al tema, motivo por el cual se inicia con algunas definiciones básicas.

1.1.1. Mecanismos de la innovación

Para hablar de vinculación Universidad - Empresa, es necesario en primer término entender la diferencia de enfoque respecto del tipo y alcance de las actividades que uno y otro sector involucra en el término *innovación tecnológica*. A los efectos de esta discusión se adoptará una definición de *tecnología* que permita distinguirla claramente del concepto *ciencia*. En este sentido se postula que por su naturaleza, el concepto tecnología involucra tanto a los conocimientos en sí mismos, como a las habilidades que permiten a los agentes (individuos y organizaciones) acceder a esos conocimientos y, además, a los artefactos que posibilitan aplicar esos conocimientos en la transformación del mundo físico. La interrelación adecuada entre esas tres dimensiones, conocimientos, habilidades y artefactos, definen la viabilidad de los procesos de transferencia y apropiación de tecnologías.

El análisis y la evaluación de los mecanismos de generación,

El indicador V⁸

validación y selección de tecnologías y la comprensión acerca de los ámbitos institucionales (organismos de investigación y desarrollo en cualquiera de sus modalidades) y organizacionales (empresas privadas y públicas mediante las cuales la innovación alcanza su madurez práctica e ingresa al circuito comercial) en los que estos mecanismos se desarrollan, así como las particularidades que adquieren dichos mecanismos en el ámbito específico de los países en desarrollo, son cuestiones centrales cuando se pretende elaborar cualquier estrategia de promoción de la competitividad basada en la tecnología que resulte aplicable en Latinoamérica.

De allí la importancia de disponer de un indicador *ad hoc* para evaluar la gestión de organismos de I&D integrados al Sistema Nacional (o Regional) de Innovación (SNI o SRI) desde el punto de vista específico de la coordinación de las dimensiones características de la tecnología que se han postulado, evitando la consideración de cada actividad (generación de conocimientos, difusión de resultados, formación de recursos humanos, interacción con el sistema productivo, etc) como un compartimento estanco con su propio indicador específico.

Un primer concepto fundamental para la elaboración de indicadores específicos, consiste en la noción de que una innovación exitosa no es un fenómeno puramente académico ni exclusivamente comercial, sino que depende del establecimiento de un puente sólido entre la etapa científica de "invención" y la etapa empresarial de introducción al mercado. Ese puente, en términos amplios, consiste en el desarrollo, la apropiación y la mejora continua (a través de un mecanismo de retroalimentación positiva), de tecnologías de procesos, de productos y de sistemas de gestión.

Este proceso de desarrollo de tecnología está continuamente orientado hacia el futuro y sus resultados tienen una vida útil limitada, pero condicionan (por el mecanismo de retroalimentación mencionado) la evolución subsiguiente del sendero innovativo. Como los resultados eventuales son impredecibles *a priori*, el

desarrollo de tecnologías opera en un marco de incertidumbre y su éxito comercial es muy susceptible a las denominadas *fallas de mercado*¹.

Por otra parte, la posibilidad de que determinadas intervenciones de los poderes públicos puedan acotar o limitar estas incertidumbres para influenciar positivamente sobre el desarrollo de ventajas competitivas, suele verse restringida en la práctica por cuestiones como: información incorrecta o insuficiente, que resulta en miopía estratégica (problema que los indicadores específicos pueden contribuir a minimizar); mecanismos burocráticos que alteran o invalidan el objetivo de la intervención (ineficiencias, demoras, rigurosidad esquemática de formularios y criterios de asignación de prioridades y recursos); influencia de los grupos de presión mediante acciones de *lobby* (o, en algunos casos, actos de corrupción, según nos enseñan diariamente las noticias), tendientes a conseguir ventajas mediante distorsiones del mercado (barreras de ingreso, cupos, subsidios).

De lo expuesto, resulta la necesidad de un enfoque que caracterice el desarrollo de ventajas competitivas sistémicas, explique la diversidad de caminos que adopta la creatividad tecnológica según la idiosincrasia de cada agente y haga inteligible el rol que desempeñan los emprendedores (cuyas expectativas de recompensa futura no se fundamentan en una lógica convencional de mercado) en el proceso de innovación. En este aspecto, resulta muy interesante el enfoque evolucionista según lo presenta Metcalfeⁱ, porque cambia la percepción de la competencia entendida

¹ Violaciones de alguna condición económica que inhiben la competencia perfecta y al hacerlo impiden alcanzar un equilibrio de Pareto. Desde el punto de vista específico de la innovación, una falla de mercado especialmente relevante es la inexistencia de mercados futuros con suficiente certidumbre en su caracterización como para que los agentes económicos puedan evaluar riesgos o fijar precios con razonable certeza, por lo cual sus expectativas constituyen al mismo tiempo el marco y el criterio mediante el que asignan valores futuros relativos a sus acciones actuales.

como una serie de estados de equilibrio caracterizados por diferentes estructuras de mercado y precios, por un punto de vista de transformaciones variables y continuas de procesos dinámicos (gestión y toma de decisiones en un marco de incertidumbre, capacidades de aprendizaje, habilidades adaptativas) relacionados con las ventajas emergentes de la innovación, las que a su vez se originan en las diferencias de comportamiento de los distintos agentes en lo que respecta a estrategias, organización y generación e incorporación de conocimientos.

El enfoque evolucionista permite encontrar fundamentos para la aplicación de medidas de gobierno que promuevan la innovación al desenfatar la postulación o programación de resultados (porque la creación de novedad es intrínsecamente impredecible) a cambio de focalizar el análisis en los procesos que generan variedad de comportamiento en el sistema como fuente continua e inagotable de innovación.

En este marco, el término evolución tiene dos implicaciones fundamentales: por un lado define al descubrimiento continuo de fenómenos y sus correspondientes explicaciones como un mecanismo acumulativo (y por lo tanto sendero-dependiente) de generación de conocimiento; pero además postula que este proceso corresponde a una dinámica sistémica basada en la variedad de comportamiento y capaz de crear cambios constantes como fuente de la aparición continua de nuevas estructuras. Estos cambios adoptan tres modos distintos pero interdependientes: la emergencia de novedades genuinas bajo la forma de nuevos diseños y configuraciones; la adaptación, mediante innovaciones incrementales, de productos, procesos y técnicas de gestión y la difusión de diseños y configuraciones alternativos en un mercado competitivo.

A partir de estas definiciones, Metcalfe (*op. cit.*) afirma dos consecuencias inmediatas del modelo: resulta natural ver a la innovación y a la difusión como procesos inseparables y el cambio

tecnológico va de la mano con el cambio estructural de la economía.

Desde el punto de vista del diseño de indicadores, el modelo evolucionista define dos aspectos cruciales a tener en cuenta: el origen de la variedad y los mecanismos de selección. A diferencia de la evolución biológica, en la que se acepta que el origen de la variedad es un mecanismo “ciego”, independiente de las eventuales ventajas respecto del proceso de selección natural que define la supervivencia de cada variación, en el caso de la evolución tecnológica (aún aceptando algún factor estocástico) la variación es un proceso básicamente guiado e intencional, deliberadamente encarado con el objeto de obtener alguna ventaja competitiva y asentado en la capitalización de la experiencia previa como metodología para predecir estados futuros del ambiente de selección², lo que constituye una diferencia fundamental con la selección biológica o ecológica.

Para que el mecanismo funcione de manera continua es necesario además que los resultados del proceso de selección, verbigracia las innovaciones exitosas, retroalimenten la subsiguiente generación de variedad, ya que la anterior fue absorbida en el mismo proceso de selección que definió a los ganadores y a los perdedores. Desde el punto de vista del análisis a través de indicadores de comportamiento de organizaciones directamente involucradas en la generación de conocimiento, será entonces necesario evaluar el rol de la inercia institucional en la generación de variedad³ y las

² Cualquier marco en el que los distintos agentes interactúan para elegir entre propuestas alternativas que compiten entre sí. El caso más simple es el de un mercado abierto en el que oferentes y consumidores se relacionan de manera convencional (oferta-demanda).

³ Estructuras dinámicas *versus* estáticas; masas críticas en crecimiento, estables o decrecientes; diversidad o concentración temática; comportamiento sistémico o individualista expresado respectivamente como integración o aislación respecto del medio; etc.

El indicador V³

maneras en que los retornos de la generación de novedad⁴ se traducen en innovaciones subsiguientes para encadenarse con la próxima vuelta de tuerca del proceso de selección.

En este análisis debe tenerse en cuenta el carácter sistémico de la innovación, es decir el hecho de que la misma no depende exclusivamente del comportamiento individual de los agentes que integran un Sistema (Nacional o Regional) de Innovación, por lo cual resulta central poder medir la ***vinculación*** entre esos agentes como manera de cuantificar el “virtuosismo” del círculo. Esta vinculación no es otra cosa que el grado de circulación de conocimientos tácitos y codificados y de desarrollo de confianza recíproca entre los agentes (instituciones públicas y privadas, empresas, universidades, centros tecnológicos, etc.) que articulan entre si sus actividades en procesos de cooperación tecnológica formal e informal, definiendo un ambiente más o menos propicio para la innovación.

Obviamente la valoración de este proceso cooperativo no puede basarse en la cuantificación convencional de *productos* (publicaciones, patentes) sino que debe integrar un análisis de la trayectoria de complementación (contactos, asesoramientos, asistencias técnicas, desarrollos, transferencias) entre los dos sectores que, en beneficio de la síntesis, denominamos genéricamente como *universidad* y *empresa*.

En otras palabras, en el modelo adoptado para explicar el mecanismo de innovación, el ambiente en el que opera un agente individual tiene tanta importancia en lo referido al desarrollo de su capacidad innovativa, como las competencias acumuladas, la cultura de la organización, el uso que se da al conocimiento que se desarrolla o que se apropia o las habilidades para el aprendizaje que

⁴ Tanto tangibles (por ejemplo los ingresos económicos derivados de la transferencia de resultados), como intangibles (por ejemplo el impacto de la generación endógena de conocimiento sobre los procesos de aprendizaje y la capacitación de los recursos humanos).

exhiben sus agentes, conjunto de aspectos que debería medir un indicador específico como el que se plantea.

1.1.2. Objeto de la transferencia tecnológica

✓ 1.1.2.1. Definiciones

El objeto esencial de la transferencia de tecnología es, sin dudas, el conocimiento. Por lo tanto vale la pena desarrollar algunas consideraciones al respecto y, en particular, diferenciar el concepto de conocimiento respecto del de información⁵.

Con este propósito, se entenderá por *información* la recopilación ordenada de datos, presentados a través de una codificación aceptada por los involucrados en el arte en cuestión del que trate dicha información. Desde el punto de vista de la tecnología, además se restringe la definición pidiendo que estos datos ordenados y codificados estén caracterizados por un mínimo de ambigüedad y un máximo de objetividad.

Por contraste, el significado que se atribuye al término *conocimiento*, es el de una comprensión profunda de las implicaciones que tienen los datos que constituyen el cuerpo de información, sobre una dada utilización práctica que resulta de nuestro interés (por ejemplo la introducción de una innovación tecnológica en una firma con el propósito de mejorar su competitividad). Esta comprensión requiere

⁵ Basta recordar la gestión de Dante Caputo al frente de la SECTIP para tomar conciencia acerca de los niveles que puede alcanzar la confusión entre *conocimiento* e *información*.

una determinada capacidad para discernir veracidad y completitud de los datos (siempre a los fines del uso específico pretendido, como por ejemplo la apropiación o internalización de una tecnología), combinada con un nivel mínimo de experiencia en el tema (trayectoria recorrida) y una cierta aptitud para el aprendizaje (habilidad para decodificar el *saber hacer* contenido en el cuerpo de información, discriminando lo pertinente y lo útil de lo superfluo y lo redundante).

Resulta obvio de lo expuesto, que los conceptos de información y conocimiento son disímiles, pero además *no* son mutuamente transformables entre sí sin perder algo en el proceso de conversión. Este aspecto, que resulta esencial en el ámbito de la transferencia tecnológica, se puede ilustrar mediante una analogía: si partimos de la base que cuando Mozart concibió alguna obra musical conocía profunda y acabadamente lo que quería expresar o transmitir (y además era capaz de hacerlo por sí mismo al ejecutar su propia pieza), no se puede soslayar el hecho de que al tratar de codificar este *conocimiento* al que ha accedido por su sensibilidad, su experiencia, o su visión de la realidad, se encuentra con la rigidez y las limitaciones representativas del sistema de codificación disponible (pentagrama, número finito y pequeño de notas, escalas musicales y conceptos melódicos propios de la civilización occidental y de la época histórica en que vive, etc). Si bien tratará de complementar la codificación con auxiliares del código correspondiente, incluyendo indicaciones adicionales, no podemos saber con absoluta certeza cual era *su* concepto de un *andante* o de un *piannissimo*.

Esta cuestión, sin embargo, no invalida la posibilidad de aproximarse a ese conocimiento, interpretando (decodificando) la pieza musical sobre la base de la sensibilidad y experiencia previa con otros autores de la época que tenga el director de orquesta, del dominio de los instrumentos y la habilidad y entrenamiento para su afinación y ejecución que aporten los integrantes de la orquesta, de las capacidades comunicacionales del conjunto de las que depende la

integración sonora (probablemente influenciadas por su historia previa, ya que no será lo mismo lo que podrá extraer de la orquesta un director invitado que su director estable), etc.

Con estas herramientas, el director y su orquesta conseguirán una aproximación *mas o menos precisa* al conocimiento del autor original, limitada por las dos barreras precedentes: la transcripción de la idea al papel a través de un código determinado y la necesidad de reinventar aquella idea mediante el proceso de decodificación de la partitura (*información* básica disponible). Lo que resulta por demás evidente mediante esta analogía es que al oído de un melómano (cliente), no habrá dos orquestas (firmas) que puedan entregar la misma pieza musical (producto) y justamente esa diferencia marcará su preferencia por una de entre varias versiones (ventaja competitiva).

De alguna manera, se puede entender entonces a la transferencia de tecnología como la puesta en práctica de la capacidad para procesar símbolos que caracteriza al ser humano, con el propósito de convertir a esta habilidad en una fuerza productiva que se constituya en una ventaja en el marco de competencia global. Pero para aprovechar esta alternativa, es necesario saber que esta información acumulada (codificada mediante símbolos *ad hoc*) no tiene valor económico *per se*, sino que requiere de su metamorfosis en conocimiento aplicable a la producción de bienes y servicios. En término de estrategia, la barrera de entrada a los nuevos mercados emergentes, no es la tradicional disponibilidad de capital financiero, sino la capacidad de aprendizaje de las organizaciones (entendida como la habilidad para desarrollar nuevos conocimientos) a partir de un capital intangible, la información.

En este escenario, las estrategias competitivas deben privilegiar la capacidad de innovación perpetua, reclamando instrumentos y mecanismos más rigurosos para la apropiación y la protección de los conocimientos e informaciones, ya que los mismos constituyen los recursos fundamentales del nuevo paradigma, caracterizado por la

complejidad creciente de los nuevos conocimientos y tecnologías utilizados, por la una aceleración del proceso de generación de nuevos conocimientos y por la devaluación continua de los saberes anteriores, cuya rápida obsolescencia es coincidente con la reducción permanente del ciclo de vida de procesos y productos.

Con los conceptos precedentes se fundamenta la aplicación a las actividades de vinculación de las características que Coccoⁱⁱ asigna al nuevo tipo de trabajo, definido por sus dimensiones inmateriales y comunicativas y por su socialización inmediata, al mismo tiempo que por el hecho de que los flujos materiales de la producción dependen cada vez más de los flujos inmateriales de información.

Desde el punto de vista de los análisis teóricos del proceso de innovación, se suele sostener que dadas las características de la economía actual el conocimiento es el recurso estratégico principal y el aprendizaje el proceso más importante en el marco de las nuevas formas organizacionales. En este contexto la capacidad de los agentes para enfrentar lo aleatorio, lo imprevisible y para tomar decisiones acertadas en marcos de relativa incertidumbre, depende fundamentalmente de sus habilidades para aprender, combinando información y conocimientos tácitos en conocimientos codificables y en acciones operativas.

Este cambio de rol de los agentes, que deben asumir un protagonismo activo en el proceso de innovación, se puede hacer extensivo al conjunto de innovaciones sociales, institucionales, tecnológicas, organizacionales, económicas y políticas, a partir de las cuales la información y el conocimiento pasan a desempeñar un papel estratégico. Estas innovaciones, como plantean Lastres y Albagliⁱⁱⁱ, constituyen un elemento de ruptura o al menos de fuerte diferenciación respecto de paradigmas tecnológicos precedentes, debido a que el nuevo papel de la información y el conocimiento en la economía, provoca modificaciones sustanciales en las relaciones, formas y contenidos del trabajo.

En palabras de Ducatel^{iv}, el conocimiento y el aprendizaje resultan factores definitorios de la nueva economía, a partir de las interacciones entre las diferentes formas en que Lundvall y Johnson han clasificado a los conocimientos codificados⁶ y tácitos⁷, según la cita de los mismos que hace Ducatel (*op. cit.*). Como el vector clave de la innovación reside en el intercambio dinámico entre conocimientos explícitos y tácitos, se refuerza la noción de que el aprendizaje efectivo tiene lugar combinando el aprender haciendo (saber incorporado a la experiencia del agente como conocimiento tácito) y el aprendizaje formal (mediante la decodificación de conocimiento explícito), ambas caras de un único proceso de aprendizaje que no debieran ser separadas en centros de enseñanza (universidad) y de entrenamiento (empresa) estancos y aislados entre sí.

Como consecuencia de esta concepción, se derivan algunas consideraciones de interés estratégico desde el punto de vista de caracterización y asignación del justo valor (en otras palabras, la definición de indicadores adecuados) a los recursos información y conocimiento y a la capacidad de aprendizaje en el marco de la vinculación universidad - empresa en el escenario definido por el nuevo paradigma:

T La mayoría de las mediciones formales y habituales del conocimiento (patentes, calificaciones) solo aprecian la porción formalizada del conocimiento económicamente activo, cuestión importante a tener en cuenta al diseñar políticas y al tomar decisiones estratégicas de inversión.

⁶ **Saber qué** -*know what*-, que involucra la transferencia de información codificada bajo la forma de hechos y datos y **saber por qué** -*know why*- que se relaciona con la comprensión de principios básicos, reglas e ideas.

⁷ **Saber cómo** -*know how*-, que involucra la experiencia directa y **saber quién** -*know who*-, que demanda contacto directo entre individuos y habilidad para comunicarse y establecer relaciones de confianza

El indicador V⁸

- T El conocimiento tácito reside en las relaciones sociales (equipos de trabajo, redes de innovación) entre individuos (cada uno con su bagaje de experiencias, creatividad, personalidad). Por lo tanto, favorecer la socialización en el ámbito empresario - universitario resulta tan importante como comprar la tecnología más actualizada o contratar al personal mejor calificado.
- T Los conocimientos tácitos y los codificados interactúan continuamente en el seno de los procesos de cambio (interacción que denominamos *aprendizaje* o *innovación* según sea la escala del análisis contextual). Por lo tanto, una tarea fundamental de la gestión de la creación de conocimiento nuevo es la promoción y organización de estas interacciones.

Resumiendo lo expresado, el papel estratégico que le corresponde al conocimiento como insumo y a la capacidad de aprendizaje como sustento de la espiral de creación de conocimiento nuevo (ventaja competitiva esencial), resulta entonces conceptualmente inseparable de la estructura organizativa que deben adoptar tanto la firma como los organismos de I&D para complementarse exitosamente en el Sistema de Innovación .

1.1.2.2. Caracterización

Siendo, como se ha visto, el objeto básico de la transferencia de tecnología y, consecuentemente el foco principal del indicador específico relacionado con la vinculación, resulta necesario explorar con cierto detalle los atributos esenciales que definen al conocimiento.

Con este propósito se toma como base la caracterización que hace

Rullani ^v, quien tipifica al conocimiento mediante una serie de atributos conceptuales, entre los que se destacan los siguientes:

- T El conocimiento es ***inagotable***: a diferencia de cualquier otro tipo de insumo que ingresa a un proceso productivo, el conocimiento en lugar de ser consumido, se recrea continuamente mediante el circuito de aprendizaje. En el caso particular de la tecnología, la generación de nuevos conocimientos se consigue de maneras diversas: innovación mediante actividades de investigación y desarrollo, de diseño de productos, de estudios de mercado, de adaptación de técnicas de gestión y gerenciamiento; aprendizaje a partir de fuentes externas tanto de manera onerosa (tecnología incorporada en máquinas y equipos, asistencia técnica de consultores y especialistas) como gratuita (publicaciones técnicas y científicas, educación pública). Por otra parte mientras más conocimiento adquiere una organización, más se ejercitan las habilidades de aprendizaje de sus agentes y mayor es la capacidad de la misma para incorporar nuevos saberes. Por lo tanto, paradójicamente, el recurso *conocimiento* aumenta con su consumo.
- T El conocimiento es ***dinámico***: el valor que detenta como recurso tiende a disminuir con el tiempo, porque la obsolescencia conspira contra su utilización práctica en un ambiente continuamente desequilibrado por la competencia. Sin embargo, teniendo en cuenta la capacidad evolutiva que tiene el conocimiento, el valor que tiene como insumo determinante para el logro de ventajas competitivas, puede no solo regenerarse, sino también incrementarse de manera constante mediante el proceso de aprendizaje. Si además se motoriza la externalización y difusión en ámbitos propicios (redes de vinculación) la producción de conocimientos puede presentar rendimientos crecientes en forma continua. Sin

embargo esta carácter evolutivo y dinámico del conocimiento debe apreciarse en su justa medida, ya que la extrapolación extrema del concepto podría llevar a la conclusión errónea de que, como las variaciones del entorno son tan continuas y aceleradas, la *estrategia* pierde sentido y por lo tanto solo resultarían viables gestiones de desarrollo basadas en la adaptación continua de *tácticas*. Pero el concepto de minimizar el planeamiento estratégico (comportamiento proactivo) en aras de maximizar la flexibilidad para responder ágilmente a los cambios de escenarios (comportamiento reactivo), conduce tarde o temprano a un callejón sin salida, ya que los integrantes de un Sistema de Innovación que no desarrollan una estrategia propia en un contexto competitivo y globalizado, terminan por convertirse en peones de la estrategia de otro.

- T El conocimiento es **relacional**: y este atributo tiene dos dimensiones, una sociológica y otra metodológica. Desde el punto de vista *social*, el circuito de aprendizaje definido por Rullani (*op. cit.*) incluye la producción de nuevos conocimientos por parte de la firma a partir de actividades tanto internas como externas a la propia empresa, de manera que para hacer operativa a esta metodología combinada se requiere establecer vínculos relacionales (redes) entre los distintos actores (tanto los agentes de la empresa, como los organismos de I&D, consultores, técnicos e instituciones que se desempeñan en áreas temáticas similares a la de la empresa, pero fuera de la misma). A su vez, glosando a Rullani, según la referencia citada por Yoguel^{vi}, se puede afirmar que la creación de conocimiento demanda un trabajo de interpretación enmarcado en una red conceptual de esquemas de pensamiento, memorias individuales y sociales, experiencias compartidas, que asigna sentido a determinadas relaciones (y falta de sentido a otras relaciones) entre

información nueva (datos) y conocimientos preexistentes (tácitos y codificados), mecanismo en el cual queda implícita la necesidad de relacionar y combinar datos y saberes como *metodología* operativa.

- T El conocimiento es ***contextual*** en el proceso de interpretación de la información tendiente a convertir la misma en conocimiento (proceso de aprendizaje) inciden las interrelaciones entre los agentes individuales que interpretan la información de manera subjetiva sesgada por aspectos sociales, culturales e históricos embebidos en el contexto, razón por la cual el conocimiento generado en este proceso de aprendizaje es *local* (contextual). Justamente debido a esta cualidad, cuando el conocimiento debe transferirse a otro contexto requiere reformulaciones y adaptaciones acordes con las características específicas de ese nuevo ámbito de aplicación (*hibridación*). La firma, además de procesar información, también recrea y adapta elementos exógenos y genera nuevos conocimientos que combina con los anteriores en un proceso social y no individual. Pero el resultado de este proceso, verbigracia el conocimiento creado, no es válido universalmente porque no es independiente del contexto. En este caso, la palabra *Acontexto@* no se refiere exclusivamente a un ámbito regional y/o social, sino también al sector o rubro de negocios en particular. En efecto, un paradigma organizacional desarrollado mediante el circuito de aprendizaje descripto, por ejemplo, para una empresa de telecomunicaciones, no puede trasladarse sin adaptaciones más o menos profundas a una fábrica automotriz.

Más allá de los cuatro atributos descriptos por Rullani, la reflexión sobre este tema me anima a postular además una quinta

característica, que considero fundamental (al mismo nivel que las cuatro anteriores) en el contexto en el que usamos el concepto *conocimiento* en el marco de este trabajo:

T El conocimiento siempre presenta un cierto carácter de ***analógico*** (en mayor o menor grado según el tipo de conocimiento, tecnológico o de gestión, tácito o codificado). Este quinto atributo es especialmente importante en esta era digital porque, de alguna manera, pone límites a la factibilidad de codificar en un chip el 100% de cualquier dado conocimiento operativo. Además, esta cualidad permite explicar desde el punto de vista teórico por qué la participación humana en el ciclo perpetuo de generación y ampliación del conocimiento resulta imprescindible. Esto es así porque la Acapacidad de aprender@ que, restringiendo semánticamente el concepto, se le suele asignar a determinados sistemas informatizados⁸ en última instancia está a la vez definida y limitada por el conjunto de reglas escritas en el programa de la máquina, por la complejidad relativa que tenga el sistema Aneuronal@ diseñado (*inteligencia artificial*, según la denominación habitual), por las limitaciones prácticas de los sensores y periféricos que puedan conectarse al artefacto⁹ y por la lógica operativa de

⁸ Por poner un par de ejemplos: Acontrol inteligente@en sistemas productivos, Ajugador de ajedrez@ en el ámbito del *entertainment*.

⁹) Como podría un hornito de microondas detectar y combinar entre si esas señales -un dado aroma, una consistencia, una temperatura un balance de especias para lograr el sabor buscado- que le permitiesen concluir un ciclo de cocción basado en un *set point* tipo A sabor delicioso@ o Amanjar a punto@? Obviamente no puede, así que se limita a verificar que dada una cierta cantidad o masa y una tipificación limitada de material -carne bovina, ovina o de ave, sin mucho más detalle- se requieren xx minutos para conseguir un nivel promedio de cocción. Ese es todo el Aconocimiento@ acerca del arte de la cocina que puede exhibir el aparato.

los circuitos interconectados, que en definitiva no es sino el cableado físico de un modelo matemático concebido por el hombre, de manera genérica, externa al artefacto (e inclusive preexistente respecto del mismo), si necesidad de interacciones previas ni posteriores con la máquina. La importancia particular de este quinto atributo reside en su consecuencia inmediata: no es factible empaquetar el conocimiento en un producto físico y por lo tanto la vinculación entre personas provenientes de los distintos ámbitos de un sistema innovativo es condición *sine qua non* para poner en marcha el proceso de transferencia.

1.1.2.3. Metamorfosis

Si podemos describir la forma en que se combinan los conocimientos tácitos con los conocimientos codificados en el proceso de aprendizaje que desarrolla una firma, estaremos en condiciones de minimizar el margen de error cuando analicemos la pertinencia de los distintos elementos susceptibles de ser evaluados mediante indicadores para caracterizar a los procesos de vinculación y transferencia de tecnología.

Los conocimientos tácitos son aquellos de transmisibilidad dificultosa, fuertemente dependientes y vinculados con un contexto específico, compuestos por una dimensión cognitiva (modelos mentales, opiniones, paradigmas) y una dimensión de creencias arraigadas en los individuos. Los conocimientos codificados son aquellos transferibles mediante lenguajes formales, sistemáticos y comprensibles para muchos (en rigor para los que están familiarizados con el arte o la disciplina en cuestión).

La firma que posee y administra conocimientos tácitos (habilidades

combinadas de sus agentes individuales que interactúan en el seno de la organización) encuentra en ellos la palanca determinante para acceder, comprender y aprovechar conocimientos codificados. Así, el conjunto de conocimientos tácitos, contextualizados y específicos, proporcionan a la firma la flexibilidad requerida para entender e implementar el cambio requerido para, como mínimo asegurar su existencia e idealmente para incrementar su participación en el mercado (salto de paradigma, integración de innovaciones incrementales, desarrollo de innovaciones radicales). De esta forma la competitividad empresarial depende de las particulares combinaciones entre conocimientos tácitos y codificados que cada firma realiza, influenciada (positiva o negativamente según el grado de vinculaciones que existan localmente) por su entorno. Esta capacidad para combinar conocimientos de distinta clase es la que se requiere para, por ejemplo citando las reflexiones de Krüger Passos^{vii} sobre la economía de Brasil, *“...reestructurar toda una base productiva creada sobre los patrones tecnológicos y de gestión resultantes del paradigma electromecánico y del fordismo - taylorismo, hacia otra estructura formada por unidades productivas organizadas según el paradigma electrónico - mecánico (la mecatrónica) y la gestión de alta performance”*.

Según Nonaka (citado por Rullani), la producción de conocimiento se lleva a cabo a través de operaciones cognitivas que transforman la calidad del conocimiento y que de esta manera crean nuevo conocimiento. El eje central de esta metamorfosis es la transición circular entre conocimiento tácito y conocimiento explícito, que tiene lugar en una serie de etapas:

- T socialización del conocimiento (de tácito a tácito), al compartirlo sin cambiar su calidad, con los demás agentes que forman el grupo originario
- T externalización del conocimiento (de tácito a explícito) para que pueda circular también fuera del grupo originario

- T combinación del conocimiento (de explícito a explícito), equivalente a su integración con otros conocimientos del mismo género existentes fuera del grupo originario
- T internalización o recontextualización del conocimiento (de explícito a tácito) en los grupos e individuos originarios que deben actuar

Como el conocimiento que retorna al grupo originario ya no es el inicial, porque se ha enriquecido con la experiencia de muchos otros agentes y se ha integrado con los saberes difundidos tanto en la propia organización como en la sociedad externa, el próximo círculo de generación de conocimiento tendrá una dimensión mayor que el precedente. Por esta razón, visto en perspectiva, el proceso de producción de conocimiento no es una matriz de círculos acumulados, sino un espiral continuamente creciente.

Sin embargo, vale la pena reiterar la diferencia entre acumular información y generar conocimiento, ya que, a la manera de una serpiente que se muerde la cola, la sociedad de la información genera su propia paradoja: a menos que el Sistema de Innovación pueda generar una metodología efectiva de transformación de informaciones en conocimientos (proceso de aprendizaje) el exceso de información puede terminar afectando significativamente la agilidad necesaria para la toma de decisiones en un contexto competitivo. Este proceso de aprendizaje no es una simple acumulación de informaciones porque requiere de niveles mínimos de experiencia o contacto previo con la temática u objeto de conocimiento, de una actitud reflexiva respecto de la información disponible (datos) orientada hacia la formación de conceptos, de habilidades para decodificar conocimientos explícitos, de capacidades comunicacionales para internalizar y externalizar conceptos tácitos, de un cierto nivel de abstracción para comprender las identidades esenciales que conectan entre sí a ciertos conjuntos de datos e idear modelos operativos a partir de las mismas, etc.

El indicador V⁸

Talvez el ámbito académico resulte el contexto en el cual la conceptualización de la diferencia entre información y conocimiento debería resultar más evidente (porque el objetivo obvio del ámbito académico es justamente optimizar el proceso de aprendizaje). Sin embargo, en gran medida, el sistema educativo superior (básicamente el universitario de grado) parece seguir aferrado en Argentina (y por lo que conozco, también en varios países latinoamericanos) a viejos paradigmas, porque funciona como una especie de fábrica fordista de egresados con información abundante y actualizada, pero insertada en canales mentales paralelos y básicamente desconectados entre sí (las asignaturas individuales).

La falta de integración informativa en un marco que genere su consideración crítica y el desarrollo de criterios para ensamblar segmentos de información en un esquema ordenado, racional y útil (conocimiento), de alguna manera conspira contra la incorporación eficaz de los egresados en el nuevo paradigma. De esta manera la conversión de un egresado *junior* en un vector del cambio tecnológico dentro de la firma queda a cargo de las empresas¹⁰, desaprovechándose así el potencial del ámbito universitario.

Quizás para remarcar la diferencia entre información y conocimiento y la inherente complejidad de la metamorfosis aludida en esta sección, resulte útil ensayar una explicación más metodológica acerca de las maneras de crear conocimiento útil en un entorno hiperinformado y en el contexto particular de las PyMEs latinoamericanas (a las que llamaremos *usuarios potenciales* del conocimiento), sin tamaño ni estructura suficiente para sistematizar este tipo de tareas y con el tiempo como espada de Damocles que amenaza su supervivencia en el marco competitivo global, situación

¹⁰ Acción llevada a cabo en forma sistemática en las empresas grandes, fundamentalmente a través de los programas de entrenamiento de profesionales jóvenes y a la vieja manera del ensayo y error en las PyMEs, que no cuentan con departamentos especializados en esta actividad de capacitación y deben manejarse con el *learning by doing*.

que las urge a tratar de disponer del conocimiento operativo en el menor lapso posible.

En este intento de análisis metodológico, la primera evidencia significativa es el hecho práctico de que la mayor parte de las fuentes de conocimiento sobre cualquier tema que se pueda concebir permanecen intocadas por aquellos que podrían obtener grandes beneficios del acceso y uso de esta información. Las barreras fundamentales que impiden este acercamiento entre conocimiento y usuarios potenciales se relacionan con el contenido y el formato del conocimiento técnico tal cual se presenta en las fuentes.

Ocurre que estos usuarios potenciales no están particularmente interesados en las recopilaciones de datos, las metodologías de investigación, las discusiones sobre las referencias bibliográficas, etc. En lugar de estas cuestiones, estos usuarios genéricos se interesan por el conocimiento disponible a partir de estas fuentes en términos de conceptos concretos y principios prácticos que les permitan mejorar su planificación, mediante la toma de decisiones y/o la asignación fundamentada de recursos humanos y materiales para resolver problemas inmediatos. La respuesta a esas demandas prácticas, se focaliza entonces en el desarrollo de una metodología de *prospección del conocimiento* como riqueza intrínseca contenida en el cuerpo masivo de información disponible, análoga a la manera en que los sectores de minería y petróleo hacen prospección geológica para detectar yacimientos y evaluar su riqueza potencial^{viii}.

Desarrollando algo más la analogía, se puede decir que en el ámbito de la minería, la palabra prospección tiene un significado bien explícito: consiste en la búsqueda de las riquezas escondidas (oro, diamantes, petróleo). La prospección del conocimiento, entonces, se debe entender como el enfoque hacia el hallazgo de vetas de saber específico enterradas en montañas de datos disponibles en la bibliografía, informes técnicos, etc. Estas fuentes usualmente consisten en un caudal abrumador de datos parcialmente analizados

y raramente integrados, obtenidos por observación y experimentación directa. Así, la cantidad y complejidad de la información inhibe el acceso directo de cualquier potencial usuario, excepto el especialista en la temática.

La mayor parte del conocimiento desarrollado por la humanidad se encuentra hoy en día archivado en bibliotecas, tanto reales (libros y revistas de existencia física) como virtuales (medios magnéticos u ópticos de almacenamiento de la información). A pesar de la viabilidad de acceder a gran parte de ese conocimiento, especialmente a través del desarrollo y difusión masivos de Internet, no necesariamente cualquier agente de un Sistema de Innovación es capaz de usar apropiadamente dicha información. El sector académico, como usuario primario, suele estar involucrado mucho más activamente en la producción de conocimiento que en su aplicación, lo cual genera una tendencia a incrementar la oferta a velocidad mayor que la requerida por la demanda. Por otra parte, quienes debieran ser los consumidores finales de ese conocimiento tienden a evitar sumergirse en ese mar de información almacenada, ya que probablemente consideran que son mayores los costos de acceso (tiempo, dinero) y aprovechamiento (entrenamiento técnico especializado) que los beneficios potenciales.

Frente a esta situación, la actitud tradicional del sector que genera el conocimiento científico básico (con honrosas excepciones que no dejan de ser minoría en América Latina, involucradas activamente en la vinculación universidad - empresa) es ofertista y aislada de coyunturas temporales o sociales, según se desprende del análisis histórico presentado por Marí y Thomas^{ix}. Esta actitud se resume en la consideración de que la utilización práctica de ese conocimiento es un proceso inherentemente prolongado (décadas), que descansa en una especie de supervivencia darwiniana de las porciones o derivaciones (mutaciones) de ese conocimiento que finalmente terminen resultando más adecuadas para su aplicación práctica, por lo que no vale la pena interferir en ese "proceso natural" mediante herramientas como la vinculación y la transferencia.

Puede plantearse que esta imposibilidad de consumir provechosamente la masa de conocimiento disponible se debe, fundamentalmente a un desacople entre el contenido, el alcance y el formato en que los avances del conocimiento son reportados y archivados y las maneras en que la mayoría de los usuarios potenciales están dispuestos a acceder y utilizar dicha información. Estos usuarios potenciales buscan básicamente formas de aprovechar el cuerpo de conocimiento relativo a su área temática de interés con los objetivos prácticos de acotar las incertidumbres planteadas en una situación problemática, incrementar su capacidad para predecir la evolución de esa situación según las decisiones alternativas que se pueden adoptar y mejorar su control sobre las variables y los procesos involucrados en la solución del problema. Es decir que sus objetivos son prácticos, precisos y acotados, a diferencia de los intereses globales, amplios y genéricos de los generadores de conocimiento básico en un área temática cualquiera.

En otras palabras, estos usuarios potenciales quieren aprovechar el conocimiento disponible para analizar problemas específicos, definir cursos alternativos de acción y proyectar (en lo posible cuantitativamente) los resultados probables de cada una de estos cursos de acción posibles, sobre la base de las relaciones relevantes entre las variables que se pueden medir o controlar en la práctica. Para estos usuarios el conocimiento acumulado es un medio para alcanzar sus fines y no un fin en sí mismo.

De esta manera queda planteada la cuestión central a resolver: ¿Cómo hacer accesible el conocimiento de las variables significativas de un problema y de las relaciones relevantes entre las mismas, sin requerir que el usuario potencial se convierta él mismo en un especialista?

Una salida posible para este dilema, es la vinculación entre sectores con diferencias de enfoques, metodología y especialización para tratar de sintetizar respuestas adecuadas (no necesariamente óptimas ni originales en el sentido académico de estos términos):

dado que el conocimiento puede estar disponible a través de distintos medios, basados en el carbono, en la celulosa o en el silicio, la prospección requiere encontrar a las personas apropiadas (*know who* en base carbono) y sus productos de conocimiento (*know how* usualmente transcripto sobre la base de celulosa) y tratar de acceder a los mismos de la manera más rápida y sencilla posible (cada vez más basada en el silicio).

Este proceso se basa en algunos supuestos preliminares, que deben ser internalizados por los organismos orientados hacia la vinculación, lo que solo puede ocurrir a través de una interacción práctica entre el ámbito académico y el empresarial (interacción que debiera ser mensurable por un indicador como el buscado):

T Se requiere, para el planteo de las preguntas correctas, un cierto grado de conocimiento o familiaridad respecto de las expectativas que el usuario tiene en relación con el uso que piensa darle a la información (detectar problemas potenciales, encontrar una explicación fundamentada para un problema que ha ocurrido efectivamente, asignar responsabilidades - a personas si entrenamiento adecuado, a materiales mal especificados, a operaciones fuera de estándar, a diseños incorrectos, etc - por dicho problema, fundamentar un reclamo a terceros por la reparación del problema o por la imputación de los costos derivados del mismo, solucionar el problema y evitar su reiteración futura, etc.). Desde esta perspectiva se comprende rápidamente que para este usuario los documentos y datos de referencia son medios y no fines y que los objetivos planteados se responden mejor en términos de relaciones entre las variables pertinentes, antes que en una acumulación de datos referidos a las variables en sí mismas. En otras palabras, la prospección de conocimiento tiene como propósito básico encontrar respuestas y no generar especialistas en un tema, de manera totalmente

análoga al propósito básico de la prospección minera, que no pretende hallar diamantes, petróleo u oro *per se*, sino volverse rico.

T El proceso de prospección de conocimiento es intrínsecamente iterativo. Los usuarios potenciales no suelen estar entrenados en el planteo de preguntas concretas y relevantes sobre temas en los que no son especialistas, pero, como tienen claro el uso que pretenden darle a la información, suelen mostrar gran capacidad para discernir la pertinencia y utilidad de los elementos de conocimiento que encuentran. Por lo tanto están en condiciones de llevar a cabo una segunda vuelta de prospección habiendo afinado y acotado el alcance y la especificidad de las preguntas respecto de los planteos iniciales. En algunos casos, el proceso se seguirá reciclando más de dos vueltas, hasta encontrar la respuesta buscada (detectar la veta).

T Existen formas de asistir al usuario en este ciclo de planteo de preguntas, prospección y consecuente replanteo del problema: asistencia o consultoría directa (presencial, telefónica, informática, etc), clarificación de la información haciendo referencia a ejemplos, explicación a diferentes niveles de detalle de las características de las variables involucradas y de las relaciones significativas entre las mismas; acceso a las fuentes originales de datos, no solo bibliográficas sino físicas. A veces es necesario profundizar en el análisis de la información a través de los distintos tipos de asistencia mencionados, pero por lo general el usuario no especialista preferirá concentrarse en los aspectos generales, prefiriendo obviar los detalles de manera que los árboles no le impidan ver el bosque.

En resumen, la metodología planteada para la prospección cooperativa del conocimiento se focaliza en encontrar respuestas directas a preguntas específicas planteadas por los usuarios

potenciales de la información, a través de un proceso iterativo de refinación sucesiva de las preguntas y de las respuestas consiguientes, proceso que a su vez puede ser asistido por especialistas en el tema, a discreción del usuario y con el propósito de permitirle alcanzar la extensión y profundidad deseada en las respuestas definitivas, minimizando los tiempos involucrados en la producción de conocimiento competitivo.

1.1.2.4. Impacto

Si el objeto fundamental de la transferencia es el conocimiento, vale la pena tratar de definir, aunque sea muy esquemáticamente su impacto sobre la competitividad, analizando en qué sentido y hasta qué punto los niveles de conocimiento acumulados por el sistema condicionan y determinan las posibilidades de desarrollo a futuro, tanto de las firmas como de las sociedades correspondientes.

En la era de la información, emerge un nuevo tipo de trabajo, fruto de la recomposición de actividades intelectuales y manuales y simultáneamente de la superación de esos dos términos. Cocco (*op. cit.*) denomina al mismo con la frase “trabajo inmaterial” para dar cuenta que, en la era pos-fordista, la dimensión del trabajo adquiere una textura intangible derivada de su carácter relacional, comunicativo y cooperativo.

Inclusive, en casos extremos, se diluye la frontera entre el productor y el consumidor de un bien o de un servicio. Un ejemplo claro es la Internet: para convertirla en un servicio, el usuario debe navegarla, analizar las posibilidades ofrecidas y recién a partir de ese análisis “elaborar” o “fabricar” el producto deseado. En este tipo de esquemas, las firmas terminan por ser nodos de una red integrada por todos los agentes económicos que acceden a la misma. Esta red

es al mismo tiempo una infraestructura de circulación de la información y un sitio de producción en el cual la transacción es el producto. El esquema obviamente no puede funcionar si no permite el acceso de todos los agentes o nodos de la red (los oferentes o productores y los demandantes o clientes) a un nivel mínimo de conocimientos compartidos, continuamente crecientes y en evolución constante, haciendo así indistinguibles las barreras entre firmas y sociedad.

Las empresas, según Krüger Passos (*op. cit.*), se caracterizan como unidades socio - técnicas de producción. La dimensión social corresponde a la trama de relaciones establecidas entre las personas dentro de la firma, así como con los agentes económicos externos (consultores, asesores, proveedores, clientes, otros). La dimensión técnica se refiere al conjunto de saberes, codificados o no, que permiten a esas personas aplicar los conocimientos en la movilización de equipamientos y materiales en procesos cuyo objetivo es la producción de bienes y servicios por los cuales existan demandantes dispuestos a pagar. Además, como las fuentes de conocimiento exógeno siempre serán más amplias y diversas que las que generan el conocimiento endógeno, la competitividad de cada firma individual termina por convertirse en una cuestión social en el sentido que la acción de cada firma en un sistema propicio a la innovación¹¹ le permite integrarse en una sinergia sistémica de generación, externalización y reinserción de conocimientos.

Aceptando que las posibilidades a futuro no solo de supervivencia empresarial, sino de crecimiento en el escenario definido por el nuevo paradigma productivo están fuertemente asociadas a la generación endógena de conocimiento y a la apropiación efectiva de conocimiento externo a las firmas, resulta que estas posibilidades de desarrollo estarán condicionadas por los umbrales mínimos de

¹¹ Tanto de ámbito local -parques tecnológicos-, como nacional -sistema de innovación-, e inclusive regional -programas de cooperación bi o multilaterales en una región económica, incipientes en América Latina pero muy desarrollados en Europa.

El indicador V⁸

capacidades (niveles de conocimientos tácitos) y habilidades (capacidad de aprendizaje, equivalente a la habilidad para conectar conceptos y asociarlos a la resolución de situaciones problemáticas específicas del contexto) que puedan aportar los agentes que integran la organización.

Por otra parte, teniendo en cuenta el carácter sistémico de la espiral de generación de conocimiento, resulta difícil conseguir el desarrollo aislado de firmas particulares en un contexto social, regional, económico, educativo que resulte poco propicio al ciclo de generación / difusión interna / codificación / externalización / difusión externa / retroalimentación positiva / recontextualización / internalización característico de la creación continua de conocimiento nuevo. Según esta concepción, la cantidad y calidad de conocimientos codificados que se pueden generar depende de la cantidad de actores (tanto internos a las firmas como externos a las mismas) que participen del proceso.

En otras palabras, si la sociedad local no participa de este ciclo, queda excluida de la posibilidad de desarrollo armónico y se limita a ser testigo de la expansión de enclaves a los que no aporta y en consecuencia de los que no recibe (modelo de exclusión social). Especialmente pertinente resulta en este aspecto la observación de Cocco que se traduce libremente a continuación: *“el poder se está dirigiendo rápidamente en el sentido de la jerarquización de la división internacional de la propiedad del saber, de la propiedad de aquella materia prima cuyo costo de producción determina de manera creciente los precios relativos de los bienes y de los servicios transados a nivel internacional. De ahora en más, los copyrights (derechos de autor), las trade marks (marcas registradas) y los trade secrets (secretos de fabricación¹²), serán los verdaderos*

¹² Que no se publican, no se patentan ni se transan, al menos hasta el momento en que el análisis estratégico que hace el propietario le permite predecir el ingreso a la meseta de estabilidad o la proximidad de la curva de demanda descendente que define el fin del ciclo de vida útil del producto, momento en el cual el *trade secret* es licenciado a fabricantes de algún país periférico.

objetos de las negociaciones internacionales”.

De las consideraciones precedentes se deduce la importancia de la vinculación universidad – empresa en contextos específicos, en relación a los procesos sistémicos de aprendizaje y de acceso al conocimiento, a diferencia de los postulados del enfoque racionalista de la economía política en general y de la teoría de gestión en particular, así como del modelo fordista de organización de la producción, que coincidían en su propósito de descontextualizar los saberes tecnológicos y gerenciales, mediante el desarrollo de estándares y procedimientos formales tendientes a cristalizar un “*one best way*” del quehacer empresario independiente del ámbito en que se implantaba la firma, lo que lleva implícita una política de colonización de los contextos locales.

En el sentido opuesto, la única opción de competitividad se plantea a través de un ciclo cognitivo complejo, fundamentado en un precepto clave: el conocimiento se genera en los contextos y a ellos retorna. Según esta concepción, el conocimiento abstracto (que la ciencia genera y la tecnología transforma en procesos y artefactos) no puede operar como fuerza productiva si se aísla o se desentiende de los contextos específicos, ya que la espiral de creación de conocimiento requiere del establecimiento de una red de interconexiones dentro de la organización y de ésta con la sociedad.

Parece obvio entonces que el posicionamiento de una firma en un contexto competitivo en la era de la información y las comunicaciones, no puede desvincularse del establecimiento de algún tipo de red que alimente la espiral de generación continua de conocimiento. La cuestión queda planteada entonces en términos de magnitud. Si la red de vinculaciones es pequeña en número de agentes, limitada geográficamente, razonablemente eficaz en el aprovechamiento operativo de los saberes locales concentrados (masa crítica en disciplinas de punta + historia y cultura empresarial para transformar conocimiento en bienes y servicios) y eventualmente cuenta con apoyos explícitos para el desarrollo (por

ejemplo financiación externa de la innovación a riesgo compartido), se puede hablar de un entorno cerrado con posibilidades de supervivencia y posible prosperidad (como demuestran algunos casos puntuales: redes de PyMEs en Italia, situación del Japón de la posguerra).

Sin embargo la pérdida de competitividad a mediano / largo plazo sigue siendo un fantasma que puede amenazar a este esquema contextual, ya que la presión de la mayor potencia y menor costo del saber codificado producido en contextos globales tal vez no sea tan elevada cuando se aplica sobre un sistema consolidado como cuando se ejerce sobre empresas individuales, pero seguramente irá en aumento a lo largo del tiempo. Esta presión se asienta sobre la base de la multiplicación de potencia de los medios de conocimiento y operación que se deriva de la acción combinada y sinérgica de la investigación científica de punta soportada por financiamiento masivo (genética, micromecánica, biología molecular, energías alternativas, etc.), la comunicación interactiva con modalidades para las cuales las distancias han dejado de ser un obstáculo y la automatización no sólo de tareas mecánicas y rutinarias, sino también de controles de procesos y de calidad (“sistemas inteligentes”, “redes neuronales”).

Esta presión competitiva aplicada por los estímulos externos, como mínimo perturbará los equilibrios que sustentan a los contextos locales más cerrados (tradición / modernización; interior / exterior; conocimiento tácito / conocimiento codificado) y en casos extremos, operará de manera caótica sobre su estructura interna hasta fragmentarla, reduciendo o anulando sus posibilidades de supervivencia.

Pero el ataque externo no es la única amenaza que puede afectar a un contexto cerrado. Sus propias debilidades estratégicas, resumidas en la mayor o menor fragilidad relativa de los lazos de vinculación, en la posible falta de atención a los desafíos externos, en la eventual falta de acceso a oportunidades presentes fuera de su

entorno, en la capacidad relativamente reducida de inversión en conocimiento y en la menor eficiencia del circuito de control cruzado, pueden desatar en un contexto excesivamente cerrado un proceso de decaimiento progresivo, pérdida de competitividad, fragmentación y desaparición final.

1.1.3. Necesidad de indicadores específicos

Los indicadores clásicos, especialmente los relacionados con el objeto particular de atención de este trabajo, verbigracia los aplicados por los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCyTs) para evaluar el desempeño de sus Unidades Ejecutoras (Institutos, Programas, Grupos de Trabajo por Disciplina, tanto universitarios como extra-universitarios), enfatizan el empleo de mediciones globales como el gasto total en I&D y el número y calidad de las publicaciones. Estos indicadores no miden otras actividades internas, como el desarrollo de capacidades de aprendizaje, los esfuerzos invertidos en cálculos ingenieriles y similares, de las cuales se derivan innovaciones incrementales y se codifican los conocimientos endógenos en formatos aptos para su transferencia.

En forma aislada, la contabilidad de la inversión económica en I&D, sólo puede reflejar los recursos asignados, pero no suministra información sobre los resultados ni sobre la eficiencia del gasto. El número de publicaciones, cuando se lo considera como parámetro aislado, también resulta insuficiente como indicador, en este caso por al menos tres razones: i) si la cuenta se limita a los artículos científicos de difusión internacional, no permite valorizar otras formas de comunicación de conocimiento codificado útiles como

El indicador V⁸

herramienta de vinculación con el sector productivo, tales como las publicaciones tecnológicas (artículos, libros, manuales), las de divulgación, las memorias técnicas, protocolos y similares, las patentes, etc.; ii) no necesariamente todo descubrimiento o invención, volcado en publicaciones y patentes, se transforma automáticamente en una innovación efectiva, es decir en la introducción de un nuevo producto, proceso o servicio en el mercado; iii) aún cuando se tomen en consideración todas las diversas maneras en que se pueden volcar por escrito los conocimientos generales (ponderando de alguna manera la diferencia de interés, impacto y profundidad que se le adjudique a cada una), quedaría fuera de esta contabilidad la masa de conocimientos tácitos desarrollados endógenamente, subvaluando así las actividades informales de innovación.

El reconocimiento de la insuficiencia de los indicadores tradicionales para estimar los esfuerzos de innovación entendidos como proceso continuo, en particular aquellos de carácter incremental, es entonces el sustento de la propuesta desarrollada en este trabajo.

Una de las limitaciones principales que se pretende superar mediante el modelo de indicador conjunto que se propondrá, se deriva del supuesto de homogeneidad de las unidades de medida. En términos de indicadores económicos, esto equivale a suponer que cualquier unidad monetaria gastada en I&D, cualquiera sea la organización que realiza dicha inversión, devuelve similares resultados en términos de innovación. En términos de indicadores académicos, la suposición de homogeneidad implica asignar el mismo potencial innovativo a cualquier resultado, codificable o tácito, del proceso de generación de conocimiento.

Otro aspecto que vale la pena resaltar respecto de esta propuesta, es que la misma es un intento de complementar el enfoque predominante de los economistas en cuanto a centrar sus análisis en las empresas, desenfatiendo de alguna manera el rol de los organismos de ciencia y tecnología. En ese sentido, este trabajo no

pretende discutir el rol de las firmas como protagonistas específicos de etapas esenciales del proceso innovativo, (la implementación de procesos, la fabricación y comercialización de productos), ni disentir con las respuestas habituales de la bibliografía a cuestiones referidas a la medición de la innovación en los países menos desarrollados y a la viabilidad y conveniencia de emplear los mismos indicadores utilizados en los países desarrollados, sino que se trata de enriquecer el análisis global focalizando la mirada en otros actores que forman parte importante del sistema de innovación, aquellos involucrados básicamente en las etapas de generación y desarrollo de conocimiento, antes que en la fabricación o en la comercialización de productos.

En particular, el desarrollo del indicador específico propuesto en este trabajo recoge muchas de las valiosas consideraciones planteadas en el análisis presentado por Jaramillo, Lugones y Salazar^x, respecto de la importancia, en relación con su capacidad innovativa, del entorno en el que se desenvuelven los agentes. Se coincide con la hipótesis básica de dicho análisis, verbigracia el hecho de que las especificidades de dicho ambiente en los países de la región latinoamericana tienen un significativo efecto sobre los resultados de los esfuerzos innovativos locales. Se destacan como particularmente importantes algunas diferencias decisivas respecto del escenario prevaleciente en los países desarrollados, sobre todo en lo que se refiere a: magnitud y funcionamiento de los mercados ¹³ ; conformación e interrelaciones de los Sistemas Nacionales o Regionales de Innovación ¹⁴ ; influencias del contexto macroeconómico ¹⁵ y de las peculiaridades microeconómicas de cada

¹³ Apertura comercial, desregulación, privatizaciones.

¹⁴ Debilidad relativa de los Sistemas de Innovación latinoamericanos, que impacta negativamente sobre la fluidez en la circulación del conocimiento tecnológico.

¹⁵ Estrategias de las empresas transnacionales, conformación de redes globales de producción y comercio, aceleración del ritmo de generación de las innovaciones tecnológicas y organizacionales.

El indicador V⁸

firma¹⁶; tamaño medio de las firmas locales inferior a los estándares internacionales¹⁷ y peculiaridades idiosincráticas¹⁸ y culturales¹⁹.

En otras palabras, si se tiene en cuenta que, parafraseando a López y Lugones^{xi}, los procesos de innovación son fuertemente tácitos, acumulativos y localizados; que la probabilidad de realizar avances tecnológicos es función del nivel alcanzado previamente; que el conocimiento tecnológico es difícil de transferir porque buena parte del mismo se acumula bajo las formas de especialización de las personas físicas, conocimientos tácitos y por lo tanto endógenos y una red de interacciones locales entre empresas, proveedores, organismos de I&D y asesores, la conclusión obvia es que los indicadores de actividad innovativa creados teniendo en cuenta experiencias y realidades de los países desarrollados (PD) no resultan directa y acriticamente asimilables al análisis de la innovación en países en desarrollo (PED). Para decirlo en las palabras de Brisolla y Quadros citadas por Jaramillo, Lugones y Salazar (*op. cit.*) “...la aplicación en nuestro medio de indicadores contruidos a partir de experiencias de países con mayor tradición en I&D puede provocar distorsiones en la evaluación de los

¹⁶ Contraste entre la tendencia a privilegiar la provisión de tecnología a partir de fuentes exógenas a las firmas característica de las empresas de mayor magnitud y la preferencia de las PyMEs a apelar a la adquisición de tecnología incorporada en bienes de capital combinada con el énfasis en esfuerzos de capacitación y aprendizaje endógenos.

¹⁷ Lo cual dificulta, inclusive para las filiales locales de empresas transnacionales, la absorción de los costos fijos asociados a la investigación y desarrollo.

¹⁸ Limitada participación en el diseño e instrumentación de políticas públicas relevantes; falta de vocación para identificar claramente sus necesidades y consecuentemente reclamar apoyos concretos relacionados con la provisión de infraestructura, servicios y asistencia tecnológica.

¹⁹ Desconfianzas respecto del contacto activo con el medio científico y tecnológico local (en rigor de verdad, habría que hablar en este aspecto puntual de desconfianza mutua, de cierta aprehensión a hipotecar la virgindad académica) por desconocimiento del apoyo potencialmente disponible para mejorar la competitividad.

resultados, por el riesgo de no reflejar las características de los sistemas sociales o las especificidades de la producción de ciencia y tecnología local y, principalmente, por no focalizar la cuestión central, que es la relación entre los dos sistemas: el de ciencia y técnica y el socio-económico”.

De lo antedicho, resulta que un criterio importante en el diseño de indicadores apropiados a la realidad de los PED es la necesidad de considerar tanto los aspectos cuantitativos (enfoque de los indicadores convencionales, que brindan una “fotografía” o imagen estática de la situación correspondiente al momento en que los datos son relevados), como así también los cualitativos (que permiten describir a la innovación como un proceso acumulativo, en el cual la competitividad es una apuesta estratégica que depende de la trayectoria de cada empresa y de sus habilidades para el aprendizaje, pero también de su relación con los demás agentes que conforman su entorno).

En este sentido, el Manual de Bogotá¹⁰, constituye un importante aporte crítico en la dirección de adaptar indicadores clásicos (*Manual de Oslo*) a la realidad Latinoamericana, enriqueciendo el enfoque de Oslo con reflexiones sobre el modelo conceptual²⁰, las áreas prioritarias de investigación²¹ y los factores de innovación²², basadas en el criterio de desenfatar la noción estricta de innovación, para enfocar de manera más amplia y comprensiva el esfuerzo tecnológico de las firmas. Teniendo en cuenta que la evolución de las capacidades competitivas de los sistemas de innovación

²⁰ Enfoque de sujeto, perspectiva evolucionista para entender el proceso innovativo de la firma y modelo de eslabonamiento en cadena.

²¹ Estrategias empresariales, papel de la difusión de tecnologías, fuentes de ideas innovadoras y sus insumos, rol de las políticas públicas, resultados de las actividades de innovación.

²² Firmas, instituciones de C&T, mecanismos de transferencia de tecnología y condiciones de entorno para la innovación.

El indicador V⁸

dependen de la acumulación de capitales tanto físicos (activos tangibles, disponibilidad financiera) como sociales (activos intangibles tales como las habilidades y conocimientos de los recursos humanos, los mecanismos de vinculación entre los agentes y los esquemas organizacionales e institucionales), resulta especialmente relevante, en el marco específico del cambio técnico en Latinoamérica, considerar las interacciones sistémicas, enfatizando aspectos soslayados por el Manual de Oslo: actividades de búsqueda, evaluación, adopción y adaptación idiosincrática de tecnologías; naturaleza predominantemente difusiva, adaptativa e incremental de la innovación en los PED; importancia de la modernización de la gestión, la administración y el esquema organizacional de los agentes, etc.

En síntesis, para obtener mediciones relevantes de la innovación en países menos desarrollados, definición dentro de la que es posible enmarcar, con algunas diferencias de grado, a todos los países de América Latina, es necesario diseñar indicadores específicos, superadores de las limitaciones que presentan los métodos clásicos de cuantificación de *inputs* (*i.e.* gastos en I&D formal) y *outputs* (*i.e.* patentes) elaborados sobre la experiencia de países desarrollados.

La comprensión acerca de la manera en que las firmas localizadas en los PED adquieren competitividad basada en tecnología, resulta entonces el principal fundamento para la elaboración de estos indicadores específicos.

En este sentido es interesante el análisis de Lall^{xii}: en general, la mayoría de las tecnologías industriales operan con bajos niveles de eficiencia en los PED, constituyéndose de esta manera en causas de baja productividad más significativas que las ineficiencias derivadas de errores (debidos a distorsiones en los precios) al elegir técnicas o definir inversiones. Los procesos de selección, incorporación y dominio de tecnologías ni son pasivos, ni están libres de riesgo. Más aún, el proceso de dominar una nueva tecnología no es instantáneo, ni automático ni está libre de costos, aunque se trate de tecnologías

difundidas en otros países o contextos regionales. Por el contrario, involucra la adquisición y el desarrollo de nuevos conocimientos, habilidades y formas organizativas, así como la creación de tramas o interrelaciones entre los diversos actores que conforman el Sistema de Innovación. En otras palabras, se requiere un conjunto de acciones que se sintetizan en el concepto de generación de “capacidades tecnológicas”.

Por lo tanto, las diferencias en la eficiencia con la que se incorporan nuevas tecnologías se erigen la fuente principal de las diferencias en la competitividad de los países. La cuestión importante es que el dominio estático de tecnología exógena no permite desarrollar ventajas competitivas, a menos que se enmarque en un proceso continuo de mejoramiento y diversificación mediante: i) mejoras tecnológicas de productos y procesos generadas en el interior del Sistema local (Nacional o Regional); ii) ingreso progresivo a sectores de actividad industrial más sofisticados y novedosos; iii) incremento gradual de la provisión local de bienes y servicios (incluyendo los de asistencia técnica y de transferencia tecnológica).

En este marco, la disponibilidad de indicadores adaptados a las realidades locales constituye una herramienta útil para:

- T Definir con mayor precisión la orientación de las acciones de promoción de mediano y largo plazo que permitan profundizar los senderos de competitividad más adecuados a las condiciones locales (estructura industrial, interconexiones activas en los sistemas nacionales innovación, niveles de sofisticación tecnológica por sector productivo, acceso a y confiabilidad de las fuentes exógenas de provisión de tecnología²³).

²³ Por poner un ejemplo, no es igual la situación respecto de este último factor que puede presentar Cuba, sujeta al embargo comercial estadounidense, que México, socio

El indicador V⁸

- T Captar, procesar y analizar información confiable y contrastable con los datos recopilados en otros países con similar nivel de desarrollo, acerca de la evolución y características de los procesos locales de innovación tecnológica.
- T Utilizar estos indicadores para el planteo estratégico de políticas tendientes a fortalecer los Sistemas Locales y Regionales de Innovación y apoyar los esfuerzos de los agentes que evidencien vocación por mejorar su acervo tecnológico.
- T Evaluar, mediante estos indicadores específicamente adaptados a las realidades de la región, el impacto (positivo, negativo o neutro) que tengan los programas de apoyo de organismos internacionales y los de cooperación horizontal (con otros PED) y vertical (con PD) sobre el sendero evolutivo estratégico planteado por cada país para la mejora de su competitividad, de manera de generar criterios fundamentados, utilizables en para el diseño de programas futuros.

1.2. Antecedentes

La sección 1.1. presentó la problemática de la vinculación desde el punto de vista conceptual, visión que se complementa en esta sección con algunos comentarios referidos a la evolución histórica reciente de las formas que ha adoptado la vinculación (o la intención

privilegiado del NAFTA o los países que integran el bloque del Mercosur, potencial competidor de iniciativas como el ALCA.

de vinculación) en general, con referencias a casos propios del escenario particular de América Latina.

Esta evolución histórica responde de alguna manera a la dialéctica “modelo lineal”, asociado a la etapa ofertista y modelo de “eslabonamiento en cadena” (*chain linked*), más acorde con la concepción actual de la generación de conocimiento como proceso interactivo, retroalimentado y sistémico, por lo que vale la pena desarrollar brevemente ambos conceptos.

El modelo lineal de innovación supone que la misma ocurre en un sentido único de comunicación entre una serie de compartimientos estancos y que además están ubicados en un esquema de precedencias lógicas e independientes de factores externos y de influencias mutuas. En una conceptualización extrema, esta precedencia ubica como primigenia a la idea original (invención), que supone un salto cualitativo respecto de los conocimientos básicos vigentes hasta el momento y que tiene como ámbito de generación a la academia (conjunto de investigadores de la disciplina). De allí la idea es apropiada por tecnólogos que interpretan ese conocimiento básico, proveniente del mundo de las ideas y transmitido mediante informaciones codificadas pero perfectamente asimilables y completas en sí mismas, sumando a esta interpretación sus habilidades en el mundo material, para conseguir transformar el concepto intangible en un artefacto tangible (producto, máquina, proceso). El artefacto es ahora una mercancía que una firma puede incorporar sin esfuerzos especiales (excepto el de conseguir el dinero para pagar su costo) para transformarlo en una mejora (ventaja competitiva) que mejora sus chances en las etapas finales de elaboración y comercialización del producto.

En el modelo eslabonado, en cambio, los motores de la innovación incremental pero continua, son los flujos de información transversales y de doble sentido (retroalimentación o *feedback*) entre todos los agentes involucrados en el cambio tecnológico, de manera que el motor de dicho cambio puede ubicarse tanto en una idea

El indicador V⁸

original como en la percepción de una demanda potencial e insatisfecha o inclusive en factores ajenos al ciclo ciencia → tecnología → producto → comercialización en sí mismo.

Por ejemplo, las innovaciones en el ámbito del tratamiento de efluentes aparecen motivadas por cuestiones como la presión de la sociedad y el mantenimiento de la imagen positiva de una empresa, ya que cuando ésta trata de minimizar su impacto ambiental lo hace, entre otras motivaciones, porque estima que puede atraer con mayor probabilidad de éxito a los clientes eventuales, quienes deben tomar la decisión de compra entre productos idénticos en todos los demás aspectos salvo la imagen de responsabilidad social de la firma que lo fabrica.

Vistos desde una perspectiva simplista y acrítica, parecería que los modelos que se ocupan de describir el papel del conocimiento como herramienta de competitividad se han ido volviendo cada vez más complejos y sus predicciones se han ido cargando de incertidumbre respecto del sencillo concepto del modelo ofertista y lineal: ciencia → innovación → producción → comercialización.

Sin embargo, contrastando esos modelos con la evolución histórica de los métodos de organización de la producción y con la irrupción hacia 1970 de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), nuevo paradigma omnipresente a la vuelta del milenio, resulta que la complejidad creciente de los modelos, lejos de constituir un ejercicio intelectual, ha sido originada por la necesidad de explicar un fenómeno que de hecho se ha vuelto sustantivamente más complejo.

1.2.1. Un poco de historia

Un rápido repaso de las teorías económicas relacionadas con el cambio tecnológico desarrolladas durante el siglo XX muestra en el centro de la discusión dos postulados de la ortodoxia económica:

- ✓ el rol del sistema de precios como mecanismo de coordinación espontáneo en un mundo de conductas racionales de los agentes que, por lo tanto, son capaces de asignar los recursos de manera óptima ya que no existe incertidumbre
- ✓ el rol de la tecnología y de los procesos de aprendizaje, que los modelos clásicos incorporaban a una “caja negra”, pero que para finales del siglo XX ya se han transformado en recursos estratégicos cruciales para la competitividad empresarial

La propuesta de explicaciones más representativas del comportamiento real de las firmas en su contexto, conduce desde la concepción neoclásica a los modelos evolucionistas.

El cambio mencionado en la teoría económica acompaña a (y al mismo tiempo se deriva de) profundas transformaciones en los sistemas de manufactura, procesos de trabajo y cambios organizacionales. Esta evolución, durante el último siglo, va desde el modelo riguroso y determinista del taylorismo, pasando por el éxito espectacular de la concepción fordista para generar y alimentar una demanda masificada en la era de la abundancia (desde los '30 a los '60 o '70) hasta la propuesta toyotista de organización flexible, cuya implementación difundida internacionalmente (en forma directa o a través de la hibridación) hacia finales del siglo XX, la convierte en el modelo más exitoso en la actualidad.

El indicador V⁸

Con la aparición de las tecnologías de la información y la comunicación, alrededor de los '70, se alcanza una complementariedad entre nuevas formas de gestión y nuevas tecnologías disponibles tan significativa que condiciona la conducta posible de los agentes sociales y económicos. Estos deben adaptarse a un contexto de compresión del tiempo y del espacio, de desplazamiento de los límites entre diferentes tipos de conocimiento tácitos y explícitos, de aumento de la flexibilidad, de importancia creciente del capital intangible, de mejora continua de la calidad y de la relación precio / *performance* (que acorta el ciclo de vida de los productos y pone presión sobre las etapas de diseño y desarrollo que continuamente deben aportar nuevas propuestas), del consumo difundido como característica destacada de los negocios de fin de siglo y de transformaciones profundas en la infraestructura básica que cohesionan la sociedad civil (verbigracia, transportes, energía y comunicaciones).

La disminución relativa que en dicho escenario tienen las actividades manuales con respecto a las lógico simbólicas, de abstracción y representación mental del proceso productivo, es decir el aumento de la base de conocimientos a través de la expansión de la actividad de investigación, diseño y en general de todo tipo de actividad que requiere habilidades intelectuales, tiene un impacto directo sobre las metodologías de aprendizaje.

En este marco adquiere importancia la capacidad para incorporar nuevos conocimientos, adaptarse, comunicarse y trabajar en grupos. Es decir que, en la era de la información, el conocimiento en sus diversas manifestaciones se constituye en la ventaja competitiva esencial de las firmas. Resulta entonces imprescindible, en este escenario, abandonar el sencillo modelo lineal de generación de conocimientos para elaborar teorías que tengan en cuenta el carácter esencialmente bidireccional e interactivo del proceso de innovación.

1.2.2. Yendo de la teoría a la práctica

El sistema educativo convencional, uno de los actores fundamentales del sistema de innovación, a partir de la consideración de las habilidades requeridas a sus egresados para ingresar al mundo laboral y de un proceso interno de análisis estratégico, está adquiriendo conciencia acerca de la importancia crucial de la capacidad de aprendizaje como ventaja competitiva. Se puede así verificar un proceso de transformación estructural del sector educativo basado en una caracterización de las aptitudes con que debiera dotar a sus egresados para facilitar su acceso al tipo de empleo asociado a los nuevos paradigmas productivos.

En el nivel universitario se ha puesto en marcha, al menos en Argentina y en lo que respecta a las ingenierías, una profunda reestructuración que incluye parámetros tales como capacitación docente y reducciones en la duración teórica de las carreras de grado, combinadas con un notable incremento en la oferta de posgrados, fomento de la vinculación entre las actividades académicas de investigación, de docencia y de extensión, sistemas de acreditación mediante autodiagnósticos y evaluaciones externas y mayor atención a la futura inserción laboral de los egresados sobre la base de entender la demanda de los oferentes de empleo.

Esta demanda muestra justamente la concientización de las empresas acerca de las nuevas habilidades requeridas. Por ejemplo, en un trabajo^{xiii} de definición del perfil del egresado de Ingeniería Industrial, oferta académica de reciente implementación en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional, en la que me tocó cumplir el rol de Director Organizador, no solo se verifica la precisión con que estas habilidades son especificadas por las firmas de nuestro mercado laboral, sino también se cuantifica el valor relativo que asignan a las mismas respecto de los saberes específicamente técnicos y se confirma la coincidencia esencial de

El indicador V³

los perfiles demandados para los ingenieros independientemente de su especialidad y del rubro del demandante.

Resumiendo las conclusiones más relevantes de dicho trabajo, el muestreo realizado reveló una característica importante al momento de plantear un perfil de graduado que pueda responder a la demanda del medio, cual es que no se encuentra ninguna correspondencia o dependencia sistemática entre los perfiles solicitados y el rubro empresario del oferente o la especialidad de la ingeniería involucrada. Por lo tanto, se concluye que aquellos requisitos del perfil que no correspondan específicamente al área temática de la rama de la ingeniería de que se trate, son totalmente genéricos y válidos para cualquier sector productivo o de servicios y para cualquier orientación de la ingeniería, es decir que se constituyen en atributos definitorios del ingeniero como vector del cambio tecnológico en nuestra sociedad latinoamericana. En la tabla 1 se presentan cuantitativamente los requisitos genéricos más demandados para los ingenieros.

Tabla 1

*Requisitos de formación **no disciplinarios** de mayor demanda*

Requerimiento	Número de casos	Porcentaje s/ muestra
<i>Conocimientos de inglés</i>	43	28,5
<i>Dominio de inglés</i>	45	29,8
<i>Otros idiomas</i>	7	4,6
TOTAL de idiomas extranjeros*	95	62,9
Informática**	50	33,1
Habilidades comunicacionales***	43	28,5

Fuente: Elaboración propia sobre avisos Diarios "Clarín" y "La Nación", julio 1999 + octubre 1999 - febrero 2000

Notas a la tabla 1:

* *Corresponde a requerimientos explícitos o implícitos (como por ejemplo "familiaridad con el empleo de normas internacionales" o "habilidad para comunicarse con clientes del exterior"). Respecto de "otros idiomas", se detectó el requerimiento de portugués (4 casos sobre 7, indicando la progresiva importancia del ámbito laboral Mercosur) y alemán, francés y hebreo, en cada caso relacionado con el origen de la casa matriz de la empresa.*

** *Se refiere a informática básica y aplicada pero excluye conocimientos específicos correspondientes a la especialidad, tal como ocurre por ejemplo la necesidad de dominar determinados sistemas operativos para Ingenieros en Sistemas.*

*** *Incluye demandas como "relaciones interpersonales", "trabajo en equipo", "liderazgo" y similares.*

De la tabla 1 se desprende que las habilidades no disciplinarias requeridas por las firmas (al menos en el caso de la demanda de ingenieros) resultan totalmente coincidentes con las nuevas formas de generación de conocimientos mediante:

- ✓ *Acceso e interpretación de la información:* ya no basta en este sentido con el lenguaje local, porque la mayor parte de la información en áreas de ingeniería está codificada en inglés. Por esta razón, el idioma inglés (muchas veces acompañado de calificativos tales como "excelente" o "dominio" y en varios casos definido como "excluyente") aparece como requisito (y a veces como *único* requisito) en 88 casos de la muestra (constituida por 151 casos). Por lo tanto este rasgo del perfil, que es demandado en el 58,3 % de los casos relevados, se destaca como un factor fundamental.

El indicador V⁸

- ✓ *Capacidades de codificación y decodificación:* En el paradigma de las TICs, el microprocesador es rey. Esto explica que, en proporción relativa, los conocimientos de informática básica y aplicada constituyan el segundo parámetro extracurricular mas demandado, según lo muestra su explicitación en el 33,1 % de los casos relevados.
- ✓ *Mecanismos de externalización e internalización:* Este modelo de transformación continua de conocimientos tácitos en codificados y viceversa a través de la interacción personal entre los agentes de la firma, se valoriza casi al mismo nivel que el dominio de herramientas informáticas, ya que la capacidad de desarrollar relaciones interpersonales y las habilidades comunicacionales aparecen como el complemento que completa la terna de aspectos extracurriculares básicos como factores de competitividad laboral, con un requerimiento explícito en el 28,5% de los casos, evidenciando claramente la importancia de adquirir también aptitudes en este aspecto durante la etapa de formación universitaria.

Para resumir lo expuesto en esta sección, se puede decir que el modelo ofertista ha perdido vigencia y que los recursos humanos entrenados en el ámbito universitario son la clave de un modo factible y concreto de vinculación universidad - empresa, basado en el establecimiento de lazos firmes y permanentes entre el *alma mater* que, durante la etapa formativa, puso en contacto a los alumnos no solo con el conocimiento sino con las metodologías de generación del mismo y con los ámbitos en donde algunas de las etapas de este proceso pueden llevarse a cabo con adecuado nivel de excelencia y el sector productivo, en el cual el conocimiento se corporizará en innovación.

1.3. Modelos recientes

La evolución histórica apretadamente sintetizada en la sección 1.2., desemboca en los modelos recientes que describen y caracterizan las cuestiones relacionadas con el aprendizaje y la innovación en marcos sistémicos, que de suyo implican la necesidad de establecer vínculos entre sus actores.

1.3.1. Algunas cuestiones filosóficas

Como bien plantea Metcalfe (*op. cit.*), *“en un sentido obvio, toda adquisición de conocimiento implica aprendizaje, pero es claro que se pueden discernir muchas y distintas clases de aprendizaje”*.

- ✓ El producto conjunto de actividades de producción y uso de artefactos: aprender haciendo y aprender usando.
- ✓ El producto de la interacción con fuentes externas de conocimiento: otras instituciones diferentes de la firma, tales como proveedores, clientes, organismos científicos y tecnológicos.
- ✓ El producto de actividades internas: programas formales de investigación y desarrollo implementados por la firma.

La existencia de diferentes clases de aprendizaje deriva en distintas tipos de conocimiento y por lo tanto en diferentes orientaciones del cambio tecnológico, dependientes de la trayectoria previa y de la estructura interna del sistema de innovación.

Este aprendizaje, relacionado con el cambio tecnológico, es costoso, tiene lugar en distintos sectores del sistema, involucra la interacción entre fuentes de conocimiento internas y externas, es acumulativo, constituye la base de la innovación local (generalmente de tipo incremental) e involucra no solamente aspectos técnicos, sino también de gestión, de mercados, de demandas de los clientes, etc.

Desde un punto de vista muy básico, las innovaciones son anticipaciones abstractas que relacionan, en la mente de tecnólogos y gerentes de investigación y desarrollo, la inversión en esfuerzos de creación de conocimiento nuevo con la expectativa de lograr un ventaja competitiva mediante una mejora tecnológica. Por esta razón, diferentes individuos en diferentes contextos organizacionales podrán anticipar estas posibilidades innovativas con variado grado de imaginación, creatividad y precisión, lo cual explica la diversidad de capacidad de innovación que se puede verificar en distintos sistemas y aún entre diversos agentes de un mismo sistema.

Por otra parte, como en última instancia el efecto de las innovaciones es cambiar el estado del arte (y consecuentemente la base sobre la que se han estimado las relaciones causa - efecto al diseñar el programa de desarrollo), la incertidumbre respecto no solo de la rentabilidad eventual, sino también de las probabilidades de éxito o fracaso de cualquier programa de innovación tecnológica es un atributo esencial del proceso de creación de conocimiento, lo que la convierte en una típica actividad de riesgo.

1.3.2. Algunas cuestiones metodológicas

Si se parte de la base conceptual de que la innovación consiste en la habilidad para combinar pensamiento y acción en la transformación de materiales, energía e información desde un estado dado (el estado del arte) a otro estado de nivel superior desde el punto de vista de la producción de bienes y servicios (superior por calidad

mayor o más consistente, por precio decreciente para *performances* comparables, por diferenciación del producto o servicio respecto del ofrecido por la competencia, etc.), será posible buscar metodologías sistemáticas para potenciar este tipo de habilidades (que podemos caracterizar como “habilidad para el aprendizaje”) en todos los actores de un sistema de innovación.

En este aspecto, resulta claro y pertinente el planteo de Ducatel (*op. cit.*), el cual se glosa a continuación. Este autor reconoce dos cuestiones críticas sobre las cuales focalizar el análisis de la forma en que los agentes pueden hacer rentable la capacidad de aprendizaje en el marco competitivo de la economía del conocimiento:

- ✓ La manera en la cual los individuos adquieren habilidades (triángulo de aprendizaje)
- ✓ El aprendizaje compartido en el seno de la institución (la organización que aprende)

1.3.2.1. El triángulo del aprendizaje

Si bien es universalmente aceptado el rol central de la educación y el entrenamiento en una economía basada en el conocimiento, resulta igualmente difundida la noción de que los sistemas educativos convencionales ya no resultan adecuados para preparar a la gente para su desempeño laboral. A pesar del espiral de demanda de aptitudes específicas por parte de las empresas (según se ha mostrado en el apartado precedente), pareciera que el énfasis tradicional en el “saber qué” y el “saber por qué” resulta alejado de la naturaleza práctica del conocimiento requerido y que se necesita complementar la educación y el entrenamiento formal mediante el “aprender haciendo” necesario para adquirir el “saber cómo” y el fomento de las relaciones interpersonales (el “saber quien”).

El indicador V⁸

Se debe comprender que en el contexto de las tecnologías actuales, el conjunto balanceado de habilidades que denominaremos “competencia” de los agentes, es un concepto multidimensional que involucra habilidades físicas (coordinación visual-motora, fortaleza), cognitivas (razonamiento analítico y sintético, capacidades verbales y numéricas) y relacionales (comunicación, supervisión, liderazgo, trabajo en equipo). Esta competencia se emplea en razonamientos formales y en manejo de símbolos, de manera que, respecto de paradigmas productivos precedentes, hay un desbalance entre la necesidad de contar con capacidades físicas (que tiende a decrecer) y cognitivas (que van en aumento).

Como la educación formal se concentra en el desarrollo de habilidades cognitivas, se deriva una asociación inmediata entre nuevas tecnologías, demanda de agentes altamente calificados y sistema educativo, siempre que este último pueda encarar el desafío de combinar las metodologías de enseñanza convencionales con esquemas que preparen a sus egresados para sintetizar habilidades cognitivas, sociales y relacionales en capacidades como: la manipulación mental de modelos abstractos, la comprensión acerca de cómo funcionan los procesos y las máquinas, la habilidad para realizar deducciones sobre la base de datos estadísticos y emitir juicios combinando cuestiones técnicas con económicas, la comunicación verbal, escrita, oral, visual, la responsabilidad por los productos y los procesos.

Por esta razón, Ducatel propone el concepto del triángulo del aprendizaje, que interrelaciona los tres ámbitos en que se adquieren los conocimientos: el académico (educación formal), el vocacional (erróneamente, en el marco de este modelo de aprendizaje, considerada como de un *status* inferior al académico) y el experimental (que relaciona el conocimiento teórico con el desempeño laboral práctico).

1.3.2.2. La organización que aprende

Como ya se ha comentado, buena parte del conocimiento es social, ya que reside en la experiencia, la historia previa, los comportamientos y la cultura compartidos por grupos de personas que actúan con objetivos comunes en el seno de una organización. Por esta razón, en términos de competitividad, es necesario focalizar el análisis tanto en la capacidad grupal de aprendizaje dentro de la organización (integración entre individuos, entre divisiones, entre sectores de la empresa o del instituto de I&D) como en la formación de redes inter-empresarias y de vinculación entre empresas y otros sectores sociales que forman parte indivisible de cada comunidad.

El término de “organización que aprende” adquiere de esta manera el sentido de estructuras que enfatizan el involucramiento de sus agentes con los objetivos institucionales, de manera de capitalizar al máximo el aporte que los agentes individuales pueden hacer a la organización mediante su creatividad, ingenio, capacidad de resolución de problemas y esfuerzos concentrados en la calidad y la productividad. Para conseguir este comportamiento, este tipo de organización promueve la participación activa de todos los agentes en la toma de decisiones, proveyendo para ello de toda la información necesaria y estableciendo incentivos específicos para premiar los aportes. Nuevamente surge en este caso un triángulo que conecta las formas en que una organización aprende: entrenamiento continuo (mejora de las habilidades y capacidades de sus agentes), organización del trabajo (sistemas flexibles, delgados y transparentes, para usar la terminología del toyotismo) y estrategia tecnológica (posicionamiento en nichos del mercado en los que se puedan hacer valer las fortalezas y aprovechar las oportunidades de negocio sobre la base de creación de conocimiento).

En otras palabras, no basta en este tipo de organización la táctica de invertir significativamente en capacitación convencional, sino que se requiere racionalizar guías de apropiación, aplicación y desarrollo de conocimientos adecuados al planteo estratégico, teniendo en cuenta

quienes tienen este conocimiento y cómo lo utilizan. En una organización que aprende, glosando palabras de Nonaka, “la invención de nuevo conocimiento no es una actividad de especialistas (ejecutivos senior, departamentos de ingeniería, personal científico) ... es un comportamiento (una cultura organizacional) en el cual cada uno de sus agentes es un trabajador del conocimiento”.

Así que en una organización que aprende, el objetivo básico será el de socializar la práctica del aprendizaje (articulación y aplicación del conocimiento) entre todos sus agentes. Esto se consigue mediante estrategias prácticas, como: ejercicio práctico en la realización de tareas nuevas, previsión de períodos de entrenamiento supervisado (“*coaching*”), organización de tareas en equipo, fomento de cooperación inter departamental, planificación de las orientaciones específicas del entrenamiento y capacitación requeridos, rotación en diferentes puestos de trabajo, etc.

1.3.3. Algunas conclusiones

Las firmas eficientes, en el contexto de la economía de las informaciones y las comunicaciones, serán aquellas mejor preparadas para crecer más que sus competidores mediante la asignación de recursos para experimentar e implementar mejoras tecnológicas.

Para esto, deberán incrementar sus capacidades para la apropiación y la generación de conocimiento, de manera que la estructura organizacional orientada en dicho sentido permita justificar los riesgos de inversiones en aprendizaje e innovación.

La consolidación de un sistema local o nacional de innovación que integre al sector productivo con el académico, el financiero y el gubernamental en alguna clase de círculo virtuoso puede constituir una buena estrategia para promover e incrementar la creatividad del conjunto, dado el carácter relacional y social del conocimiento.

2. Como innovan los empresarios locales

Los principales beneficiarios de un sistema de innovación local probablemente sean los pequeños y medianos empresarios, ya que la tendencia a la globalización ha derivado en una división internacional del trabajo en las empresas transnacionales, de manera que en las mismas la función de I&D suele estar localizada en la casa matriz, es decir en algún país desarrollado. Por lo tanto el primer interrogante fundamental en el marco del enfoque sistémico planteado reside en la relación entre tamaño de los agentes y procesos innovativos, tema que a su vez se puede discriminar en tres cuestiones básicas según se analiza en el apartado 2.1. El segundo aspecto crítico a considerar es el impacto que un buen vínculo sistémico (local, regional o nacional) de una empresa, es decir su pertenencia a una “trama virtuosa”, tendrá sobre sus posibilidades de acceso y buen desempeño en el contexto global, tema desarrollado en el apartado 2.2.

2.1. Cuestiones básicas y acciones posibles

2.1.1. El tamaño como parámetro

El primer aspecto a tener en cuenta en este punto es que el tamaño de las firmas no es un parámetro absoluto, ya que su influencia sobre la capacidad de innovación de los agentes depende de la inserción de los mismos en un “ambiente” determinado: mientras más positivo resulte el ambiente económico, social e institucional,

menos relevante es el tamaño de las firmas como factor diferenciador de la *performance*. Es decir que las externalidades que se generan en un ambiente positivo actúan como un operador distinto del mercado, en el sentido de contrarrestar las ventajas competitivas asociadas al tamaño. Esto es válido en particular para aquellas firmas pequeñas y medianas cuyo sendero evolutivo las ha habilitado para adquirir ciertas competencias mínimas que les permiten complementar (mediante la potenciación de los procesos de aprendizaje a través de la cooperación tecnológica formal e informal), los conocimientos codificados y tácitos de que dispone, así como disminuir las incertidumbres estratégicas y paliar las debilidades organizacionales propias de las PyMEs de dueño único y multitarea.

Sin embargo, no se pueden negar las ventajas que tienen las empresas grandes sobre las pequeñas para encarar esfuerzos de innovación y, sobre todo, para obtener resultados. En efecto, los esfuerzos innovativos involucran actividades tales como la concepción, la planificación y la concreción de innovaciones mediante la apropiación y uso de conocimientos tecnológicos y organizacionales, sobre la base de las competencias desarrolladas a lo largo de la trayectoria empresarial y de los recursos económicos y humanos con que cuenta cada tipo de firma.

Con esta definición, resulta obvia la ventaja de las empresas grandes en la obtención de resultados innovativos radicales, tales como la creación de nuevos productos y procesos, en los sectores cuya competitividad depende de las economías de escala (química básica, energía, siderurgia, alimentos, papel, polímeros y similares). Esta ventaja se asienta sobre la disponibilidad de mayores recursos tecnológicos y financieros, factores fundamentales al definir la capacidad para absorber los elevados costos fijos de la investigación y desarrollo intrafirma y la posibilidad de financiar inversiones de riesgo como plan estratégico de posicionamiento futuro.

En cambio las empresas pequeñas y medianas, flexibles, dinámicas,

con la capacidad de decisión usualmente concentrada en una única persona (el gestor, emprendedor y habitualmente titular de la firma) pueden encontrar nichos de competitividad basada en la capacidad innovativa en dos segmentos productivos:

- T mayormente en los sectores en los cuales el mercado está dispuesto a absorber innovaciones incrementales, cuyo rédito económico es de poca magnitud relativa y por lo tanto no resulta atractivo para las grandes empresas y
- T minoritariamente en los sectores de punta, en los cuales el valor agregado depende fundamentalmente del dominio de la tecnología específica y no de la escala de producción^{bb}.

Excepto en el caso particular de las empresas de base tecnológica (*spin offs*), para alcanzar un nivel razonable de competitividad innovativa, las PyMEs deben compensar la ausencia de laboratorios de investigación y desarrollo propios mediante la apropiación de conocimientos generados extrafirma (Universidades, Centros Tecnológicos), lo que explica la marcada influencia que un ambiente capaz de ofrecer externalidades positivas ejerce sobre la capacidad de innovación de firmas pequeñas y medianas.

^{bb} Aunque no sobre la base de relevamientos sistemáticos y extensivos, he tenido oportunidad de verificar de primera mano que los *spin offs* también ocurren en Argentina: un ejemplo de estas empresas de base tecnológica que conozco de cerca por haber sido creada por dos compañeros de trabajo, corresponde al desarrollo tecnológico primero y comercial a continuación, de los hallazgos de una tesis de doctorado focalizada en la obtención de agua pesada, lo que les permite competir actualmente (en el mercado nacional y en el nicho específico de los rellenos estructurados para sistemas de intercambio de masa y energía), con algunas multinacionales como Sulzer: El otro caso que conozco de primera mano es el de la pequeña empresa de nanotecnología que he fundado conjuntamente con un empresario dispuesto a invertir en innovación, lo cual automáticamente lo convierte en *rara avis* en Argentina.

2.1.2. La vocación como motor

Otra cuestión importante, especialmente desde el punto de vista de la vinculación, tiene que ver con la mayor o menor vocación o disposición a encarar esfuerzos de innovación según se trate de firmas grandes o pequeñas. En este sentido, una conclusión que, aunque no está explicitada de esta manera, creo que se desprende del análisis de resultados de diversos estudios de caso sintetizados por Yogue^{xiv} (Rafaela, Mar del Plata, Tres de Febrero, etc.), es que las firmas de mayor tamaño manifiestan una vocación innovativa independiente de la localización y más bien relacionada con el sector productivo al que pertenecen. En cambio la predisposición de las PyMEs en esta dirección parece estar fuertemente influenciada por el ambiente. De esta manera, la exposición a externalidades negativas tiende a reducir, en las empresas de menor tamaño, los esfuerzos de capacitación, el planteo de metas de aseguramiento de la calidad o el establecimiento de vínculos formales e informales de cooperación tecnológica.

2.1.3. Los obstáculos diferenciales

La tercera cuestión importante se relaciona con la caracterización y la magnitud de los obstáculos que encuentran las firmas, en función de su tamaño relativo, en relación con la innovación. A poco de profundizar en el análisis del tema, resulta evidente que los problemas que enfrentan las firmas de diferente tamaño con respecto a la innovación son de naturaleza y/o de impacto diferente.

Por ejemplo, el riesgo de fracaso de una línea determinada de desarrollo tecnológico impacta sobre una firma de facturación abultada bajo la forma de una eventual reducción de ganancias, pero el mismo fracaso en una PyME puede determinar su salida del mercado o aún su quiebra.

El acceso a las fuentes de financiación de la I&D constituye otra diferencia significativa. Si la inversión de riesgo es propia, resulta acotada por la magnitud de la facturación respectiva, que, en términos absolutos, es la variable de diferenciación entre empresas por su tamaño. Si esta inversión debe financiarse con recursos externos, la ventaja está del lado de las firmas de gran tamaño, que tienen activos físicos de magnitud suficiente como para satisfacer las garantías reales requeridas por el sector financiero para otorgar un crédito, e inclusive pueden recurrir a bancos internacionales para conseguir tasas de interés más ventajosas. En cambio las PyMEs tienden a quedar fuera de los circuitos financieros internacionales y las tasas de interés a las que pueden acceder en el mercado local determinan que el retorno de la inversión esperado de una innovación exitosa deba ser relativamente mucho mayor para afrontar la devolución del préstamo que el que necesita una gran empresa.

Otro problema diferenciador es la necesidad y el tipo de protección requerido para las innovaciones alcanzadas. En el caso de grandes empresas, una herramienta a la que se recurre habitualmente es la solicitud de patentamiento, utilizada muchas veces como barrera de ingreso al mercado de firmas de la competencia. La efectividad de este bloqueo competitivo depende obviamente de la capacidad de las empresas para evitar la violación de este tipo de resguardo, influyendo sobre el poder de policía del estado para garantizar la salvaguarda. Por eso es una alternativa mucho más empleada por empresas grandes, con intereses globales y gran capacidad de gestión y de *lobby*.

En cambio, las PyMEs, habitualmente orientadas hacia el desarrollo de innovaciones incrementales, encuentran en esta circunstancia un factor positivo, ya que este tipo de innovación suele ser de carácter no público, *firm specific* y *path dependent*, lo que minimiza la posibilidad de su apropiación por parte de los competidores.

2.1.4. El espacio de la política

El análisis detallado en los tres subapartados precedentes fija un rol deseable del sector público en el marco de una estrategia de apoyo a los esfuerzos innovativos locales, especialmente en favor de los pequeños y medianos empresarios. Este rol puede sintetizarse en acciones concretas, tales como:

- T Disponibilidad de capitales para financiar I&D de riesgo en PyMEs, no solo mediante los fondos relativamente limitados de programas como FONTAR, sino también a través de la definición de políticas *ad hoc* para las instituciones financieras estatales (Banco Nación, Bancas Provinciales).
- T Fomento de ambientes con externalidades positivas, especialmente a través de la potenciación de mecanismos de vinculación entre la oferta (Universidad) y la demanda (Empresa).
- T Centralización, evaluación y análisis de información sobre mercados y difusión de la misma hacia las PyMEs.
- T Cofinanciación de la participación de empresas pequeñas y medianas en ferias y encuentros internacionales, como manera práctica de fomentar la coincidencia entre demandas explícitas y capacidades potenciales.

2.2. De tramas virtuosas *versus* círculos viciosos y filosofía *versus* praxis

2.2.1. Vínculos sistémicos y competitividad...

De acuerdo con el desarrollo del apartado 2.1., no existe una respuesta única al tema de la relación entre un buen vínculo sistémico local, regional o nacional de una empresa (su pertenencia a una “trama virtuosa”) y sus posibilidades de acceso y buen desempeño en el contexto global.

El objetivo estratégico de la empresa, verbigracia asegurar su persistencia y su rentabilidad a lo largo del tiempo en un marco de continuo aumento de la competencia y exigencias crecientes de la demanda, solo parece viable si se apoya en su capacidad para innovar continuamente productos, procesos y gestión. También parece evidente, de los abundantes casos de estudio en países desarrollados y en desarrollo citados por Humphrey y Schmitz^{xv} y por Poma^{xvi}, que esta capacidad innovativa se ve beneficiada, especialmente para el caso de las PyMEs, cuando se aprovechan las externalidades que configuran la denominada “eficiencia colectiva”.

Sin embargo, dependiendo del sector, del escenario local (existencia y fortaleza de un sistema de innovación adecuado), del sendero evolutivo previo del conjunto de firmas y otros agentes involucrados y de la naturaleza (genérica o específica, tácita o codificada, *science based* o *skill based*^{cc}) del conocimiento relevante, estos beneficios

^{cc} En esta discusión me ha parecido pertinente incorporar el término *skill based* (a pesar de

pueden alcanzarse mediante diversos grados de concentración o dispersión geográfica y distintas formas de cooperación interfirmas y de éstas con los organismos de I&D.

Es indiscutible que, como lo expresa Poma (*op.cit.*), “*Hoy en día, la innovación constituye una totalidad, es decir un proceso general que no puede llevarse a cabo únicamente en la empresa, que representa una cultura orientada hacia el cambio...*”. Lo que parece discutible es que la única manera de garantizar la competitividad innovativa sea el territorio, según afirma Poma en el mismo texto: “*... involucra al territorio en su conjunto. Por lo tanto, los agentes territoriales se convierten en componentes directos internos y no externos del sistema productivo.*”, con lo cual desconoce la posibilidad de encontrar ventajas competitivas en asociaciones o redes supraterritoriales.

En consecuencia, para disponer de elementos cuantitativos como para intentar una respuesta fundamentada al interrogante planteado, la cuestión básica pareciera residir en evaluar, mediante indicadores adecuados, la capacidad incremental que su pertenencia a un sistema local o regional aporta a la firma, concretamente en lo que se refiere a atender los requerimientos de calidad, precio y novedad que plantea una demanda cada vez más segmentada y exigente y contrastar esta validación con un escenario alternativo de desempeño basado en vínculos globales con la trama de relaciones internacionales y/o regionales de conocimiento, producción y comercio.

Vemos aquí, para decirlo en términos del análisis estratégico según lo plantea Godet^{xvii}, la tensión entre *fortalezas* de los actores individuales (trayectoria, experiencia en su tema, disponibilidad de recursos) y *debilidades* del conjunto (dispersión geográfica,

no haberlo visto en la bibliografía revisada) para expresar sintéticamente el concepto de competitividad asentada fundamentalmente en aprendizaje endógeno y conocimientos tácitos.

requerimiento de técnicas de gestión *ad hoc*). Esta tensión no invalida la alternativa de vínculos globales, pero seguramente la vuelve más compleja. Para ilustrar esta cuestión, el análisis de una experiencia práctica puede aportar algunas consideraciones relevantes, por lo que se describe brevemente a continuación el caso de un proyecto transnacional del que fui Coordinador Internacional y que fue llevado a cabo en el marco del Programa Iberoamericano CYTED (Ciencia y tecnología para el desarrollo). Este proyecto estuvo orientado a la generación de una tecnología, aplicable en el contexto iberoamericano, para la obtención de etanol a partir de materiales lignocelulósicos.

La existencia en los diversos países iberoamericanos, de abundantes recursos forestales, agrícolas, desechos de industrias de alimentos y similares, justifica la dedicación, por parte de estas naciones, de un esfuerzo importante al desarrollo y adaptación de tecnologías tendientes a la utilización integral y racional de los mismos. En coincidencia con este supuesto, a través del proyecto analizado se planteó como objetivo global el desarrollo de un proceso y la determinación de su factibilidad técnica y económica, orientado a la producción de bioetanol (utilizable como carburante y/o como materia prima para la industria alcohólica) a partir de desechos agroindustriales disponibles en los países involucrados, como alternativa de energía o materia prima renovable, sustitutiva del petróleo. Los aspectos técnicos del proyecto se describen detalladamente en el libro de Cunningham y López^{xviii}.

En directa relación con el tema de tramas virtuosas locales comparadas con redes globales de vinculación, en este proyecto se conformó un equipo de trabajo interdisciplinario integrando actores de seis países iberoamericanos, uno de los cuales pertenecía al sector industrial, mientras que el resto provenía del sector académico^{xix} (desbalance que no resulta tan deseable^{dd}, pero que

^{dd} En este aspecto, la *fortaleza* de incorporar un grupo empresario al equipo de trabajo a desde el inicio (y hasta el final) del proyecto, puede verse relativizada por la desproporción

El indicador V⁸

entró en el campo de lo factible). El grupo evolucionó a lo largo del tiempo, produciéndose deserciones (cuyo análisis causal permitiría detectar algunos problemas funcionales que pueden afectar a la implementación concreta de tramas globales), pero de todas maneras se alcanzó a diseñar un paquete tecnológico^{xx} (el objeto principal de la red propuesta) y a resguardarlo mediante una patente^{xxi}.

Sin embargo, el cambio de escenario entre la época del inicio del proyecto^{ee} y el momento de concretar esta innovación^{ff} inhibió su efectiva transferencia al sector productivo, lo cual también dejó enseñanzas aplicables a un planteo estratégico para redes globales de vinculación y al rol que deben jugar las herramientas de prospectiva para definir líneas particulares de acción. Esto sin perjuicio de la validez a largo plazo de los postulados originales referidos a la sustentabilidad del bioetanol desde un punto de vista global (el ciclo del carbono en el planeta). Tanto es así que, en una nueva vuelta de tuerca, se actualiza la temática con argumentos no solo productivos (reemplazo de recursos fósiles por fuentes renovables) sino de impacto ambiental (beneficios potenciales sobre

respecto del número de grupos académicos, que, en el sentido de falta de gimnasia (y en algunos casos falta de vocación) por la transferencia de conocimientos al sector productivo, constituyen focos de *debilidad* para el conjunto. Sin embargo, esta desproporción se balanceó de alguna manera por el despido en algunos casos y la deserción en otros, de varios grupos de origen académico a lo largo del período de desarrollo del proyecto y por la permanencia del grupo empresario hasta el final del mismo.

^{ee} Vigencia de planes como *Alconafta* en Argentina y *Proalcol* en Brasil, que permitían prever un sostenido incremento en la demanda de combustibles alternativos de origen no fósil

^{ff} Caída de los precios del petróleo a valores que hacían inviable la competencia en términos económicos de los combustibles alternativos y eliminación en Argentina y reducción en Brasil de los incentivos fiscales utilizados para potenciar la capacidad de producción, aún en empresas que por falta de adecuación tecnológica elaboraban etanol con baja eficiencia y productividad

el efecto invernadero), de manera que al inicio del nuevo milenio, la tecnología desarrollada hace más una década recobra vigencia^{xxii}.

Diversos factores incidieron sobre la variabilidad de participación y aportes concretos realizados por las distintas unidades asociadas, contándose entre los principales la discontinuidad de financiación de algunas líneas de trabajo por parte de los ONCyTs respectivos (posiblemente una de las debilidades crónicas de la C&T latinoamericana) y la modificación del centro focal de interés de trabajo de I&D para algunos grupos respecto de las líneas relacionadas más directamente con el proyecto (cuando se entra en la fase más tecnológica, correspondiente al desarrollo de ingeniería de procesos, disminuyen las posibilidades de publicación de resultados, porque aparecen cuestiones tales como el valor económico de los mismos y el requerimiento de confidencialidad que se deriva de ello).

Por lo tanto, visto en perspectiva, posiblemente uno de los errores iniciales en la conformación del equipo de trabajo fue el intento de sumar indiscriminadamente a todas las unidades asociadas que manifestaron vocación por participar, sin una evaluación previa del cuerpo de competencias y *saber hacer* de cada una, en el sentido del tipo y magnitud de aporte con que podían contribuir al objetivo global. Típicamente, esta cantidad relativamente grande de lo que Godet (*op. cit.*) denomina “árboles de competencia” no permitió ver el “bosque” de la red de vinculaciones global. Esta cuestión se convirtió rápidamente en una debilidad del conjunto por el tiempo demandado por tareas de gestión respecto de las de ejecución, tanto para mantener contactos fluidos con todos los participantes como en labores de convencimiento respecto de la necesidad de reorientar líneas de trabajo o replantear diseños experimentales a medida que determinadas opciones tecnológicas probaban su inviabilidad económica^{xxiii xxiv}. De hecho, cuando a pesar de dicha falta de viabilidad el tema mantenía un interés académico para el grupo que desarrollaba esa línea de trabajo, el esfuerzo de convencimiento resultó estéril, ya que dichos grupos que privilegiaron la continuidad

en la generación de *papers* antes que la contribución al desarrollo del paquete tecnológico. De todas a maneras a dicha debilidad se le opuso como fortaleza la política de reducir progresivamente el conjunto de unidades asociadas y redistribuir tareas y responsabilidades fundamentalmente en el núcleo central más comprometido con el proyecto.

La experiencia permite rescatar algunas consideraciones útiles en relación con estrategias tendientes a maximizar el aporte de conocimientos, experiencias y habilidades de un conjunto multidisciplinario hacia un objetivo común, como el desarrollo sistemático de paquetes tecnológicos transferibles, sin perder de vista la eficiencia y la eficacia operativas:

- T Las decisiones deben tomarse sobre la base de saberes necesariamente limitados^{xxv}. La complejidad constituye un obstáculo para la gestión. Cuando mas complicadas y numerosas son las alternativas a considerar, tanto mas ilusorio resulta pretender integrarlas a todas como fundamento de la toma de decisiones. Especialmente si el objetivo tiene horizontes temporales concretos (el mundo futuro, en el que las decisiones tendrán su impacto es tanto mas previsible cuando más inmediato) y un foco tecnológico antes que académico (en este marco vale más una solución de compromiso más o menos inmediata, que la solución óptima a un plazo tan largo que todos los demás competidores hayan podido cruzar la meta mucho antes).

- T La constitución del equipo de trabajo debe tender a integrar con eficiencia saberes distribuidos, que ninguna de las unidades asociadas posea en su totalidad. Esta es una característica central de la cuestión bajo análisis, ya que si los

saberes correspondientes estuvieran concentrados en un solo grupo (por ejemplo una empresa transnacional con equipos de I&D propios), no se requeriría la conformación de equipos interdisciplinarios y globales.

- T Como consecuencia de esos saberes distribuidos, la clave en la gestión de este tipo de proyectos es forzar la convergencia de las acciones individuales (de cada unidad asociada con su árbol de competencias propio) hacia una estrategia común, sobre la base de herramientas de comunicación eficaces y aceptadas por todos y funcionales a los propósitos de análisis de situación (diagnóstico); definición de acciones y distribución de responsabilidades entre los integrantes de proyecto (implementación de la estrategia) y establecimiento de lazos entre diagnóstico y estrategia que permitan reorientar en forma permanente situaciones y acciones en el marco del objetivo general (control de gestión).

- T La eficacia de estas herramientas depende de su aceptación por parte de todas las unidades asociadas (ya que como cada una posee parte de los saberes necesarios, el diagnóstico sólo es válido si integra al conjunto) y de su funcionamiento interactivo (ya que en un sistema de interacción horizontal, si no hay acuerdos entre los diversos agentes, la aceptación de responsabilidades no necesariamente se convierte en compromisos de alcanzar efectivamente las metas propuestas)

- T La integración a la red global requiere de una caracterización previa de cada actor respecto de la vocación para innovar y la

El indicador V⁸

trayectoria en la obtención de resultados pertinentes a este tipo de acciones de vinculación, espacio de necesidad que una aplicación sistemática de indicadores *ad hoc* como los que se pretende desarrollar permitiría satisfacer.

Las consideraciones precedentes se pueden resumir y ejemplificar con una analogía: el control de gestión en proyectos específicos a desarrollar en un marco global de vinculaciones, se asemeja a la integración de un equipo de fútbol. Cada jugador aporta su destreza (que no es comunicable o transferible a otros jugadores, al menos en plazos compatibles con la duración del partido) a un objetivo común (el gol), esperando que el éxito en este objetivo de equipo redunde lateralmente en beneficios individuales (más allá del incentivo táctico del premio en efectivo, el incentivo estratégico para ganar es que los jugadores de equipos de primera son expuestos en una vidriera más global y mejoran notoriamente su cotización). Los gestores del proyecto (director técnico y entrenadores del equipo) gestionan esas destrezas, recurriendo a unos u otros jugadores según el análisis de situación de cada partido en particular (diagnóstico), pero como estos gestores, aunque tengan la visión global, no están en el campo de juego, para desplegar su estrategia deben recurrir al diálogo y al consenso permanente con sus actores.

Del ejemplo presentado se concluye que la vinculación sistémica es factible no solo en tramas locales, sino también globales. Por otra parte, al evaluar en perspectiva el proyecto tomado como caso de estudio, es posible tener una visión general de los resultados tangibles^{gg} e intangibles^{hh} que constituyen, en conjunto, el valor

^{gg} Carpetas de ingeniería, patente y maqueta del proceso, publicación sobre el estado del arte, etc.

^{hh} Más difíciles de definir y de cuantificar, pero que se pueden englobar en el aprendizaje y optimización de una metodología para la innovación tecnológica interdisciplinaria y cooperativa, generalizable a cualquier clase de emprendimiento de investigación y

añadido de esta clase de “trama virtuosa”.

Obviamente un ejemplo aislado razonablemente exitoso puede sustentar algunas consideraciones relevantes, pero ello no obsta para perder de vista, en términos generales, la medida en que la penetración de la lógica global en los sistemas domésticos (nacionales, regionales, locales) puede llegar a debilitar (eventualmente destruir) la trama de relaciones y vínculos preexistentes.

La inserción de los sistemas locales en la lógica global parece ser una condición cada vez más necesaria para evitar el atraso tecnológico y el estancamiento y cada vez más inevitable en el marco de las políticas neoliberales predominantes en prácticamente todo el mundo. Esta ampliación de escenario desencadena desequilibrios en los sistemas locales, que inducen una reorganización de los mismos, aunque no necesariamente quitan relevancia a los contextos socioculturales particulares (que de alguna manera siguen jugando un rol en el “enraizamiento” de las actividades de innovación).

En particular, como aspectos negativos, se puede estimar que las diferencias microeconómicas existentes al interior de los sistemas locales y las “fallas de mercado” pueden definir la exclusión de algunos agentes, indicar la necesidad de desaprendizajes o aumentar las heterogeneidades en capacidades y desempeño del

desarrollo que involucre grupos humanos numerosos, separados entre sí (tanto en el sentido literal del término, es decir, distancia geográfica, como en el metafórico referido a especialidades disímiles); carentes de una estructura previa de intercomunicación; sujetos al cumplimiento de un cronograma de elasticidad relativamente restringida en lo que se refiere a la obtención de resultados concretos (situación habitual para los grupos de ingeniería, pero en cierta medida ajena a la problemática usual de los grupos de investigación) y consecuentemente necesitados de un procedimiento sistemático para acotar el tiempo y esfuerzo dedicados al análisis de cada alternativa y para flexibilizar las líneas de investigación hacia la ruta que optimice la solución de los cuellos de botella planteados por el desarrollo de una tecnología innovativa.

conjunto, al momento de incorporarse al mercado global, debilitando (o, en casos extremos, destruyendo) la trama virtuosa del vínculo sistémico original.

En todo caso, como lo expresan López y Lugones (*op. cit.*), “...la irrupción de lo “global”, como mínimo condiciona y transforma la evolución de los sistemas “locales” y “regionales...” permitiendo la emergencia de dinámicas diferentes, específicas para cada sector industrial, dependientes del planteo estratégico de sus agentes dominantes (por ejemplo la fragmentación de la cadena de valor, con la consecuente generación de una red global de proveedores de bienes y servicios desde la localización más competitiva de cada uno de ellos y la eventual promoción de *clusters* en localizaciones diferentes a la de la casa matriz de una empresa transnacional, o, alternativamente, la desverticalización, con la consiguiente necesidad de recurrir a proveedores externos a la firma, locales o globales, asociados o individualizados, para todo lo que no sea el negocio medular o *core business*) y de la estructura del conjunto (diferencias entre una agrupación horizontal de PyMEs de magnitudes comparables y el fenómeno de crecimiento diferencial y asunción de liderazgo por parte de alguno de los agentes, de manera que los restantes se transforman fundamentalmente en proveedores del mismo, si pueden seguir satisfaciendo los requisitos de prestación *versus* costo).

Parfraseando a Poma (*op. cit.*), “... hay que encontrar la modalidad a través de la cual integrar entre sí las diversidades...” para lo cual “... resulta clave el grado de apertura o clausura ... porque el sistema tiene que poder decodificar una parte de sus lenguajes para que sean compatibles con una extensión del mercado notablemente mayor y al mismo tiempo, mantener su propia identidad local, que constituye su diversidad competitiva.” En caso contrario, la incorporación de innovaciones provenientes del exterior del sistema (*cluster*, distrito, región) puede resultar traumática porque “....cuestiona al mismo proceso de autoreproducción interno al distrito industrial, la tradición se convierte en vínculo, la capacidad

para difundir conocimientos e información constituye un obstáculo, el aprendizaje se transforma en adquisición de técnicas obsoletas, la dinámica interna constituye una barrera y el distrito se debilita y se apaga paulatinamente en el curso del tiempo.”

2.2.2. ... si, pero ¿cómo hacen los que hacen?

Tal vez la forma más práctica de verificar como innovan los pequeños y medianos empresarios locales sea la de estudiar casos reales. A este efecto se presentan seguidamente dos ejemplos, de alguna manera extremos en cuanto a complejidad tecnológica involucrada en la innovación y tipo y alcance de la interacción con asistentes técnicos, en los que me ha tocado actuar en carácter de evaluador técnico de Proyectos de Investigación y Desarrollo (Ley 23.877, FONTAR). Como consecuencia de esta tarea he debido caracterizar el carácter más o menos innovativo de las propuestas preliminares; evaluar antecedentes y pertinencia de la asistencia técnica involucrada y hacer el seguimiento de los desarrollos para cuantificar el grado de avance de los proyectos (del cual a su vez dependía el desembolso de la asistencia financiera otorgada).

El primer caso^{xxvi} corresponde a lo que se puede denominar una innovación radical, de alto riesgo relativo, por lo menos en términos de la disponibilidad efectiva de esa tecnología en el país (y hasta donde pude evaluar en su momento, en América Latina) y orientada a un mercado más o menos amplio, no limitado a la región (los usuarios potenciales corresponden al sector general de proveedores de matrices para los procesadores de plástico, rubro industrial que a diferencia por ejemplo del agrícola-ganadero, no requiere de localizaciones geográficas específicas). Brevemente la propuesta consistía en desarrollar un proceso y construir un prototipo operativo para llevar a cabo el endurecimiento superficial de matrices para la

industria del plástico, suplantando la metodología tradicional (proceso químico lento, complicado por la utilización de cianuros a temperaturas relativamente elevadas y asociado a costos altos de reprocesamiento para corregir la elevada rugosidad relativa de la pieza al final del tratamiento) por una técnica de implantación iónica en alto vacío (proceso físico mucho más rápido y controlable, cuya materia prima principal es el mismo nitrógeno que forma parte principal del aire, lo que elimina potenciales problemas de seguridad y contaminación asociados al empleo de cianuros y sin efectos mensurables sobre el alto grado de pulido con que las matrices ingresan al proceso, ya que la superficie es bombardeada por átomos individuales de nitrógeno, infinitesimales respecto de cualquier nivel de pulido mecánicamente concebible).

Para encarar el problema, el empresario estableció en este caso un vínculo contractual con un instituto universitario especializado en física del plasma y la dirección técnica del proyecto quedó en manos de un investigador de CONICET, con posgrado en Inglaterra y un *curriculum vitae* abrumador. Los aspectos teóricos del problema a resolver se constituyeron en una tesis doctoral desarrollada por un becario de dicho investigador. La implementación práctica del concepto en la construcción de un prototipo requirió de la importación de los equipos e instrumentos críticos, los que fueron luego ensamblados en una estructura de sofisticación relativa construida localmente. El desarrollo del proyecto derivó en necesidades adicionales de mejora operativa de la fábrica debido a las particulares demandas del prototipo en cuanto a controles de calidad, requerimiento de ambiente acondicionado y con presión positiva, etc. La inversión estimada para el proyecto era relativamente significativa (cientos de miles de pesos), especialmente para una PyME. El avance del proyecto determinó una reorientación del rubro de negocios de la empresa desde una dedicación fundamental a la fabricación de matrices complementada con la inyección de productos de plástico, hacia el crecimiento de esta segunda actividad más el ingreso al sector de servicios (ya que en el plan de negocios enfatizó el aprovechamiento táctico de un

cierto grado inicial de monopolio en la oferta del tratamiento de nitrurado, antes que la venta de estos equipos a terceros).

Los problemas técnicos se fueron superando con el avance del proyecto, pero el cronograma se alargó notablemente por razones independientes del problema tecnológicoⁱⁱ. De hecho, nunca pude concretar el informe técnico final porque a pesar de haber verificado la construcción total del prototipo y casi total de sus instalaciones auxiliares, el ensayo de funcionamiento que habíamos acordado como demostración práctica de la factibilidad del proceso desarrollado nunca se llevó a cabo.

El segundo caso^{xxvii} corresponde a lo que usualmente se caracteriza como innovación incremental, de bajo riesgo relativo, centrada en prioridades regionales (los usuarios potenciales corresponden al sector agrícola-ganadero). Brevemente la propuesta consistía en desarrollar un diseño mecánico alternativo y construir un prototipo operativo para optimizar el funcionamiento de una máquina agrícola conocida como quebradora y embutidora de granos, modificando el sistema de carga, mejorando la preservación del producto y minimizando la demanda de potencia.

Para encarar el problema, en este caso el empresario innovador estableció un vínculo contractual con un asesor individual, Técnico Mecánico, con una formación teórica relativamente limitada (3er año de ingeniería y una cantidad de cursos y seminarios de especialización, uno de los cuales se desarrolló en Houston, E.E. U.U. y el resto en el país) complementada por una gran experiencia práctica en diseño mecánico (en empresas como la Fábrica Militar de Aviones de Córdoba, John Deere Argentina, Perkins Argentina y

ⁱⁱ La empresa original entró en convocatoria de acreedores, fue vendida por el socio principal a su hijo, cambió de radicación (mudándose a Rosario) y de rubro (se cortó la continuidad en la fabricación de matrices, rubro original de la empresa), se interrumpió el aporte estatal por incumplimientos en el avance de obra lo que derivó en una refinanciación posterior de este crédito, etc.

otras de menor magnitud). Los aspectos teóricos del problema a resolver eran muy limitados y de hecho el énfasis principal de la propuesta se focalizaba en el plan de negocios (identificación de la competencia, caracterización del mercado, estrategia de marketing basada en mejorar la relación calidad / precio de la máquina y establecer una red de servicios posventa y de suministro de repuestos), antes que en la novedad tecnológica del prototipo.

La implementación práctica de las mejoras de diseño en la construcción de un prototipo no requirió de mayores sofisticaciones en cuanto a maquinaria ni derivó en necesidades adicionales de mejoras en infraestructura o servicios de la fábrica debido a la convencionalidad del prototipo en cuanto a semejanza con otras máquinas e implementos agrícolas fabricados por la empresa. La inversión estimada para el proyecto era relativamente poco significativa (decenas de miles de pesos), aún para una PyME. El avance del proyecto no determinó cambios en el rubro de negocios de la empresa, sino que simplemente adicionó a su oferta otro producto. Tal como era de prever, los problemas técnicos no fueron obstáculo para el avance del proyecto, que se mantuvo estrictamente en el marco del cronograma original. El informe técnico final fue prácticamente una formalidad, porque a poco de haber verificado la construcción total del prototipo, el mismo ya estaba saliendo rumbo a la primera de varias exposiciones rurales en el circuito santafesino, habiendo ensayado su funcionamiento en un campo vecino a la propia empresa metalúrgica.

La conclusión principal que se puede extraer de estas dos experiencias (conclusión de hecho confirmada por otras experiencias similares en el marco del mismo programa de inversión de riesgo compartido, FONTAR) es que ***cada empresa innova como puede***:

- T La decisión de innovar, el tipo de innovación y el riesgo financiero asociado resultan muy dependientes de la cultura empresaria particular: un emprendedor joven, con interés en potenciar la empresa familiar y con una noción general de la

relación entre innovación radical y alto retorno económico en caso de éxito, definen el caso del nitrurado por plasma; un empresario más conservador, acostumbrado a la evolución lenta de su empresa radicada en el interior de la provincia, que a lo largo de 20 años crece por mejora de los productos iniciales e incorporación paulatina de nuevos productos a una línea básica de metalmecánica, que apenas hace diez años ingresa al rubro servicios (reparaciones y repuestos) más por necesidad de supervivencia que por vocación pero que de alguna manera toma conciencia acerca de la mejora tecnológica incremental como estrategia competitiva en un mercado cada vez más abierto, definen el caso de la quebradora y embutidora de granos. Sin embargo, los ejemplos extremos demuestran que en todo el rango existen oportunidades para innovar.

T El tipo de asistencia tecnológica requerida resulta por su parte muy dependiente del objetivo particular en cada caso: el intento de alcanzar un cambio radical, *science based*, como en el ejemplo del bombardeo iónico con plasma, presenta *a priori* suficiente complejidad como para que resulte obvia la necesidad de recurrir a conocimientos y experiencias acumuladas en una institución que con un enfoque multidisciplinario y habilidades tanto teóricas como prácticas pueda encarar una aplicación del estado del arte en el diseño de un artefacto; en cambio el objetivo de mejora incremental, *skill based*, de productos que la competencia o la propia empresa ya tiene en el mercado, como en el ejemplo de la quebradora-embutidora de granos, apenas requiere de la combinación exitosa entre la experiencia manufacturera y comercial de la empresa con el saber práctico especializado de un asesor individual. En el primer caso posiblemente el factor principal de acierto del empresario fue el hallazgo de un investigador que combinaba una excelente formación académica con una vocación por comprometerse con el pasaje de la teoría a la práctica, ejemplar no tan abundante en nuestro medio (y, hasta donde conozco, tampoco en

Latinoamérica en general): En el segundo caso las razones del éxito en el intento innovador probablemente descansen en la empatía, la identidad de lenguajes y de cultura entre la empresa y el consultor técnico, como factores básicos para poner en marcha el proceso de definición de la demanda específica, codificación del conocimiento pertinente (en este caso particular bajo la forma de plantillas detalladas para la fabricación de los componentes novedosos de la máquina) e internalización de los saberes requeridos para que el sector de producción pudiera elaborar el prototipo.

2.2.3. Más espacio para la (buena) política

Los puntos desarrollados en los dos subapartados precedentes, contribuyen a precisar un poco más el papel de la planificación estratégica por parte del poder político en la creación de ambientes propicios a la innovación basada en la interacción sistémica. Se mencionan algunas alternativas de implementación de medidas concretas:

- ✓ Provisión de un ambiente proactivo tendiente a conformar asociaciones (*clusters*, distritos, redes) de empresas que puedan incrementar su competitividad por efecto de la descrita “eficiencia colectiva”. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante la financiación inicial de programas de asistencia técnica directa y colectiva (consejeros tecnológicos, asesores financieros y de mercadotecnia, especialistas en modernas técnicas de gestión y organización de PyMEs, etc.), haciendo un

seguimiento sistemático de las experiencias, evaluando los resultados y tendiendo a la disminución gradual del porcentaje aportado por el Estado de manera de promover progresivamente el involucramiento activo de las empresas.

- ✓ Focalización de los programas de apoyo sobre la demanda (especialmente de los mercados externos, cuyos requerimientos de calidad y precio obligan a mejorar la productividad mediante la incorporación de tecnología) antes que sobre la oferta (insumos para la producción, tales como entrenamiento, tecnologías y materias primas), ya que una de las bases de los distritos industriales exitosos ha sido la orientación al cliente como manera de ingresar a nuevos mercados.
- ✓ Reconocimiento de que uno de los principales obstáculos para conseguir un comportamiento asociativo reside en la dificultad de convencer a los emprendedores de las PyMEs (caracterizados por criterios de independencia e individualismo) acerca de las ventajas de la cooperación (tanto interfirmas como con organismos de ciencia y técnica, con cuyos modos y tiempos no suelen congeniar). Este reconocimiento y el consecuente diseño estratégico para superar la amenaza identificada bajo la forma de tendencia al aislamiento, permitirán formular programas realistas y efectivos de cooperación entre los sectores privados y públicos que conforman los sistemas regionales, nacionales o supranacionales de innovación, aprovechando la minimización de costos de transacción y las ventajas del aprendizaje mutuo que se derivan del enfoque colectivo.
- ✓ Atención a las externalidades tales como disponibilidad de infraestructura en comunicaciones, transportes, servicios a la producción, así como oferta local en cuanto a servicios técnicos, sociales y, fundamentalmente, educativos, que constituyen la trama básica sobre la que se asienta la posibilidad de mejorar las habilidades para el aprendizaje y la apropiación de tecnologías.
- ✓ Consolidación de enfoques sistémicos de apoyo a la competitividad, teniendo en cuenta que la productividad no se limita a la empresa propiamente dicha, sino que reside en buena parte en la interacción virtuosa con los demás agentes (la

El indicador V⁸

investigación en las universidades y centros tecnológicos, los bancos y los parámetros con que otorgan sus créditos, las instituciones como cámaras empresariales, los organismos públicos relacionados con la generación de estadísticas y censos), constituyendo así una masa crítica que permite convertir el patrimonio de conocimientos y habilidades en bienes y servicios transables.

3. Modelo de indicador

3.1. Consideraciones generales

Según lo expuesto en apartados previos, la definición de tecnología como habilidad para llevar a cabo transformaciones productivas, diferencia al concepto del término ciencia, pero no invalida el reconocimiento de una relación mutua entre ambos. Sin embargo, desde el punto de vista de evaluar la vinculación, el objeto de transferencia academia - empresa no es el conocimiento científico, sino la tecnología en su acepción más amplia: habilidad para actuar o desempeñarse en un contexto de competencia de manera de transformar materiales, energía e información desde un estado inicial dado a otro estado en el cual el conjunto evidencie un valor agregado que se manifestará bajo la forma de un precio competitivo en su ingreso al mercado.

De las dimensiones de la tecnología presentadas en el apartado 1.1., la correspondiente a la de los artefactos (los productos y sus correspondientes técnicas de elaboración) suele ser el ámbito prioritario para la empresa y es allí donde focaliza sus esfuerzos innovativos. Las otras dos dimensiones, conocimiento y habilidades, si bien forman parte del acervo que debe poner en juego la firma en el marco de un mercado competitivo, también se generan en otros tipos de instituciones, en particular los organismos de I&D²⁴, cuyo

²⁴ Ámbitos, universitarios o pertenecientes a sistemas científicos no universitarios, pero similarmente comprometidos con criterios de excelencia académica y originalidad científica, compuestos por grupos de individuos altamente capacitados, dedicados al avance del conocimiento y al entrenamiento de estudiantes en las metodologías y procedimientos

El indicador V⁸

desempeño en cuanto a la vinculación es el que se pretende evaluar mediante el indicador postulado en este trabajo. Esta particularización no desconoce la importancia de analizar el desempeño de las firmas, sino que más bien complementa, desde un punto de vista sistémico, los enfoques más recientes, centrados justamente en las empresas, tales como por ejemplo, el “Manual de Bogotá”.

De hecho, según lo expresa Metcalfe (*op. cit.*), “... *el aspecto central del proceso moderno de innovación es su basamento en la división del trabajo, como fuera claramente previsto por Adam Smith cuando escribió acerca de los roles de los filósofos y los hombres de especulación. La división de tareas produce ganancias en la eficiencia derivadas de la especialización y profesionalización, pero también requiere un marco para interconectar las contribuciones de los diferentes agentes. En lo que concierne a conocimiento y habilidades, este aspecto de conectividad, o transferencia de tecnología, no puede ser coordinado eficazmente por mercados convencionales...*”, razón por la cual la conectividad de las instituciones productoras de tecnología debe ser una preocupación central de las políticas tecnológicas, las que a su vez requieren de indicadores adecuados para evaluar, con este punto de vista, estados de situación e impacto de intervenciones sobre el sistema.

Dado que la comunicación entre agentes diversos juega un rol decisivo en el proceso sistémico de innovación, la factibilidad de codificación del conocimiento resulta un componente básico de la transferencia de tecnología. El conocimiento codificado contenido en publicaciones de circulación abierta es el método estándar de comunicación en el ámbito científico, pero su interpretación y apropiación no es independiente del dominio de aspectos tácitos no expresables en palabras y propios de cada disciplina (como las

operativos de múltiples disciplinas, esencialmente abiertos y comprometidos con la diseminación amplia de los resultados obtenidos y que no solamente crean conocimientos nuevos, sino que también actúan como reservorio de conocimiento establecido.

habilidades requeridas para implementar e evaluar correctamente una serie experimental). Cuanto más importante sea el porcentaje de conocimiento tácito implícito en una tecnología, mayor será la importancia de desarrollar vinculaciones que faciliten las habilidades de aprendizaje mediante observación y mediante inferencia, pero también resultarán más significativos los costos de transacción (costos de traducción del conocimiento científico a códigos tecnológicos²⁵, costos de transmisión²⁶ y costos de decodificación de la información²⁷). En esta disyuntiva reside buena parte de los problemas de conectividad entre agentes de un Sistema de Innovación en los países en desarrollo y por eso se justifica el intento de cuantificar de alguna manera la capacidad intrínseca de vinculación que tenga cada organismo, así como su evolución temporal, recordando que la innovación es un proceso y no un estado.

Recapitulando lo expresado hasta este punto, la propuesta de indicador para medir la vinculación habitualmente denominada “universidad-empresa”, se basa en las consideraciones siguientes:

- ✓ Un Sistema Nacional, Regional o Global de Innovación es un conjunto de organizaciones interconectadas que, de manera conjunta o independiente según el caso, contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y constituye un marco

²⁵ Cuestión que se puede visualizar mediante el ejemplo práctico de traducir el avance del conocimiento contenido en un artículo científico en la descripción técnica más o menos explícita y detallada de un artefacto o de un proceso susceptible de patentamiento.

²⁶ Verificables, por ejemplo, a través de los montos involucrados en convenios de asistencia técnica o de las regalías en una cesión de patentes.

²⁷ Necesidad de aprendizaje de las firmas que van a concretar la innovación en el sentido de implementar un proceso o fabricar un producto para ponerlo en el mercado, incluyendo capacitación general, interacción con el proveedor de la tecnología (vinculación en estado de pureza), familiarización con la innovación (*learning by doing*, *learning by using*), etc.

estructural sobre el cual puede actuar el poder público para promover la innovación como ventaja competitiva.

- ✓ El elemento de nacionalidad, regionalidad o globalidad según el caso, tiene una importancia que excede la de ser simplemente el ámbito en el que tienen lugar las mencionadas intervenciones de los poderes públicos, ya que implica además la circunstancia de compartir idiosincrasias, lenguajes, experiencias y cultura, factores esenciales en los procesos de interacción entre sus agentes porque viabilizan la transmisión efectiva de conocimientos tácitos complementarios de los codificados e imprescindibles para la implementación de las innovaciones tecnológicas.
- ✓ El propósito fundamental de este tipo de Sistema es el de crear, almacenar y transferir los conocimientos, las habilidades y los artefactos que definen a las nuevas tecnologías.
- ✓ Cada Sistema Nacional o Regional de Innovación refleja, con distintos niveles de intensidad y diferentes tipos de instrumentación, la división de tareas entre firmas privadas (actuando de manera individual o conjunta), universidades y otras organizaciones educativas, laboratorios y organismos públicos de I&D, sociedades empresariales y profesionales, consultores privados, etc. cuya coordinación requiere de mecanismos diferentes a los de mercado debido a las peculiaridades del conocimiento como objeto de transferencia entre los miembros del sistema, según se ha desarrollado en el apartado 1.1.2.

3.2. Diseño del indicador

Se postula un sistema de evaluación cuantitativa de la productividad y eficiencia de los organismos ejecutores de investigación y desarrollo (Institutos, Programas, etc. de Universidades y de ONCyTs como por ejemplo el CONICET de Argentina) que refleje

adecuadamente el aporte de los mismos a tres áreas fundamentales del entorno socioeconómico, con impacto directo sobre la innovación tecnológica:

- T Excelencia académica (habilidad para generar conocimiento nuevo)
- T Transferencia genérica de conocimientos (habilidad para codificar el conocimiento)
- T Transferencia tecnológica al sector productivo (habilidad para vincularse sistémicamente)

Para ello se elaboró un indicador que adopta la forma de un trinomio matemático, contemplando que todos los términos del mismo resultasen homogéneos (es decir que sus unidades dimensionales sean las mismas y que los productos sean comparables a pesar de su diversidad).

Adicionalmente, se requirió que los términos de dicha ecuación reflejasen apropiadamente:

- ✓ Los recursos con que cuenta el sistema científico técnico para llevar a cabo sus tareas, verbigracia los recursos humanos y los recursos económicos;
- ✓ Los productos tangibles de esta tarea, verbigracia las publicaciones, la docencia, los servicios de transferencia de tecnología, las patentes, etc.

En tercer lugar, se buscó simplicidad en la formulación, tanto en sus

El indicador V⁸

aspectos formales, como en lo referido a disponibilidad, accesibilidad y verificabilidad de los datos concretos a emplear en la construcción del indicador.

También se pretendió que, a través de la fijación de los coeficientes de ponderación de los términos de la ecuación, los gestores correspondientes en cada caso (Directores de Institutos, Rectores universitarios, Secretarios de Áreas de Ciencia y Técnica y de Vinculación Tecnológica y similares) pudieran fijar claramente su política en cuanto a la promoción de determinadas áreas de acción que se consideren claves. Es decir que el indicador planteado debería resultar funcional a las políticas establecidas en cada nivel de decisión.

En otras palabras, una misma evidencia fáctica (una publicación, una patente, un contrato de transferencia) adquiere un valor mayor o menor según el multiplicador con el que decide afectarla quien analiza esta información. De esta manera, por ejemplo, un organismo promotor de la I&D ponderará con mayor énfasis la generación de conocimiento original, dando preferencia en sus consideraciones a la publicación de artículos en revistas internacionales con referato y a las relaciones entre cantidad de becarios de doctorado e investigadores. Por su parte, otro organismo, orientado en este caso a la concesión de créditos de riesgo para la innovación tecnológica, pretenderá evaluar el potencial del grupo de ciencia y técnica involucrado desde un punto de vista más directamente ligado con sus antecedentes en la transferencia concreta de conocimientos, valorando preferencialmente los contratos con empresa y las patentes. Puede haber un tercer caso, por ejemplo el de un Secretario de estado, que pretenda tener una visión global, no sesgada y balanceada de la producción del Sistema de Innovación Nacional, en cuyo caso preferirá ponderar con el mismo coeficiente a cualquier producto relacionado indistintamente con la creación, la codificación y la transferencia de conocimiento. Según la óptica de cada analista de situación y sobre la base del relevamiento del mismo tipo de hechos

concretos generados en un mismo grupo ejecutor, el indicador, afectado por coeficientes de ponderación que representan la óptica particular de cada evaluador, tendrá valores diferentes. De esta manera, cada agente de un sistema de innovación podrá ocupar puestos diferentes en distintos *ranking* de eficiencia, dejando en claro el equívoco de algunos supuestos usuales, como por ejemplo la especulación de que la excelencia académica por si misma basta para garantizar el éxito de un vínculo universidad – empresa (al respecto me remito a lo expresado en la sección 2.2 y particularmente en el apartado 2.2.2.).

Por último, se trató de diseñar una formulación que pudiera aplicarse para una primera y gran definición global (un sistema local o regional de innovación), pero que además permitiese, con la misma metodología, analizar niveles distintos del accionar de los órganos ejecutores de la I&D, teniendo en cuenta las características y objetivos particulares que diferencian entre si a distintos organismos (Universidad, ONCyT) y los significados atribuidos en distintos escenarios a denominaciones tales como “Instituto”, “Programa”, “Centro Regional”, etc. Este análisis diferencial se resuelve, con la metodología propuesta, simplemente mediante la adjudicación de coeficientes de ponderación que contemplen las distintas realidades y objetivos de los diferentes integrantes del sistema de innovación, según se ha detallado en el párrafo precedente.

En resumen, el indicador propuesto es un trinomio que establece la relación integradora entre los tres aspectos centrales del accionar de un organismo de I&D vinculado sistémicamente con su entorno:

- ✓ La investigación científica de excelencia académica (habilidades para la generación y codificación de conocimiento nuevo, sustento de innovaciones radicales e incrementales)
- ✓ La formación de recursos humanos (habilidades para la internalización y externalización de conocimientos en el proceso

El indicador V^3

- de formación de los vectores efectivos de la vinculación²⁸).
- ✓ La generación de tecnología (habilidad para detectar las demandas del sistema y capacidad para responder efectivamente a las mismas a través de la vinculación).

Por su estructura y función, me ha parecido que un nombre breve y adecuado para este indicador, sería el de V^3 ("**V cubo**"), denominación que por un lado explicita la *potencialidad* que tiene la interacción entre los tres factores mencionados y al mismo tiempo focaliza el análisis en la habilidad para generar resultados transferibles al sector productivo (*primera V = vinculación*), permite fijar políticas y estrategias de gestión (*segunda V = versatilidad*) y cuantifica de manera homogénea los factores de distinto tipo involucrados (*tercera V = valorización*).

3.3. Modelo V^3

A partir de las consideraciones precedentes, se diseña el indicador propuesto como un modelo matemático (y por lo tanto cuantitativo) de evaluación. Con este propósito es necesario plantear inicialmente algunas definiciones conceptuales básicas, antes de detallar los criterios empleados para tratar de homogeneizar los distintos términos de la ecuación sin perder de vista las particulares características de cada uno de los parámetros a medir.

²⁸ Los "*who*" del "*know who*", según la caracterización de Lundvall y Johnson mencionada en el apartado 1.1.2.

3.3.1. Definiciones básicas

La producción de un organismo ejecutor de I&D puede definirse como la sumatoria de los aportes generados en las tres áreas fundamentales mencionadas al principio del apartado 3.2., según la siguiente fórmula global:

$$P = a PC + b PA + c PT$$

con la nomenclatura:

P = producción total de la Institución

PC = producción científica (generación y codificación de conocimiento)

PA = producción académica (internalización / externalización de conocimientos)

PT = producción tecnológica (transferencia de conocimientos al sector productivo)

a, b, c = coeficientes de ponderación relativa

El indicador V^b

Como se explicó en el apartado 3.2., los coeficientes a , b y c , reflejan la política del gestor. Retomando los ejemplos descriptos en la sección precedente, si este indicador va a ser empleado por un organismo de promoción de la I&D (en Argentina el CONICET o los responsables de la adjudicación de fondos de las convocatorias PICT de la Agencia Nacional para la Promoción Científica y Tecnológica), seguramente pretenderá pesar la producción científica con una importancia significativamente mayor que la tecnológica, entendiendo que la formación de recursos humanos es importante aunque tal vez no definitoria para hacerse acreedor a un subsidio. En este caso, por poner un ejemplo numérico, los coeficientes podrían ser:

$$a = 5; b = 3; c = 1$$

Es decir que, según esta óptica, habría que quintuplicar los esfuerzos en el área de transferencia tecnológica para que estas acciones contribuyeran al perfil requerido por este tipo particular de gestor con un impacto similar al de un esfuerzo promedio en el área de trabajo científico.

En cambio si el indicador va a ser utilizado por un organismo orientado a la concesión de créditos de riesgo para la innovación tecnológica (en Argentina los responsables de la adjudicación de fondos de los Programas FONTAR, ANR y similares) pretenderá evaluar prioritariamente la trayectoria en el área de transferencia de tecnología del grupo de ciencia y técnica involucrado y, según la complejidad tecnológica del proyecto en particular, los antecedentes científicos, valorando marginalmente la actividad de formación académica de recursos humanos.

Para este tipo particular de gestor, por poner un segundo ejemplo numérico, los coeficientes podrían ser:

$$a = 2; b = 1; c = 6$$

Es decir que, según esta óptica, los antecedentes específicos en el área de transferencia tecnológica duplican el peso de la excelencia académica (sumatoria de a+b) en la definición del perfil deseado.

Por último, si el indicador será empleado como referencia para la fijación de macropolíticas, por ejemplo por parte de una Secretaría de Estado o un Ministerio, para tener una cuantificación no sesgada por consideraciones sectoriales (tecnologías blandas *versus* duras; ciencias básicas *versus* aplicadas; ciencias de la ingeniería *versus* ciencias sociales) ni de acción (investigación *versus* transferencia; educación *versus* asesoramiento) de los resultados mensurables del Sistema de Innovación Nacional, deberá ponderar con el mismo peso cualquier tipo de producción. Es decir que en este caso, por poner un tercer ejemplo numérico, los coeficientes podrían ser:

$$a = b = c = 1$$

Si este tercer tipo de gestor se plantea un nivel más profundo de análisis, ponderando de manera diferencial a los organismos orientados, por ejemplo, a las áreas humanísticas o a las ciencias básicas (matemáticas, física teórica, etc), en que no se registran patentes o en las cuales la eventual transferencia se realiza bajo la forma de asesorías o consultorías en lugar de contratos de

transferencia tecnológica, se pueden definir para los casos especiales que se aparten del equilibrio, distintos valores para los coeficientes, sin que resulte necesario modificar la forma matemática del modelo general.

3.3.2. Homogeneización de términos

Por cierto, las consideraciones del apartado precedente respecto de la asignación de valores a los coeficientes de ponderación como metodología de evaluación de desempeño o de fijación activa de criterios y políticas, descansa sobre el concepto de homogeneidad (entendida no como cualidad de los productos en particular, sino como magnitud relativa de los esfuerzos y recursos involucrados en la concreción de cada resultado ponderado) de los tres términos de la ecuación, ya que si se plantease una sumatoria de términos heterogéneos no resultaría válida la linealidad postulada del impacto de los coeficientes sobre la ponderación global. Por lo tanto la cuestión de la homogeneidad de los términos es un aspecto central de la propuesta.

A su vez, cada uno de los términos del modelo V^3 constituye una sumatoria de los distintos tipos o clases de productos generados en cada área. Los resultados mensurables de la acción de un organismo ejecutor de I&D en distintos ámbitos (verbigracia los "productos") son diferentes en cuanto a su impacto social, técnico, científico y académico; importancia global como contribución sistémica a la competitividad del conjunto; complejidad relativa y dificultad de concreción; etc. Además presentan distintos requerimientos de experiencia, capacitación, dedicación de horas-hombre, infraestructura, etc.

Por lo tanto, deben ser previamente ponderados antes de integrar cada término del modelo. Para ello resulta práctico y conveniente, dentro de un mismo área (verbigracia, dentro de un mismo término de la ecuación) y con el propósito de homogeneizar sus términos, referir los distintos tipos de producto a uno de ellos, tomado como unidad de referencia.

Con estos dos lineamientos conceptuales, ponderación interna de resultados y homogeneización general de los tres términos del modelo, en los subapartados siguientes se definen detalladamente cada uno de los términos de la ecuación global.

3.3.2.1. Producción científica (PC)

Dado que la forma mas usual de codificar los conocimientos generados, así como verificar su originalidad es la publicación en una revista internacional con referato, se toma a este producto **(Pub)**, como unidad de referencia para el término PC del modelo. De esta forma, la producción en este área quedará expresada homogéneamente como “*equivalentes a publicaciones con referato*”.

Los otros productos categorizados en este sector, correspondiente de alguna manera al conocimiento explícito o codificado que se hace disponible públicamente, son los libros efectivamente publicados **(Lib)** y las patentes registradas **(Pat)**.

En base al esfuerzo, capacitación, dedicación de tiempo, impacto, etc., requeridos para la generación de cada uno de estos productos, en comparación con la publicación con referato que ha sido tomada como unidad de referencia, se deben definir los factores de ponderación x_i , cuya magnitud será:

El indicador V^p

$[x_i]$ = producto de referencia / producto considerado

Si bien se admite que puede haber discusiones (objetivas y subjetivas) mejor o peor fundamentadas respecto de cualquier valor que se adopte para x_i , arriesgo unos valores estimados sobre la base de mi experiencia práctica en el desempeño de tareas académicas y de investigación aplicada y transferencia tecnológica tanto en organismos ejecutores de I&D como en ámbitos universitarios:

$x_1 = 3$ publicaciones / libro

$x_2 = 2$ publicaciones / patente

De esta manera, la producción científica quedará determinada por la *cantidad ponderada* de cada uno de los tres tipos de producto definidos:

$$PC = (Pub + x_1 Lib + x_2 Pat) = (Pub + 3 Lib + 2 Pat)$$

De hecho, se podría avanzar un paso más en la discriminación de estos productos, incluyendo por caso los capítulos de libro (**Cap**) y

las presentaciones a congresos y reuniones científicas (**Pre**) que sean publicadas en los respectivos anales, memorias y similares. En este caso la ecuación de PC se ampliaría con dos sumandos adicionales afectados por los respectivos coeficientes de ponderación relativa (u homogeneización, si se prefiere el término). Con un criterio similar al desarrollado en los párrafos previos, se mencionan los valores estimados para x_i en estos dos casos adicionales:

$$x_3 = 0,5 \text{ publicaciones / capítulo de libro}$$

$$x_4 = 0,2 \text{ publicaciones / presentación en congreso}$$

Independientemente del número de términos del polinomio PC (correspondientes al mayor o menor nivel de detalle con que se desee analizar el caso), con las unidades definidas para los coeficientes de ponderación, simplificando las correspondientes a cada término, la magnitud resultante de PC será:

$$[PC] = \text{equivalentes a publicaciones}$$

Por lo tanto, con el objeto de obtener un número homogéneo en unidades en la fórmula global, la magnitud del coeficiente de ponderación relativa "a", deberá ser:

$$[a] = \text{unidad de producción / equivalentes a publicaciones}$$

3.3.2.2. Producción académica (PA)

Basado en consideraciones similares a las del subapartado precedente, se toma como unidad de referencia a la cátedra de posgrado (**Cpg**), lo que significa que la producción en este área quedará expresada homogéneamente como “*equivalentes a cátedras de posgrado*” y que el desarrollo de esta Cpg a lo largo de un período académico equivale en esfuerzos y recursos a la elaboración y aprobación por los pares de un artículo científico para una publicación internacional

Los otros productos categorizados en este sector, son las cátedras de grado (**Cgr**) y los becarios en formación (**Bec**).

En base al esfuerzo, capacitación, dedicación de tiempo, impacto, etc, requerido para la generación de cada uno de estos productos, en comparación con la cátedra de posgrado tomada como unidad, se definen los factores de ponderación y_i , cuya magnitud será:

$[y_i]$ = producto de referencia / producto considerado,

y cuyos valores postulados (con salvedades y fundamentación similares a los mencionados en el subapartado 3.3.2.1.) son:

$$y_1 = 0,5 \text{ cátedra posgrado / cátedra grado}$$

$$y_2 = 0,5 \text{ cátedra posgrado / becario}$$

De esta manera, la producción académica quedará determinada por la *cantidad ponderada* de cada uno de los tres tipos de producto definidos:

$$PA = (C_{pg} + y_1 C_{gr} + y_2 B_{ec}) = (C_{pg} + 0,5 C_{gr} + 0,5 B_{ec})$$

Igual que en el caso de PC, sin modificar el diseño básico del indicador ni afectar su filosofía, también se pueden idear términos adicionales para PA, como por ejemplo el dictado de Seminarios y Cursos por invitación (**Sem**), que habitualmente son concentrados en el tiempo (un par de semanas), intensivos en horas y variables en nivel académico según la audiencia a la que sean orientados. Por lo tanto, si interesa avanzar hasta este grado de detalle en la evaluación, habrá que establecer algún criterio de ponderación que compare el esfuerzo relativo de dictar este tipo de curso respecto del patrón adoptado, es decir de una cátedra formal de posgrado. El ejemplo se menciona para hacer hincapié en la versatilidad del modelo V^3 , que admite, *sin cambios en su estructura formal*, la inclusión de tantos datos detallados como se requiera.

También en este caso, con independencia del número de términos comprendidos en el polinomio PA, con las unidades definidas para los coeficientes de ponderación, simplificando las correspondientes a cada término, la magnitud resultante de PA será:

[PA] = equivalentes a cátedras de posgrado

Por lo tanto, con el objeto de obtener un número homogéneo en unidades en la fórmula global, la magnitud del coeficiente de ponderación relativa “b”, deberá ser:

[b] = unidad de producción / equivalentes a cátedras posgrado

3.3.2.3. Producción tecnológica (PT)

Este caso resulta particular en algunas de sus definiciones. En principio se toma como unidad de referencia al *equivalente a un contrato institucional base de transferencia de tecnología (ECI)*, celebrado en el marco legal correspondiente (por ejemplo a través de una Unidad de Vinculación Tecnológica como la prevista en la Ley Nacional Nº 23.877). Esto significa que la producción en este área quedará expresada homogéneamente como “*equivalentes a contratos institucionales*” y que, para mantener la homogeneidad de los términos del modelo, las tratativas previas y la concreción del trabajo definido en este contrato institucional base equivale, en esfuerzos y recursos, al desarrollo de una **Cpg** a lo largo de un período académico o a la elaboración y aprobación por los pares de un artículo científico para una publicación internacional, **Pub**.

La definición de este ECI se fundamenta de la siguiente manera: la magnitud, el impacto, la significación y los requerimientos de recursos (incluyendo las horas-hombre) y de capacitación de un caso dado de transferencia de tecnología, dependen de una variedad de factores, entre los que se cuentan la complejidad del problema planteado, la amplitud de la asistencia solicitada por el comitente, el grado de innovación involucrado, la existencia y/o disponibilidad de “*know how*” adaptable al caso particular, etc.

El análisis de cada uno de estos factores en cada caso particular resultaría inoperante por su complejidad. En consecuencia, se adopta una hipótesis simplificatoria: en un mercado de (al menos teóricamente) libre competencia, como el correspondiente al modelo económico vigente en la actualidad en toda Latinoamérica, resulta razonable suponer que la magnitud y complejidad de un problema de transferencia de tecnología está en proporción directa con el monto de dinero que el cliente está dispuesto a pagar por la asistencia tecnológica requerida.

Consecuentemente, será factible categorizar los contratos de transferencia de tecnología en base al monto involucrado. En este sentido y con las mismas salvedades respecto de la fundamentación basada en la experiencia propia que se plantearon en los dos subapartados precedentes, se propone la siguiente escala para contabilizar la contribución numérica de este tipo de contrato en el modelo propuesto:

Un contrato de hasta \$ 20.000 = 1 ECI

Un contrato de \$ 20.001 a \$ 50.000 = 3 ECI

El indicador V^3

Un contrato de \$ 50.001 a \$ 150.000 = 5 ECI

Un contrato de más de \$ 150.000 = 8 ECI

Los otros productos categorizados en este sector, son las asistencias tecnológicas de alto nivel no institucionales (es decir personales) realizadas en el marco de las normativas vigentes (por ejemplo, en Argentina, la resolución de CONICET que permite usar para estos fines hasta un 20% del tiempo de dedicación exclusiva de un investigador), simbolizadas como **Atn** y las órdenes de trabajo de servicios arancelados, del tipo de los que prestan muchos laboratorios universitarios o los servicios de los Centros Regionales de CONICET en Argentina (**Ots**).

Como en los casos anteriores, en base al esfuerzo, capacitación, dedicación de tiempo, impacto, etc, requerido para la generación de cada uno de estos productos, en comparación con el ECI tomado como unidad de referencia, se definen los factores de ponderación z_i , cuya magnitud será:

$[z_i] = \text{producto de referencia} / \text{producto considerado}$,

y cuyos valores serán:

$z_1 = 0,1 \text{ ECI} / \text{asistencia alto nivel}$

$$z_2 = 0,01 \text{ ECI / orden de trabajo}$$

De esta manera, la producción tecnológica quedará determinada por la *cantidad ponderada* de cada uno de los tres tipos de producto definidos:

$$PT = (ECI + z_1 \text{ Atn} + z_2 \text{ Ots}) = (ECI + 0,1 \text{ Atn} + 0,01 \text{ Ots})$$

De nuevo, según las modalidades vigentes en cada sistema de innovación a ser analizado, se podrán agregar términos adicionales (y definir los correspondientes factores z_i) al polinomio PT que describan con precisión diversas formas alternativas de vinculación. A modo de ejemplo se puede mencionar la participación en Conserjerías Tecnológicas (**CoTec**) o denominaciones equivalentes, con la modalidad establecida, por ejemplo, en programas de apoyo a las PyMEs, según la cual un único experto asesora a un conjunto de empresas relacionadas entre sí, por lo que habrá que encontrar la manera adecuada de ponderar esta vinculación múltiple y simultánea, diferente a la de un contrato simple entre una empresa y un (grupo) asesor.

Otra modalidad diferente a las mencionadas, pero que puede ser muy interesante de evaluar en el análisis de sistemas globales, son las misiones de experto (**Exp**) a otros países de similar grado de desarrollo relativo en el marco de programas horizontales como por ejemplo el FOAR de la Cancillería Argentina. Vale la pena reiterar

El indicador V^3

que los dos ejemplos mencionados no son de ninguna manera excluyentes, sino que se presentan meramente con el objeto de resaltar la versatilidad del modelo V^3 en cualquiera de los aspectos analizados.

Con las unidades definidas para los coeficientes de ponderación, simplificando las correspondientes a cada término, la magnitud resultante de PT será:

$$[PT] = \text{equivalentes a contratos base institucionales} = ECI$$

Por lo tanto, con el objeto de obtener un número homogéneo en unidades en la fórmula global, la magnitud del coeficiente de ponderación relativa "c", deberá ser:

$$[c] = \text{unidad de producción} / ECI$$

3.3.2.4. Producción total del Sistema (PS)

Puede resultar interesante, a efectos de una evaluación cuantitativa del rol y el impacto de cada agente en el marco sistémico global, determinar, con la nomenclatura desarrollada y mediante el modelo propuesto, la producción de cada institución integrada al Sistema de Ciencia y Técnica Nacional o Regional (**P_i**) como:

$$P_i = (a PC_i + b PA_i + c PT_i)$$

De esta manera, la producción total del sistema científico-tecnológico (**PS**), será la sumatoria de estas producciones individuales:

$$PS = \sum P_i$$

Esta formulación permitiría por ejemplo, sustentar la los criterios de distribución del presupuesto global total de funcionamiento del Sistema, o los montos anuales disponibles para subsidios (**F_t**), adjudicando los presupuestos individuales de funcionamiento (**F_i**) entre todas las instituciones calificadas, en base a su producción calculada para el período inmediatamente anterior, para el año base o inicial de aplicación de esta metodología, según:

$$F_i = (P_i / PS) * F_t$$

En rigor, esta propuesta lleva implícita una definición conceptual de

El indicador V^3

productividad aplicable a los agentes del sistema de innovación. Según la concepción clásica, podemos definir la productividad (**Prv**) de manera totalmente genérica, como la relación entre la cantidad de productos elaborados (**P**) y los recursos corrientes (**Rc**) empleados:

$$Prv = P / Rc$$

Aplicando esta definición al caso que nos ocupa, considerando la producción total del sistema (**PS**) según el modelo V^3 y los recursos corrientes como la suma del presupuesto de funcionamiento (**Ft**) mas el gasto salarial (**Gs**) -que resulta indicativo de los recursos humanos involucrados por ser directamente proporcional- resulta que la productividad global del Sistema de Ciencia y Técnica puede representarse mediante la ecuación:

$$Prv = PS / (Ft + Gs)$$

De esta forma, la magnitud de Prv será, clásicamente:

$$[Prv] = \text{unidades de producción} / \$$$

De manera similar, la productividad de cada institución (**Prv_i**) podrá determinarse mediante la fórmula:

$$Prv_i = P_i / (F_i + G_{S_i})$$

Este cálculo de la productividad permitiría incentivar por ejemplo la vinculación sistémica premiando, mediante una asignación presupuestaria adicional para gastos de funcionamiento (**Fad_i**) en los períodos subsiguientes al del cálculo base inicial, a aquellos organismos integrantes del sistema que superen la productividad media global, en forma directamente proporcional a esta superación, según:

$$Fad_i = F_i * [(Prv_i - Prv) / Prv]$$

Más allá de los distintos usos posibles propuestos para este modelo a manera de ejemplo demostrativo de su versatilidad²⁹, será posible encontrar aplicaciones adicionales, así como ajustar los valores de ponderación propuestos para los diferentes términos, sobre la base de su aplicación y periódica revisión crítica.

²⁹ Atributo que, como se ve, no solo corresponde a su conformación, es decir al número de términos incluido en cada polinomio, sino que se extiende a las aplicaciones posibles del indicador, no sólo como elemento de cuantificación de resultados sistémicos, sino también como herramienta en la ejecución de políticas sectoriales

4. Conclusiones

El modelo de indicador V^3 propuesto para la evaluación, en particular, del desempeño de organismos y grupos ejecutores de investigación y desarrollo científico y tecnológico en el marco de un sistema de innovación se considera relevante, práctico y equilibrado porque:

- ✓ Comprende todas las áreas de acción en que están involucrados los organismos ejecutores de I&D, ya sea que se enmarquen en un ONCyT (como los Institutos del CONICET en Argentina), que dependan funcionalmente de una universidad, o que sean entidades autárquicas y autónomas (como el INTI y el INTA en Argentina)

- ✓ Homogeneiza estas diferentes acciones a través de la utilización de unidades de producción de referencia para cada término de la ecuación, de manera que sean comparables entre sí al sumarlas.

- ✓ Define como parámetros de la fórmula elementos concretos mensurables y cuantificables con datos disponibles por cualquier autoridad de aplicación (institutos, universidades ONCyTs), ya que corresponden a la información incluida en: informes periódicos de investigadores; memorias anuales de los organismos; contratos debida y formalmente registrados (por ejemplo en Argentina, a través de las Unidades de Vinculación Tecnológica, UVTs); solicitudes de autorización para realizar asesorías de alto nivel elevadas a la aprobación formal del

El indicador V^3

organismo que corresponda (en Argentina: CONICET para su sistema de institutos; Consejos Directivos en las Facultades o Consejos Superiores en las Universidades, según corresponda, etc.); masa salarial total y discriminada por organismo o grupo de I&D; presupuestos de funcionamiento, etc.

- ✓ Permite fijar políticas de promoción sobre la base de la determinación de valores para los coeficientes de ponderación a , b y c , así como de los coeficientes de homogeneización x_i , y_i , z_i .

- ✓ Integra a los casos especiales mediante la utilización de valores diferenciales para los coeficientes de ponderación cuando a criterio del gestor correspondiente resulte adecuado y relevante para el caso particular en cuestión, sin necesidad de modificar la estructura formal del modelo.

- ✓ Se basa en una definición clásica, concreta y sencilla de la productividad aplicable a organismos académicos e instituciones autárquicas del área tecnológica, que además permite calcular fácilmente un premio a la productividad para los casos de mejor desempeño que el promedio.

- ✓ La formulación es sumamente simple, su cálculo es muy rápido y los valores de los parámetros por ser cuantitativos y comprender todas las áreas de acción y todos los tipos de resultados posibles de generar, tienden a minimizar subjetividades (disquisiciones cualitativas sobre el estado del arte) y arbitrariedades (definiciones *non sanctas* sobre cuánto es suficiente como

prueba de eficacia y eficiencia para, por ejemplo, obtener un subsidio).

Referencias

- i. Metcalfe, J.S.; *Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework*, Cambridge Journal of Economics, Vol. 19, N1 1, febrero 1995.
- ii. Cocco G.; *A nova qualidade do trabalho na era da informacao*, capítulo 10 en Lastres y Albagli Ed., *Informacao e Globalizacao na Era do Conhecimento*, Ed. Campus Ltda, Río de Janeiro, Brasil, 1999
- iii. Martins Lastres H. M. y Albagli S.; *Chaves para o terceiro milenio na era do conhecimento*, Introduccion en Lastres y Albagli Ed., *Informacao e Globalizacao na Era do Conhecimento*, Ed. Campus Ltda, Río de Janeiro, Brasil, 1999
- iv. Ducatel K.; *Learning and skills in the knowledge economy*, DRUID Working Paper N1 98-2, ISBN 87-7873-038-4, febrero 1998
- v. Rullani E.; *Il valore della conoscenza*, Economia e Politica Industriale, n1 82, 1994
- vi. Yoguel G. L.; *Conocimiento, aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas*, capítulo 4 en carpeta de trabajo *Economía de la tecnología y la innovación*, Universidad Nacional de Quilmes, 1a edición, agosto 2000.
- vii. Krüger Passos C. A.; *Novos modelos de gestao e as informacoes*, capítulo 2 en Lastres y Albagli Ed., *Informacao e Globalizacao na Era do Conhecimento*, Ed. Campus Ltda, Río de Janeiro, Brasil, 1999
- viii. Rouse W. B.; *Knowledge maps for knowledge mining: application to R&D/Technology management*, IEEE Trans. Sys. Man & Cyb., part C, vol 28, n1 3, agosto 1998
- ix. Marí, M. y Thomas, H.; *Historia del pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología*, capítulo 2 en carpeta de trabajo *Ciencia y Tecnología en América Latina*, Universidad Nacional de Quilmes, 1a ed., agosto 2000.

- x. Jaramillo, H.; Lugones, G. y Salazar, M.; Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina (*Manual de Bogotá*), OEA / RICYT / COLCIENCIAS / CYTED / OCyT. Bogotá, 2000.
- xi. López, A. y Lugones, G.; Los sistemas locales en el escenario de la globalización, en Cassiolato J. y Lastres H., *Globalização & Inovação Localizada*, Brasília, 1999.
- xii. Lall, S.; The creation of comparative advantage: the role of industrial policy, en Irfan ul Haque (ed), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Economic Development Institute, Banco Mundial, 1995.
- xiii López, G.; *Perfil del ingeniero: balance entre oferta académica y requerimientos del medio*; Anales del Tercer Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería - 3er CAEDI, CONFEDI + Universidades Nacionales del Sur, Tecnológica y del Centro, Bahía Blanca, Argentina, 20 - 22 setiembre 2000.
- xiv Yoguel, G.; *Una medición alternativa de las actividades innovativas ... en sistemas locales*, capítulo 6 en carpeta de trabajo *Economía de la tecnología y la innovación*, Universidad Nacional de Quilmes, agosto 2000.
- xv Humprey, J. y Schmitz, H., *The triple C approach to local industrial policy*, World Development, Vol. 24, Nro. 12, Elsevier Science Ltd., 1996.
- xvi Poma, L.; “La producción de conocimiento. Nuevas dinámicas competitivas para el territorio”, en Boscherini y Poma, Ed. *Territorio, conocimiento y competitividad de las empresas: el rol de las instituciones en el espacio global*, Editorial Miño y Davila, 2000.
- xvii Godet, M.; *De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia*, Ed. Marcombo, Barcelona, 1993.
- xviii Cunningham, R. y López, G. Editores; *Etanol de lignocelulósicos: tecnología y perspectivas*; CYTED + Universidad de Santiago de Compostela (España); ISBN: 81-8121-114-1; 1994.

^{xxix} López, G.; *Propuesta metodológica para la innovación tecnológica cooperativa*; Revista Ingeniería Química (España); vol. XXI; N° 244; 133-141; 1989.

^{xx} López, G.; *Ingeniería conceptual del proceso de obtención de etanol a partir de sustratos lignocelulósicos*; Revista Ingeniería (San José, Costa Rica); Vol 3, NE 3; 101; 1993.

^{xxi} Patente Argentina N° 245.220; *Procedimiento continuo CYTED para la producción de etanol a partir de materiales lignocelulósicos*, concedida el 30/12/93 por el término de 15 años, s/acta N° 320.752.

^{xxii} López, G.; *Lignocellulosic biomass as a substrate for ethanol production: technical and economical feasibility*; Anales de Biomass 2000, 1ª Conferencia Mundial, 11ª Europea y 5ª de las Américas sobre “Biomasa: Energía y productos industriales”, Sevilla, España, 5 - 9 de junio 2000

^{xxiii} López, G. y Cadoche, L.; *Análisis comparativo de pretratamientos de materiales lignocelulósicos para la obtención de etanol*; Revista Ingeniería Química (España); vol. XXI, Nro. 248; 199-207; 1989.

^{xxiv} Cadoche, L. y López, G.; *Assessment of Size Reduction as a Preliminary Step in the Production of Ethanol from Lignocellulosic Wastes*; Biological Wastes (Elsevier); vol. 30; 153-157; 1989.

^{xxv} Lorino, P.; *El control de gestión estratégico*, Marcombo - Bioxareu Editores, Barcelona, 1993.

^{xxvi} Secretaría de Ciencia y Técnica de Santa Fe (Argentina): *Nitruración de superficies por descargas eléctricas tipo glow* (Matricería Villa Gobernador Gálvez S.R.L., Santa Fe; Expediente N° 0071-0018148-4, 1993).

^{xxvii} Secretaría de Ciencia y Técnica de Santa Fe (Argentina): *Desarrollo de una quebradora y embutidora de granos* (V. Bosio, Colonia Belgrano; U.V.T. = Fundación Facultad de Ingeniería de Rosario, Santa Fe; Expediente N° 00701-0034950-5, 1999).



El autor

Gerardo Daniel López es Ingeniero Químico egresado de la Facultad Regional Rosario de UTN. Su formación disciplinaria se ha centrado en la Ciencia e Ingeniería de Materiales y su desempeño profesional se ha focalizado en la innovación entendida como conocimiento original que llega al mercado bajo la forma de productos o procesos. Procurando ejercitar en forma práctica la vinculación que se menciona en el título, actualmente es Profesor Titular ordinario y Docente Investigador en U.T.N. y también socio fundador de una pequeña empresa de base tecnológica especializada en nanotecnología. A lo largo de la trayectoria profesional ha tenido el privilegio de recibir distintos reconocimientos, entre los que se mencionan el Premio REPSOL-YPF a la Innovación Tecnológica (2000); Premios “Innovar” en dos ocasiones (2007 y 2009); el Premio de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual – OMPI (2007); el Primer Premio “Distinción FECOL a la innovación” (2008) y el Premio Ingeniero Sábato al Desarrollo Tecnológico (2009) otorgado por la Universidad Tecnológica Nacional

La obra

La relación universidad – empresa ha sido analizada desde multitud de enfoques: académicos, sistémicos, sociológicos, holísticos, históricos, filosóficos, epistemológicos, políticos... pero aunque abundan los modelos genéricos, preferidos por los sociólogos, es difícil encontrar enfoques cuantitativos, mas cercanos al pragmatismo de los ingenieros, quienes en la práctica suelen ser los ejecutores de la transformación del conocimiento abstracto en artefactos tangibles (productos y procesos). Procurando transitar este camino menos trillado y combinando teoría con experiencia propia, el libro propone y fundamenta un modelo para la evaluación cuantitativa de la gestión de la investigación y desarrollo orientados a la vinculación y transferencia de tecnología, mediante un indicador que se ha denominado V cubo, un poco por razones matemáticas y otro poco por falta de imaginación.