

Métricas de Transferencia Tecnológica para el sector Biotecnológico

Análisis Conceptual y Propuesta Preliminar

Preparado por NEOS®

Abril 2009

Índice

1. Introducción	3
2. Metodología	4
3. Ciencia, Tecnología e Indicadores de Innovación en Contexto.....	5
4. Definición de “Transferencia Tecnológica” e Innovación para efectos de este proyecto.	8
5. La relación entre las Métricas de Innovación y Transferencia Tecnológica	11
6. Análisis de los resultados del taller anterior y de la mesa redonda de retroalimentación y sus implicancias para este informe	12
7. Instituciones relevantes en el ámbito de las métricas de innovación y transferencia tecnológica.	14
7.1. Instituciones Internacionales:	14
7.2. Instituciones Nacionales:	16
8. Diagnostico de métricas disponibles en Chile relacionadas a procesos de Innovación.....	17
8.1. Métricas en la Industria.....	17
8.2. Métricas en los Centros de Investigación	23
9. Diagnostico de índices utilizados en Chile para medir la innovación.	26
9.1. Indicadores de Innovación:	26
10. Propuesta para la construcción de un índice para la medición de la transferencia tecnológica en el sector biotecnológico de nuestro país.....	28
10.1. Las dimensiones conceptuales del sistema de métricas propuesto	29
12.2. Métricas propuestas a partir de la consideración de las dimensiones definidas:	32
12.3. Propuesta conceptual para la construcción de índices y otros instrumentos gráficos de mapeo de las métricas	35
13. Desafíos a seguir trabajando con miras al informe final.....	37
14. Conclusiones.....	38
15. Referencias Bibliográficas	39

1. Introducción

El presente informe para el proyecto “Métricas para la Transferencia Tecnológica en el Sector Biotecnológico” del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología, busca, a partir de los hallazgos de las actividades y el informe técnico nº2 y nº3, comenzar a construir una teoría tanto conceptual como práctica que permita a partir de un diagnóstico de la situación actual, construir métricas *ad-hoc* acerca de los niveles de Transferencia Tecnológica en el sector Biotecnológico. Cuyo fin es el entender de mejor forma y proyectar hacia el futuro acciones que optimicen los resultados deseados a partir de los esfuerzos en I+D, así como otros programas orientados a agregar valor al país a través de innovación en el sector Biotecnológico.

Este documento desarrolla la temática en fases lógicas desde lo general a lo particular, comenzando por un análisis de contexto general que permite entender de mejor forma el ámbito de acción y las distintas variables fundamentales que inciden sobre un sistema de métricas, luego define tanto *Innovación* como *Transferencia Tecnológica* ya que es imprescindible contar con un marco semántico apropiado dada la ambigüedad de algunos términos en su uso diario, luego analiza los resultados de las actividades anteriores, identifica las instituciones y organismos claves, realiza un diagnóstico tanto nacional como internacional de métricas e índices relacionados con innovación y TT para finalmente a partir de todos los antecedentes recopilados hacer una primera propuesta para el sistema de métricas nacional de Transferencia Tecnológica para la Biotecnología.

El propósito del sistema de métricas presentado aquí, es permitir a partir de un desarrollo basado en el sector biotecnológico, la extrapolación a un sistema multisectorial para la medición de la transferencia tecnológica. En este informe el sistema de métricas se dejará planteado a nivel conceptual, dejando para el próximo informe, el trabajo estadístico donde se probarán variaciones de los algoritmos base utilizando datos reales disponibles a nivel país.

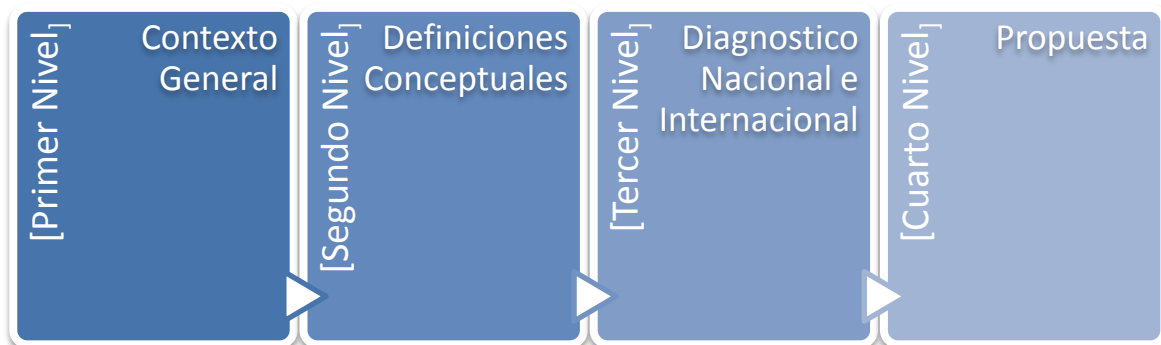


Ilustración 1: Organización del presente informe.

2. Metodología

La metodología de este informe fue organizada en 3 fases:

Fase 1: Revisión de literatura y documentación internacional y nacional sobre el tema.

En esta fase se realizó una exhaustiva revisión de fuentes secundarias sobre los temas de Innovación, Métricas, Transferencia Tecnológica y Biotecnología. El grueso de la información del sector Biotecnológico proviene del anexo al informe técnico nº2 (“Innovación y Biotecnología: Una Mirada Global”) en tanto que para el resto de los temas se consultaron fuentes oficiales con gran énfasis en los estándares sugeridos por la OECD para estas temáticas.

Para un listado de las referencias investigadas, ver la sección de “Referencias Bibliográficas” al final de este informe

Fase 2: Diseño detallado de la investigación.

Esta fase incluyó: entrevistas y talleres con actores claves en esta temática además de reuniones internas de discusión, diseño de hipótesis y estructura del informe. (Para un detalle de las actividades favor consultar informe técnico nº3)

En las reuniones internas de discusión fue donde se articularon los equipos de trabajo y se consolidaron hallazgos.

Fase 3: Análisis y Redacción del Informe y sus conclusiones

En esta fase se consolidó y revisó la información que habían trabajado los distintos encargados al interior del equipo y se conjugaron antecedentes técnicos y de contexto a partir de los cuales se elaboraron las propuestas para el sistema de métricas.

3. Ciencia, Tecnología e Indicadores de Innovación en Contexto

Para darle sustento y base argumental a esta primera parte del informe, hemos tomado como base, definiciones e hipótesis provenientes de la tercera edición del “Oslo Manual, guidelines for collecting and interpreting innovación data” adaptándolas al contexto específico de la métricas destinadas a medir la transferencia tecnológica y asumiendo que una parte importante en la medición del potencial futuro de transferencia tecnológica radica en la medición de variables generales de innovación.

Una mirada a la Innovación:

La innovación es central para el crecimiento de la productividad y el país como un todo. Sin embargo, mientras que nuestra comprensión de las actividades de la innovación, transferencia tecnológica y su impacto económico, ha aumentado enormemente, es todavía insuficiente. En la medida que la economía mundial se desarrolla, así también lo hace el proceso de la innovación. La globalización ha llevado a aumentos espectaculares en el acceso a la información y a nuevos mercados para las empresas. También ha dado lugar a una mayor competencia internacional y a nuevas formas de organización para manejar cadenas de suministro globales. Debido a avances en tecnologías y mayores flujos de información, el conocimiento se ve cada vez más como conductor central del desarrollo económico y de la innovación. Pero a pesar de todo esto, aún no entendemos completamente cómo estos factores afectan a la innovación y a la consiguiente llegada de nuevas tecnologías al mercado.

Para desarrollar políticas que apoyen la innovación y TT apropiadamente, es necesario entender mejor varios aspectos críticos del proceso de innovación, tales como los procesos de investigación y desarrollo, las interacciones entre agentes y los flujos relevantes del conocimiento. El desarrollo de política también requiere otros avances en el análisis de la innovación, que a su vez requiere la obtención de una mejor calidad de información.

La evaluación de potenciales “matches” entre una necesidad tecnológica y una potencial oferta tecnológica se amplía debido a la importancia de los flujos del conocimiento entre las empresas y otras organizaciones para el desarrollo y la difusión de innovaciones. Esto ayuda a destacar el papel de las estructuras organizacionales y las prácticas que promueven la distribución y el uso del conocimiento así como la interacción con otras firmas e instituciones de investigación públicas. Esto también incluye la formación de relaciones más cercanas con los oferentes de tecnología y el desarrollo de mejores prácticas para la comercialización de las mismas.

La innovación y TT en sectores orientados a los servicios puede diferenciar substancialmente a la que se produce en sectores orientados a la “fabricación”. A menudo los primeros se organizan menos formalmente, en forma incremental, orgánica y usualmente menos ligada a tecnologías duras. Esto supone que cualquier medición debe tener esto en cuenta, por lo que en el presente documento propondremos un marco conceptual que incluye una mirada global a la Transferencia Tecnológica, partiendo por la “Transferencia de Conocimientos”

El papel de la Innovación y la “Transferencia de Conocimiento” en las organizaciones es acentuado por Alice Lam (2005): Los “economistas asumen que el cambio en la organización es una respuesta al cambio técnico, cuando de hecho, la innovación a nivel organizacional podría ser una condición previa necesaria para la innovación técnica.” Por lo tanto estas innovaciones “blandas” en la organización son no sólo un factor favorable para el producto y las innovaciones de procesos sino que también pueden tener un impacto importantísimo en la generación de nuevas transferencias tecnológicas. Las innovaciones a nivel de organización pueden mejorar la calidad y la eficacia del trabajo, potenciar el intercambio de información, y mejorar la capacidad de las instituciones para aprender y utilizar nuevos conocimientos y tecnologías. Por esto el desafío es generar métricas que idealmente capturen tanto los factores “blandos” como los “duros”.

Consideraciones en la medición:

La innovación es un proceso continuo. Las organizaciones desarrollan constantemente productos, servicios y procesos y de aquellos cambios generan y recogen nuevo conocimiento, lo que se transforma en un desafío bastante complejo de medir, especialmente cuando normalmente solo se tienen implementadas mediciones estáticas y no dinámicas. Con el objetivo de capturar estas variables más esquivas es necesario recurrir a la creatividad, mediciones indirectas y datos sobre el proceso general de la innovación (por ejemplo, las actividades relacionadas a la innovación, la tasa de transformación de conocimiento en nuevos proyectos, etc.), la puesta en práctica de cambios significativos en él la empresa (es decir innovaciones), los factores que influyen las actividades de la innovación, y por último y tal vez más importantes, los resultados provenientes de la innovación tanto en la organización como en sus procesos y productos o servicios.

La importancia de la medición:

Al generar las métricas el énfasis debe estar puesto en servir de la mejor forma posible los propósitos de quienes van a hacer uso de ellas. Esto significa conocer en profundidad al tomador de decisiones que requiere de las mismas.

En el caso de métricas acerca de la transferencia tecnológica en el sector biotecnológico, se debe tener en consideración que los usuarios de la información procedente de estas métricas se encontrarán actores de diversos sectores, siendo los más importantes:

- **Sector gubernamental:**
Se requiere de métricas para generar nuevas políticas públicas y medir la eficacia de programas y regulaciones que se encuentran en curso.
- **Sector Privado:**
Requiere de información para medir tendencias de mercado y aprovechar oportunidades latentes en donde pueda hacer match entre sus necesidades internas de tecnología y generadores de I+D que puedan darle respuesta a esas necesidades. También en este sector es importante proveer de información que de luces acerca de dónde invertir en I+D y de pistas acerca de los retornos de esa inversión.

- **Universidades y centros tecnológicos generadores de I+D:**

Estas instituciones requieren medir su desempeño en cuanto a su capacidad de generar innovación y transferencias tecnológicas sobre la base de su generación de conocimiento y sus esfuerzos de I+D, así también les es importante examinar tendencias que den luz acerca de donde se encuentran las mejores oportunidades en donde invertir sus esfuerzos.

A nivel de muchos gobiernos, las políticas de innovación se han convertido en una amalgama entre políticas de ciencia y tecnología y políticas de propiedad industrial. Los acercamientos sistémicos a la innovación, en cambio, mueven el foco desde la política hacia un énfasis en la interacción de instituciones y los procesos de creación de conocimiento, su difusión y uso. El término “sistema nacional de la innovación” se ha acuñado para representar este sistema de instituciones y estos flujos del conocimiento. En este informe haremos el esfuerzo de representar a las métricas en un contexto sistémico que facilite respuestas holísticas a los desafíos que representa el impulso a la transferencia tecnológica y de conocimientos.

4. Definición de “Transferencia Tecnológica” e Innovación para efectos de este proyecto.

En este proyecto entenderemos a la **Transferencia Tecnológica** como “*transferencia de I+D, conocimientos tecnológicos o tecnologías (en cualquier estado de madurez) a una institución distinta a la que los produjo y que es capaz de utilizar dicha transferencia para producir valor.*”, definición propia, a la que hemos llegado tras los talleres y entrevistas más la revisión de variada bibliografía, y que creemos es la más apropiada para desarrollar métricas amplias, que abarquen el amplio espectro de posibilidades que se encuentran en las múltiples interacciones de los variados actores del sistema nacional de innovación.

La transferencia en este sentido se podría visualizar de la siguiente forma:

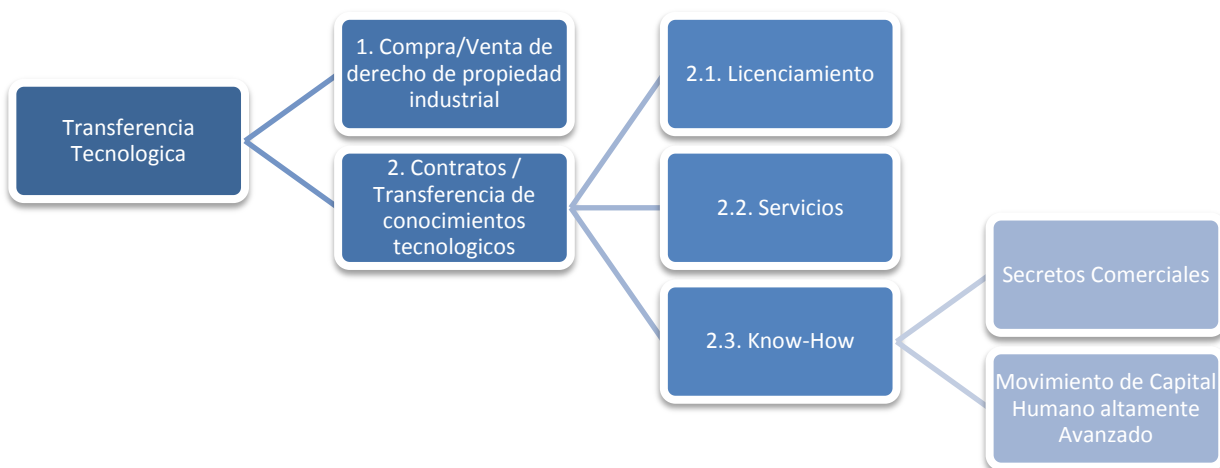


Ilustración 2: Visualización de las formas de TT

En general el punto 1 y 2.1 son los que comúnmente se toman en cuenta al hablar de transferencia tecnológica, ya que son más fáciles de cuantificar, especialmente el punto 1, el que está sujeto en cada país a un registro oficial de las transferencias de propiedad industrial, lo que se puede materializar por ejemplo en la compra/venta de una patente. En tanto, los contratos de licenciamiento de PI son más difíciles de rastrear, pero dado que están basados en un derecho de propiedad son más fáciles de identificar y asociar a la TT tradicional.

Los contratos de prestación de servicios, en el caso que estos sean en áreas tecnológicamente avanzadas que requieren de I+D, los hemos considerado TT, puesto que supone el traspaso efectivo de tecnologías e innovaciones “blandas” o “duras” entre instituciones en un modelo de outsourcing, y por lo tanto cumple con nuestra definición.

Finalmente, los contratos según los cuales se obtiene Know-How, en la forma de secretos comerciales o mediante la incorporación de capital humano altamente calificado, es una de las incorporaciones más novedosas y al mismo tiempo difíciles de rastrear de la TT. Esta dimensión se ha incorporado, debido a que en países como el nuestro, con baja actividad de licenciamiento o transferencia de patentes esta modalidad es particularmente importante y genera el potencial futuro para una futura actividad de TT más tradicional.

Un punto importante de la transferencia tecnológica se gráfica en el siguiente diagrama:

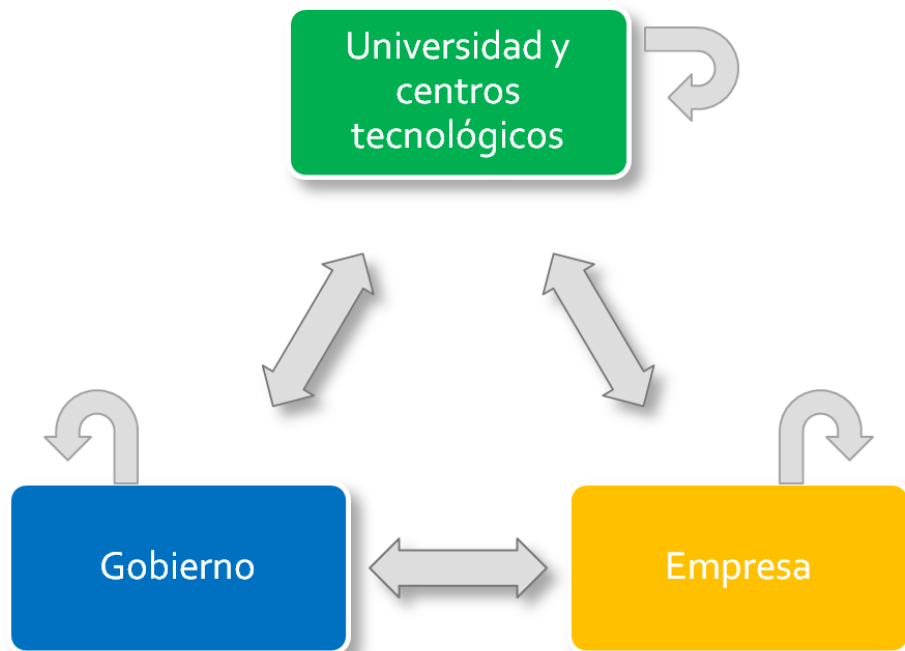


Ilustración 3: Flujo interorganizacional de las Transferencias Tecnológicas

En esta ilustración mostramos como se puede dar la transferencia tecnológica en una amplia variedad de interacciones organizacionales; La más tradicional Universidad-Empresa, pero también entre empresas, al interior de entidades gubernamentales, entre distintas universidades o entre cualquiera de los actores del sistema nacional de innovación.

Algunos ejemplos de estas interacciones menos comunes son por ejemplo los “spin-offs” donde una empresa a partir de tecnologías o capacidades internas no utilizadas decide crear una nueva empresa, a la que la transfiere tecnologías y conocimientos, que en la estructura original no eran ocupados de forma eficiente. Otro ejemplo es el movimiento de capital humano altamente calificado, el que puede pasar desde la empresa a la universidad, gobierno o viceversa,

transfiriendo know-how específico, que potencialmente es capaz de generar nuevos productos o servicios o facilitar la asimilación de nuevo conocimiento o tecnologías desde otros sectores.

En cuanto a la definición de **Innovación** en este caso nos referiremos a la consensuada por la OECD que define la innovación como *“la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.”*.

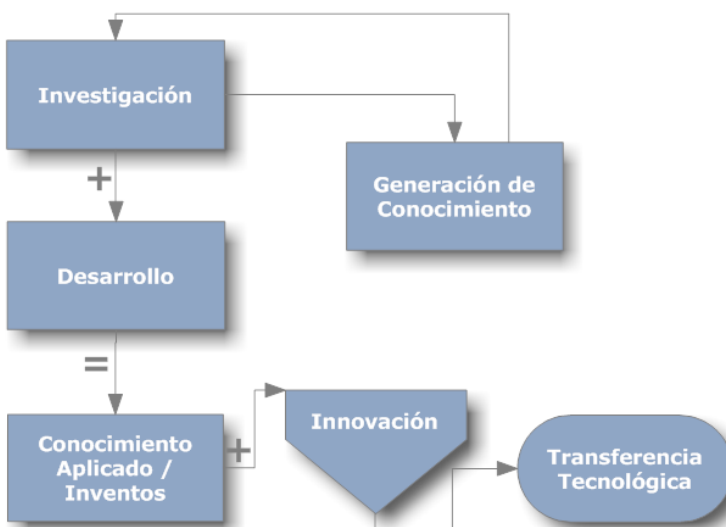
Esta definición de innovación ciertamente tiene puntos de contacto con la definición de transferencia tecnológica antes realizada, sin embargo uno de los factores diferenciadores más importantes, radica en que la transferencia tecnológica supone un movimiento de una organización a otra y esto comúnmente muchas veces supone una transformación, que partiendo desde el conocimiento ya existente, e incorporando investigación y desarrollo lleva a que por ejemplo una universidad transfiera ese capital intelectual tecnológico desde sus laboratorios hacia una empresa que es capaz de traducir aquello en un nuevo producto, servicio o innovación de procesos.

5. La relación entre las Métricas de Innovación y Transferencia Tecnológica

Como se mencionaba en el punto anterior la innovación y la transferencia tecnológica tienen múltiples puntos de contacto, siendo la transferencia tecnológica, en algunos casos, un caso particular de innovación en la que el factor de novedad muchas veces que no se produce en la empresa generadora, sino que en la receptora.

Ilustración 4:
Posible visualización de la relación entre innovación y transferencia tecnológica

Como se puede ver en la gráfica, una forma en la que se puede dar un proceso de TT es la siguiente; Una institución, por ejemplo una universidad, genera investigación la que por un lado genera conocimiento que retroalimenta la investigación actual y la pasada. Cuando a eso se le suman procesos de desarrollo prácticos orientados hacia la resolución de necesidades



concretas se obtiene conocimiento aplicado o nuevas invenciones (normalmente a nivel de prototipo), lo que al pasar por un proceso de colaboración con entidades distintas a la originaria de la investigación, por ejemplo una empresa, genera procesos de innovación que finalmente se pueden traducir en una transferencia tecnológica efectiva, la que puede ser en cualquiera de las formas exploradas en el punto 4.

Para los efectos de este informe, la relación fundamental entre las métricas que están destinadas a medir la innovación y aquellas específicas a la transferencia tecnológica, es que las primeras permiten adelantarse a una transferencia tecnológica efectiva, anticipando las tendencias y el potencial a nivel país o institucional para generar o recibir transferencias tecnológicas. Lo cual es un dato muy relevante para todos los países, que teniendo una actividad de transferencia tecnológica tradicional relativamente baja, están haciendo importantes esfuerzos por impulsar la innovación en directos frentes. Esto ha generado que exista una gran preocupación por medir esta innovación y por lo tanto una gran oportunidad para construir indicadores compuestos a partir de los disponibles a nivel de innovación que permitan medir la actividad específica a nivel de transferencia tecnológica.

6. Análisis del los resultados del taller anterior y de la mesa redonda de retroalimentación y sus implicancias para este informe

Una conclusión interesante que se pudo sacar a partir de los talleres, es que en general y tal como lo señala la OECD, existe un vacío importante y generalizado en el país en cuanto a métricas de innovación y transferencia tecnológica se refiere. En general los indicadores utilizados son muy pocos y se quedan en el nivel de los “inputs” o a lo más en el proceso siendo prácticamente inexistentes los indicadores a nivel de “outputs” o “outcomes”, vale decir de productos o resultados.

Entre los indicadores a los que comúnmente se hizo mención, están el número de patentes o la cantidad de Ph.D. del país, los que son indicadores base importantes pero aún muy insuficientes y por sobretodo lejanos a una medida real de transferencia tecnológica o al menos una buena aproximación. Es importante notar que, en general, a pesar de que los asistentes muchas veces eran tomadores de decisiones importantes en sus instituciones y tenían experiencia en temas relacionados a la investigación y desarrollo, no existía una claridad acerca de las métricas que se deberían considerar ni definiciones conceptuales transversales de los ámbitos en los que se podría enmarcar la transferencia tecnológica y su relación con los procesos de innovación.

Algunos temas en los que si hubo consenso y vale la pena destacar fueron:

- Existió amplia coincidencia en afirmar que efectivamente el PIB se ve impactado por la actividad de transferencia tecnológica (en el largo plazo) y por lo tanto se destacó la importancia de generar índices que permitan correlacionar y anticipar movimientos en el PIB dado cambios en los niveles potenciales y reales de transferencia tecnológica.
- Se define transferencia tecnológica como aquel intercambio de conocimiento –en todas sus formas- que hace más eficiente un proceso productivo o un servicio. Esto permitió acercarnos a la definición más formal de este informe y generó la preocupación por la integración de elementos más “blandos” en la medición de la TT.
- Cuando se planteó la problemática acerca de cómo levantar las cifras, una vez definidas las métricas, se consideraron muy importante los incentivos colocados a Universidades y otros actores para entregar la información adecuada. En ese sentido, la acción de la autoridad pública es fundamental generando una obligatoriedad reglamentaria de entregar información y/o condicionando el acceso a financiamiento público. Al mismo tiempo también se enfatizó en que además de la obligatoriedad deben existir beneficios adicionales que faciliten una visión positiva de la medición como algo favorable para las organizaciones involucradas ya que de otra forma la calidad de los datos obtenidos podría verse afectada.

- Se hizo hincapié acerca de la utilización, estructuración y mejora de las fuentes de datos disponibles tales como la encuesta INE, datos del Banco Central (remesas de dinero al extranjero), futuro registró en CORFO de proyectos Universidad-Empresa que acceden a crédito tributario del 35%, y otros. Existió una tendencia a cargar el peso de la responsabilidad en el estado sin un reconocimiento generalizado acerca de la gran utilidad que métricas de TT e innovación podrían tener para empresas y universidades y por lo tanto olvidando el importante rol que podrían tener al articular un sistema de métricas de innovación y TT desagregado según sector.
- Se reconoció que métricas de TT robustas y eficientes para el sector biotecnológico, deberían ser fácilmente extrapolables a otros sectores avalando así el espíritu original de este proyecto.

Dado lo anterior este informe pretende nivelar el terreno conceptual permitiendo facilitar el trabajo de futuros talleres, elevando el nivel de la discusión y permitiendo que se centre en el detalle fino de las métricas así como en una crítica constructiva a la propuesta que se desarrolla en este documento.

En cuanto a los resultados de la última mesa redonda, donde participaron representantes de CONICYT (Marcela Iglesias), Fundación Ciencias para la Vida (Cristián Hernández) y la Universidad de Chile (Alejandro Garcia), podemos señalar que fue muy útil para validar ciertas hipótesis de trabajo tales como el tipo de métricas, ya que se definió una estructura que considerara *inputs*, *procesos*, *outputs* y *outcomes* y a su vez incluyera distintos niveles que representan los diversos sectores tal como lo sugirió John Fraser y adicionalmente se validó la importancia de desagregar la responsabilidad de articulación y levantamiento de la información entre los distintos actores (universidades, empresa, gobierno) la que se terminara compilando en un ente único que coordina estas otras 3 entidades.

Otros puntos interesantes tratados en la mesa redonda y que permitieron enriquecer este informe fue la sugerencia de generar una métrica que combinara elementos cuantitativos y cualitativos en un mapeado espacial, que incluyese elementos tales como nivel de madurez de la TT, potencial comercial, tipo de tecnología, etc. y la discusión en torno a la amplitud de las transferencias tecnológicas a tratar, partiendo por la “Transferencia de Conocimientos Tecnológicos” como uno de los acercamientos más básicos y esenciales a explorar antes de la transferencia de tecnologías “duras”.

7. Instituciones relevantes en el ámbito de las métricas de innovación y transferencia tecnológica.

A continuación se presentan las instituciones que hemos detectado son claves para el establecimiento de un sistema de métricas de transferencia tecnológica (sustentado en parte en métricas de innovación). Las instituciones internacionales presentadas son relevantes por sus estándares que permiten comparar resultados entre países y por los elementos en su sistema que consideramos extrapolables a las necesidades chilenas. En tanto las instituciones nacionales se nombran dada su relevancia para la obtención o articulación de las métricas necesarias para generar el sistema.

7.1. Instituciones Internacionales:

Globales:

- **Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD):** Este organismo es clave puesto que históricamente ha fijado los estándares en temas de medición de la innovación. Uno de los textos claves es el Manual de Oslo así como la publicación “Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World”
- **Banco Interamericano de Desarrollo (BID):** Dada su extensa red de investigación así como su detallada base de datos estadística de variables económicas, es importante considerar los estándares y mediciones ya realizadas por el BID para no incurrir en duplicidades o incompatibilidades posteriores para la comparabilidad de las mediciones.
- **CORDIS, el Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo de la Unión Europea:** Es un espacio de información dedicado a la ciencia e investigación europeas (I+D) y a la utilización de los resultados de I+D europeos, este servicio único en su clase permite levantar antecedentes muy relevantes acerca de la I+D y su relación con la transferencia tecnológica así como las mediciones que ellos utilizan en sus bases estadísticas.
- **Centre for International Competitiveness:** Este centro fundado por The University of Wales Institute, Cardiff, es el creador del “World Knowledge Competitiveness Index” un instrumento que en paralelo con el generado por la OECD es una herramienta importante para generar comparaciones y una buena fuente para extraer datos y generar correlaciones.
- **Association of University Technology Managers (AUTM):** Esta asociación es fundamental para la comprensión de las dinámicas de TT al interior de las universidades y su visión al respecto permite dar luces acerca de cómo podría profesionalizarse el sistema de TT universitario chileno.

- **Licensing Executives Society (LES):** Similar a la AUTM esta organización cumple el rol de asociar a los ejecutivos que licencias tecnologías, lo que permite tener la visión de brokers tecnológicos y otros importantes actores privados acerca de la TT.
- **Banco Mundial:** Si bien su foco no es la I+D avanzada o la transferencia tecnológica, sino que más bien el apoyo financiero a países con problemas económicos, esta institución es relevante en este contexto puesto que tiene una serie de métricas relacionadas a niveles de desarrollo que sirven para hacer correlaciones y extraer series de tiempo que faciliten la comparación entre países.

Instituciones de países extranjeros:

Destacan por su nivel y calidad de indicadores e índices las siguientes instituciones extranjeras:

- **National Endowment for Science, Technology and the Arts (NESTA, UK):** Destacan “the innovación index” y sus continuos esfuerzos por la medición de la innovación así como el impacto de políticas públicas relacionadas a ella.
- **Department for Innovation, Universities & Skills (DIUS, UK):** Junto con NESTA es el organismo más importante que trata temas de innovación en UK y uno ejemplar a nivel mundial. El documento “Innovation Nation” examina en profundidad las problemáticas de la innovación y TT.
- **National Institute of Standards and Technology (NIST, US):** Esta organización y en particular su programa “Technology Innovation Program (TIP)” juegan un importante rol en las tendencias tanto de medición como de fomento de la TT.

7.2. Instituciones Nacionales:

Algunas instituciones/organismos que se deben tener en cuenta a nivel nacional y que son relevantes en consideraciones posteriores de este informe son:

- CONICYT
- CORFO e InnoChile de CORFO
- Ministerio de Economía
- Consejo Nacional de Innovación
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
- Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI)
- SOFOFA y otras federaciones gremiales
- Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
- Fundación Chile
- Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (Fonis)
- Las diversas Universidades y sus asociaciones.
- Ministerio de Educación
- Capítulo Chileno de la LES
- Sociedad Científica de Chile

8. Diagnostico de métricas disponibles en Chile relacionadas a procesos de Innovación

Si bien no existe un sistema centralizado de métricas nacionales de procesos de Innovación, si es posible encontrar métricas parciales que contienen información relevante. En este sentido, a continuación se analizan las métricas disponibles de los diferentes agentes involucrados en los procesos de Innovación.

8.1.Métricas en la Industria

El primer agente que se analizará es la Industria, considerándose para este estudio como empresas que no generan I+D, sino que la adquieren de los Centros Tecnológicos.

Encuestas de Innovación

Este es un importante esfuerzo realizado por el gobierno que busca determinar las fuentes y obstáculos del cambio tecnológico al interior de los establecimientos del sector industrial chileno, así como caracterizar su situación actual¹. A la fecha se ha realizado 4 versiones del mismo, en los años 1995, 1998, 2001 y 2005. En su cuarta versión², la encuesta ha evolucionado tanto en el marco muestral como en la formulación de las preguntas. En los años 1995 y 1998 sólo se encuestó a una muestra representativa de la industria manufacturera. Posteriormente, en 2001, se incorporó a los sectores de minería, y de generación y distribución eléctrica. Para el levantamiento llevado a cabo el año 2005, se incorporaron otros sectores económicos, a saber:

- Agricultura, ganadería, caza y silvicultura
- Pesca
- Explotación de minas y canteras
- Industria manufacturera
- Electricidad
- Construcción
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones
- Intermediación Financiera
- Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquileres
- Enseñanza
- Actividades de servicios sociales y de salud
- Otras

¹ “Innovación tecnológica en la Industria Chilena: análisis de una encuesta”. Programa de Innovación Tecnológica-Ministerio de Economía. Julio 1997.

² Cuarta encuesta de Innovación Tecnológica (2005), Consejo de Innovación

El diseño del formulario sigue los lineamientos generales sugeridos por la OECD para este tipo de encuestas, los que están plasmados en el Manual de Oslo y son aplicados en la mayoría de los países miembro. La determinación de la Innovación Tecnológica en las empresas encuestadas es realizada utilizando los siguientes aspectos generales:

- 1.- Tipos de Innovación
- 2.- Objetivos de la Innovación
- 3.- Fuentes de información y cooperación en actividades innovativas
- 4.- Adquisición de equipos
- 5.- Derechos de Propiedad y Know-how
- 6.- Obstáculos de la Innovación
- 7.- Importancia de las Innovaciones de productos en el total de negocios de la empresa
- 8.- Actividades innovativas
- 9.- Costos y financiamiento de las actividades innovativas
- 10.- Gastos en Investigación y Desarrollo
- 11.- Personal dedicado a Investigación y Desarrollo
- 12.- Perspectivas de Innovaciones futuras

La ejecución de esta encuesta ha entregado datos significativos acerca de la situación actual de la Innovación en Chile, si bien esta encuesta no permite determinar la actividad específica en cuanto a Biotecnología, si es una excelente herramienta que puede ser adaptada a los requerimientos del área en estudio y permite tener un conocimiento general de la tendencia a la Innovación de las empresas chilenas, así como una visión de dicha tendencia en las diferentes áreas productivas del país.

Estas encuestas contienen información relevante utilizable si el sistema de métricas se implementa para las áreas de Innovación contempladas en las encuestas realizadas.

Propiedad Industrial:

Las oficinas de Propiedad Industrial a nivel mundial ponen a disposición del público las solicitudes en trámite y concedidas en los diferentes derechos de Propiedad Industrial. En sus páginas web se puede tener acceso a dicha información.

El Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), es el organismo de carácter técnico y jurídico encargado de la administración y atención de los servicios de la Propiedad Industrial de Chile.

En sus bases de datos se obtiene información actualizada acerca de todos los derechos de Propiedad Industrial vigentes según la legislación chilena, permitiendo realizar el análisis detallado de diversos aspectos relevantes como indicadores de la Innovación en el país. En relación a Patentes de Invención, se puede mencionar: Patentes de Invención totales generadas en el país (en tramitación o concedidas), Patentes de Invención generadas por área técnica y Propiedad de las Patentes de Innovación (Empresas, Centros de Investigación, etc), entre otros, estos antecedentes permiten obtener la información necesaria para aquellas métricas basadas en Propiedad Industrial.

Por otro lado, existen variados estudios que se han realizado en base a la información de patentes disponible. Si bien la mayoría no son exhaustivos en cuanto a detallar todas las solicitudes de patentes chilenas en el área de Biotecnología, si muestran la situación de Chile en cuanto a

Propiedad Industrial comparable a nivel mundial. Estos estudios se realizan utilizando los parámetros internacionales de medición, por lo tanto, permiten realizar comparaciones internacionales³

Inversión privada en I+D:

Si bien no existe una única base de datos que contenga la información completa de los fondos invertidos por la Industria en I+D, si se tiene las bases de datos particulares de cada una de las líneas de financiamiento estatales en las cuales existe aporte de capital privado. Aunque dichas líneas de financiamiento han sido analizadas en detalle en este informe, a continuación se muestran aquellas que son consideradas:

a) FONDEF

El Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), es un Programa que tiene como principal propósito vincular el sector científico y tecnológico con el sector empresarial.

Financia proyectos de investigación y desarrollo (I+D), entendidos como aquellos orientados a promover innovaciones de procesos, desarrollos de nuevos productos o servicios u otras innovaciones tecnológicas, cuya aplicación industrial o incorporación en el mercado o en el ámbito social respectivo, sean consecuencia de los resultados de los proyectos. Financia también proyectos de Transferencia Tecnológica a través de la modalidad de ventanilla abierta.

En especial aquellos que consideran la participación de patrocinantes o agentes participantes de las investigaciones biotecnológicas son los siguientes:

- a) Investigación y Desarrollo
- b) Programa Genoma Chile
- c) Acuicultura mundial (HUAM)
- d) Fonis (Salud)
- e) Marea Roja

b) Programa Bicentenario para la Ciencia y la Tecnología

El Programa Bicentenario para la Ciencia y la Tecnología (PBCT), promueve la inversión en ciencia e innovación y su adecuada integración con el sector empresarial del país y las redes mundiales de producción científica y tecnológica. Para lograrlo, articular tres componentes: el mejoramiento del sistema de ciencia, tecnología e innovación; el fortalecimiento de la base científica, y el fomento de la vinculación pública-privada.

³ Entidades involucradas OECD, Banco Mundial

En especial se debe considerar los programas particulares en estas dos líneas de financiamiento:

- a) Fomento de la Vinculación Público-Privada
- b) Mejoramiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile

Creación de empresas biotecnológicas

Dado el importante esfuerzo que está realizando el gobierno para dar impulso a la innovación en Chile, mediante estrategias creadas por el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad y los diferentes fondos de financiamiento públicos, se está impulsando la creación de nuevas empresas en base a ideas innovadoras creadas en Chile. Algunas fuentes donde se puede obtener información relevante acerca de estas nuevas empresas son las siguientes:

a) CORFO

Con el fin de identificar específicamente aquellas empresas tecnológicas que se van creando en el país, se puede recurrir a los organismos que otorgan fondos para su puesta en marcha.

El principal organismo público encargado de apoyar el desarrollo de empresas es la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), este organismo del Estado chileno está encargado de promover el desarrollo productivo nacional, en el cual se describen los siguientes ámbitos de acción: Inversión, Innovación, Emprendimiento y Mejoramiento empresarial.

De las líneas de financiamiento con las que cuenta este organismo, las más importantes a la hora de capturar información acerca de nuevas empresas biotecnológicas son las siguientes:

I.- Inversión.

El objetivo de esta área es llevar adelante proyectos de inversión y aprovechar las extraordinarias ventajas que ofrece Chile.

Dentro de sus líneas de financiamiento, se deben considerar las siguientes:

- a) Facilitación de la puesta en marcha
- b) Inversión en activos fijos inmovilizados
- c) Arrendamiento de inmuebles a largo plazo
- d) Líneas de apoyo para empresas

II.- Innovación:

El objetivo de esta área es estimular y apoyar la innovación empresarial chilena, a través de Innova Chile apoya a las empresas nacionales a acceder a tecnologías que no conocen y a desarrollar productos y servicios de mayor valor y diferenciación, que les permitan satisfacer mejor las necesidades de sus clientes.

De las líneas de financiamiento que contempla, aquellas orientadas a la creación de nuevas empresas tecnológicas son las siguientes:

- a) InnovaChile, apoyo a negocios tecnológicos
- b) InnovaBio-bio, área de emprendimiento

III.- Emprender:

Estimula y apoya el emprendimiento innovador, convirtiendo proyectos en nuevos negocios o respaldándolo para que éste despegue y crezca. En este sentido, son importantes todas las líneas de financiamiento para las métricas de las nuevas empresas biotecnológicas.

b) Incubadoras de negocios:

Iniciativas creadas con el fin de incentivar y potenciar la creación, el desarrollo y la consolidación de Empresas Innovadoras en Chile. Dichas organizaciones han sido creadas con fondos públicos específicos⁴ o mediante iniciativas particulares, como es el caso de Asoincuba de la Universidad de La Serena, Innovo de la Universidad de Santiago, entre otras. En el estudio “Biotechnology and Life Science in Chile” (2007) se identificó la Incubadoras de Negocios existentes en Chile ese año, luego con la creación de los fondos públicos específicos la cantidad de estas entidades se ha aumentado y se encuentran disponibles en la página web de Corfo⁵.

Las Incubadoras de Negocios poseen información detallada acerca de la creación de nuevas empresas tecnológicas, a la cual se podría acceder solicitándola directamente a la entidad responsable o gracias a los informes periódicos que deben entregar a Corfo respaldando su gestión (para aquellas que tienen financiamiento estatal).

Transferencia Tecnológica

a) Ttransferencia de tecnología mediante contratos

La Ley de Incentivo Tributario⁶ permite que las empresas cuenten con un potente estímulo para aumentar la inversión en I+D en Chile, dado que los contribuyentes afectos al impuesto de primera categoría de la Ley sobre impuesto a la Renta, que declaren su renta efectiva mediante contabilidad completa, tendrán derecho a un crédito tributario equivalente a un 35% de los pagos

⁴ Líneas de financiamiento CORFO “Incubadoras de Negocios: Creación”, “Incubadoras de Negocios Fortalecimiento”.

⁵ http://www.corfo.cl/lineas_de_apoyo/intermediarios_y_consultores/incubadoras_de_negocios

⁶ Ley de Incentivo Tributario N°20.241 aprobada por el Congreso en enero del 2008

efectuados en contratos de I+D realizado por Centros de Investigación inscritos en el Registro de Centros de Investigación debidamente certificados por CORFO⁷.

CORFO es la institución encargada de implementar y operar gran parte de los procesos requeridos. Entre ellos, registrar los Centros de Investigación que soliciten inscribirse en el Registro Oficial de Centros de Investigación, junto con certificar y fiscalizar los contratos de I+D. Por lo tanto, la base de datos de dicha Institución permitirá monitorear de manera cercana los contratos de Transferencia Tecnológica que se realicen en Chile. Se asume que existen contratos de Transferencia que son realizados de manera privada, por lo tanto se deberá buscar otro mecanismo de pesquisarlos. Por otro lado, este sistema de Incentivos tributarios está restringido a los contratos entre empresas y Centros Tecnológicos chilenos.

b) Transferencia de Tecnología mediante colaboración

En el punto 4 del presente anexo se identificó los Fondos Públicos donde se puede obtener información relevante acerca de Inversión privada en I+D. Estas líneas de Financiamiento buscan la colaboración entre la Universidad y los Centros Tecnológicos, por lo tanto, también contienen información relevante para determinar la Transferencia de Tecnología mediante colaboración.

c) Transferencia de Tecnología mediante licenciamiento y adquisición de Propiedad Industrial

En este caso si bien las transferencias de propiedad industrial generan un registro concreto, este registro no es integrado a una métrica oficial actual, lo que significa que requería un trabajo adicional en base a las bases de datos de INAPI, en cuanto a las licencias el escenario es más complejo puesto que estas ocurren normalmente solo bajo la mediación de un contrato privado entre ambas partes, por lo que se debería construir un registro nacional específico, que podría estar alojado en INAPI, a la vez que se entrega algún tipo de incentivo u obligatoriedad que lleve a las partes a hacer registro de la licencia.

⁷ http://www.corfo.cl/corfo_det_20080603114650.aspx

8.2.Métricas en los Centros de Investigación

El segundo agente que se analizará son los Centros de Investigación, considerándose para este estudio como Universidades, Empresas, Consorcios, Instituciones públicas u otros organismos que realizan I+D. En este contexto, a continuación se analizan las m

Centros Tecnológicos nacionales

El año 2007 se realizó un catastro nacional de las empresas y Centros de Investigación vinculados a la Biotecnología en Chile, en la publicación “Biotechnology and Life Science in Chile”, analizada en detalle en el Anexo N°1 del presente informe. Este estudio es muy útil para ser repetido de manera periódica y así realizar un seguimiento de la evolución y dinámica de crecimiento de dichos centros y creación de nuevos.

Esta iniciativa generó información acerca de empresas que realizan I+D en las diferentes áreas de aplicación, incorporando la descripción de la organización, N° de empleados detallando aquellos con formación universitaria y de postgrado, además de los datos de contacto y legales de la empresa. Por otro lado, identificó los Centros de investigación dependientes de Universidades o entidades estatales.

Inversión en I+D

Existe abundante información acerca de la Inversión en I+D en Chile, por ejemplo, CONICYT posee una serie de estudios que condensan la información existente, generando estadísticas fidedignas⁸. A la fecha, se encuentran a disposición del público estudios relativos al Gasto Nacional de I+D actualizado al año 2004, y clasificado según sector principal, Sector de ejecución, Sector de Financiamiento, etc.

Divulgación científica

Existe abundante información acerca de las publicaciones científicas generadas en los Centros de Investigación chilenos. A modo de referencia se indican a continuación algunas bases de datos que contienen información relevante:

- SciELO Chile, biblioteca electrónica de incluye una colección seleccionada de revistas científicas chilenas. Este proyecto es de carácter regional y está siendo desarrollado en Chile por CONICYT. Contempla el desarrollo de una metodología común para la preparación, almacenamiento, diseminación y evaluación de literatura científica en formato electrónico.
- En el Directorio Nacional de Ciencia y Tecnología de Conicyt se encuentra un completo registro de las Publicaciones de Institutos de Investigación del Estado, Publicaciones de Universidades, SciELO Chile y publicaciones chilenas en el ISI

⁸ <http://www.conicyt.cl/573/propertyvalue-2378.html>

- La mayoría de los Centros de Investigación realizan anualmente un registro de las publicaciones realizadas por sus grupos de investigación. Normalmente, dicha información se encuentra disponible al público.

Existen diversos estudios que reflejan la cantidad de publicaciones realizadas por los investigadores chilenos, por ejemplo, la determinación de las publicaciones en ciencia e ingeniería por millón de personas en edad de trabajar, determinado por la OECD⁹

Propiedad Industrial:

Las bases de datos donde se encuentra disponible esta información y estudios que se han realizado corresponden a los analizados en el punto 10.1.2 del presente Anexo

Formación de capital humano especializado e inserción en la industria

Existe abundante información acerca del capital humano con que cuenta Chile para generar Innovación. El Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH) recibe información periódica en cuanto a matriculados y egresados de los diferentes programas de pregrado y postgrado de las Universidades integrantes del Consejo de Rectores. Anualmente emite un Anuario Estadístico donde se refleja el análisis realizado en base a los datos entregados¹⁰. Si bien en dichos anuarios no se especifica el capital humano específico de Biotecnología, el CRUCH posee la información actualizada que puede ser utilizada como base de un estudio específico de Biotecnología.

Por otro lado, CONICYT posee la información estadística relativa a la formación de recursos humanos y becas de postgrado, en su página web pública los resultados finales de estudios realizados al respecto y los documentos relacionados¹¹.

El grado de inserción de los profesionales altamente capacitados en Biotecnología en la Industria puede ser estimado mediante sistemas de encuestas como la mostrada en el punto 10.1.1, complementado con estadísticas obtenidas de los “Proyectos de Inserción de personal altamente calificado en la industria” dependientes de CONICYT (PBCT).

Universidades que cuentan con Oficinas de Transferencia Tecnológica

Existe un estudio de los Centros Tecnológicos que poseen Oficinas de Transferencia Tecnológica en Chile, el cual fue analizado en mayor profundidad en el Anexo N°1¹². La búsqueda de esta información fue realizada mediante encuestas a los actores involucrados.

⁹ “Economic Survey of Chile”, OECD (2005)

¹⁰ http://www.cruch.cl/anuarios_estadisticos.html

¹¹ <http://www.conicyt.cl/573/propertyvalue-2379.html>

¹² Transferencia Tecnológica desde Instituciones de Investigación Chilenas: una Evaluación de la Actual Situación

Aparte de las encuestas, otra fuente importante de esta información es aquella publicada por las Universidades y Centros Tecnológicos, los cuales, en su mayoría describen la existencia de este tipo de Oficinas en su institución y la función particular que cumplen.

Transferencia de Tecnología.

Dado que la Transferencia de Tecnología tradicional ocurre desde los Centros Tecnológicos a la Industria, se considerará que las métricas descritas para igual ítem por parte de la industria (punto 10.1.5) son válidas para la presente medición.

9. Diagnóstico de índices utilizados en Chile para medir la innovación.

La propuesta de estrategia nacional de innovación propone como meta central para Chile duplicar su ingreso per cápita en 2021, creciendo desde 12.800 dólares a 25.000 dólares, y pasar del lugar 45 (segundo quintil) al 27 (primer quintil) en el factor de innovación dentro del índice de competitividad en los principales países del mundo. En este gran desafío la estrategia de innovación se propone promover y fortalecer al innovación y sus resultados en el sector productivo, especialmente en los sectores con mayor potencial de crecimiento del país, entendiendo que esta competitividad se sustenta en las habilidades que se generen a través de un esfuerzo creciente de desarrollo del capital humano y del conocimiento aplicado a los procesos productivos¹³.

A continuación se presenta un resumen de los Indicadores de Innovación determinados por el Consejo Nacional de Innovación.

9.1. Indicadores de Innovación:

Para la definición de política pública a desarrollar en Chile se ha estructurado un conjunto de indicadores bajo una perspectiva sistémica que permiten determinar el esfuerzo necesario para alcanzar las metas principales ya enunciadas. Con este propósito, se han identificado indicadores representativos de los insumos necesarios para producir la innovación y de los resultados del proceso innovativo en el país.

Recogiendo la experiencia de la Unión Europea en el seguimiento del proceso innovador, se han definido indicadores-meta para el largo plazo relacionadas con las líneas estratégicas fijadas y estableciendo los niveles hacia los que el país debiera avanzar en el horizonte de la estrategia, considerando 2011 como punto de medición intermedio.

Se incluyen 20 indicadores considerando cinco categorías¹⁴. Tres de ellas están relacionadas con insumos del proceso y son: creación de conocimiento; conductores (*drivers*) de innovación; e innovación y emprendimiento. Las otras dos se refieren a sus resultados y son aplicaciones de la innovación y propiedad intelectual.

Las dimensiones que involucran los indicadores de insumos son las siguientes:

¹³ “Hacia una estrategia nacional de innovación” Volumen 2. Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad.

¹⁴ Categorías coinciden con las que utiliza la Unión Europea en el European Innovation Scoreboard 2006.

- Creación de conocimiento por medio de la inversión en actividades innovativas tales como las de I+D, considerada como elemento clave para una economía basada en el conocimiento.
- Conductores de innovación que miden las condiciones estructurales requeridas para desarrollar innovación, en especial referidas a necesidades referentes a los recursos humanos.
- Innovación y emprendimiento que mide los esfuerzos hacia la innovación en el nivel de la empresa.

Las dimensiones que involucran los resultados del proceso innovador son:

- Las innovaciones, de los cuatro tipos ya mencionados, logradas en las empresas
- Las exportaciones de los sectores con potencial identificados en la estrategia de innovación.
- Aplicaciones de la innovación que miden los resultados alcanzados en términos de derechos legales sobre la propiedad del conocimiento y, por lo tanto, de posibilidades de comercialización.
- Los productos del desarrollo del conocimiento, medidos por el número de publicaciones científicas.

A partir del marco de la Unión Europea en cuanto a indicadores que representan los insumos y resultados de la innovación, y considerando la estructura de la innovación y disponibilidad de información en el sistema chileno, se han considerado los siguientes indicadores:

INSUMOS	
Creación de conocimiento	1.1 Gasto público en I+D como % del PIB 1.2 Gasto de las empresas en I+D como % del PIB 1.3 Porcentaje de empresas recibiendo apoyo público para la innovación
Conducentes a innovación	2.1 Personas con título o grado de educación terciaria, en el rango de 25-34 años 2.2 Puntaje nacional en las áreas de prosa, literatura y cuantitativa del IALS 2.3 Capacitación de la fuerza laboral entre 25-64 como porcentaje de la fuerza laboral ocupada privada total. 2.4 Certificación de competencias laborales como % del total de fuerza laboral capacitada. 2.5 Investigadores por cada 1000 personas en la fuerza laboral 2.6 Número de nuevos PhD en ciencias e ingenierías por millón de habitantes
Innovación y emprendimiento	3.1 Gasto de las empresas en actividades innovativas que no sea I+D como % total de las ventas de las empresas que innovan. 3.2 Gastos de las empresas en I+D actividades de innovación

	como % del total de las ventas de las empresas que innovan
RESULTADOS	
Aplicaciones	<p>4.1 Empresas que innovan en productos/procesos, como porcentaje del total de las empresas.</p> <p>4.2 Empresas que realizan innovación organizacional, de marketing y diseño como % del total de ellas</p> <p>4.3 Empresas que realizan innovaciones de productos nuevos para el mercado (nacional e internacional) como % del total de empresas</p> <p>4.4 Ventas de productos innovados por la empresa como % del total de las ventas totales</p> <p>4.5 Exportaciones en Sectores Prioritarios de Producción (Acuicultura, Offshoring, Turismo, Porcicultura/avicultura, Fruticultura, Minería y Alimentos Procesados)</p>
Propiedad Intelectual	<p>5.1 Número de chilenos que patentan en EPO por millón de habitantes</p> <p>5.2 Número de chilenos que patentan en USPTO por millón de habitantes</p> <p>5.3 Número de chilenos que patentan en Chile (DPI) por millón de habitantes</p> <p>5.4 Número de publicaciones ISI de chilenos por millón de habitantes</p>

10. Propuesta para la construcción de un índice para la medición de la transferencia tecnológica en el sector biotecnológico de nuestro país.

Como se ha tratado anteriormente en este informe, un sistema de métricas de transferencia tecnológica para un sector como el Biotecnológico no es tarea fácil puesto que existen variables difíciles de medir y múltiples actores que coordinar. Por lo tanto a continuación partiremos definiendo la metodología y consideraciones básicas, para luego describir las métricas específicas propuestas.

10.1. Las dimensiones conceptuales del sistema de métricas propuesto

A. Nivel de arquitectura lógica:

El sistema de métricas propuesto considera como fundamentales en su **arquitectura** 3 pilares:

1. Las variables a medir:

Estos son los indicadores específicos que pretendemos definir en este informe, los que deben cumplir con el requisito de ser cuantificables a pesar de que se originen inicialmente de una variable cualitativa.

2. El proceso de medición:

En este nivel se ha de considerar la articulación de los actores y la organización de los mismos, definiendo a líderes y encargados operacionales así como los procedimientos estandarizados que han de usar.

Este proceso de medición se puede dividir en:

- 2.1. Obtención de la información
- 2.2. Selección de la información relevante
- 2.3. Interpretación de la información
- 2.4. Elaboración de conclusiones
- 2.5. Toma de decisiones

3. La Infraestructura de medición:

Estos son todos los elementos técnicos que se requieren para implementar la medición y se derivan directamente de la definición del proceso de medición. En este caso una buena parte de la infraestructura sería dada por tecnologías de la información representadas por sistemas informáticos tanto de software como hardware a los que no solo se les ingresa información de forma manual sino que además son capaces de recopilar de forma automatizada información ya disponible en sistemas actuales mediante un proceso de “parsing”.

B. Actores Involucrados:

Hemos definido 3 niveles básicos dados por los actores que participan en ellos. Estos niveles tienen métricas claramente diferenciadas que explican las distintas etapas e influencias que actúan sobre el proceso de TT.

1. Generadores de Tecnología:

Aquí encontramos a las universidades y centros de investigación que generan Biotecnología, son aquellos que se encuentran a nivel de generación de I+D.

2. Demandantes/captadores industriales de tecnología:

Típicamente aquí encontramos a las empresas en su rol de consumidoras de nuevas tecnologías. Si la empresa genera tecnología que transfiere a otras empresas entonces se debe ubicar en el nivel 1.

3. Métricas de contexto nacional:

Estas métricas reflejan datos importantes acerca de las regulaciones que afectan los procesos de transferencia tecnológica así como otros factores de contingencia económica y fortalezas o debilidades país.

C. Unidades de medida:

Un factor importante que se debe definir a priori en cualquier sistema de métricas son las unidades de medida a aplicar, ya que afectan directamente la arquitectura lógica. En este caso hemos definido 3 unidades relevantes para facilitar la comparabilidad y la robustez estadística.

1. Valor económico en UFs

La expresión monetaria de las variables es muy relevante puesto que permite medir eficacia del gasto y el retorno a la inversión del mismo. Si bien no siempre es un valor directo siempre se debería tratar de calcular basándose en los “insumos” que se destinaron. Se define el cálculo en UFs para facilitar la comparación histórica futura y evitar problemas a raíz de la fluctuación del tipo de cambio.

2. Cantidad

Es relevante contar no solo con el valor en UFs sino que además con la cantidad. Por ejemplo en el caso de los licenciamientos muchas veces no es comparable el valor económico a nivel internacional dado el desarrollo de los mercados internos, por lo que se debe usar un mix de variables para llegar a una comparación sólida.

3. Numero de “historias de éxito”.

Idealmente, si todo se documentara y todas las transferencias tecnológicas se implementaran efectivamente esta unidad de medida sería igual a la nº2. Sin embargo dado que esto no ocurre es importante registrar este valor ya que un desafío es que el número de historias de éxito se acerque tanto como sea posible a la cantidad total registrada.

D. Niveles en los que se expresa y debe buscar la información relativa a las métricas

La transferencia tecnológica se puede expresar en múltiples niveles de acuerdo a su estado de madurez o cercanía de su llegada al mercado. En este sentido hemos diferenciado los siguientes niveles:

1. Inputs/Entradas

Son variables típicamente asociadas a montos de dinero invertidos o stock físico ya disponible para realizar o potenciar la transferencia tecnológica.

2. Durante el proceso

Aquí podemos encontrar usualmente productos incompletos a partir de los cuales se genera la transferencia tecnológica final, por ejemplo número de investigaciones en marcha a partir del gasto realizado en el punto 1.

3. Outputs/Resultados intermedios

Estas son las “salidas” a partir de los procesos iniciados, destacándose aquí por ejemplo el total de patentes generadas a partir de las investigaciones del punto 2. Este es un resultado intermedio puesto el objetivo no es generar patentes sino que nuevos productos o servicios a partir de esas patentes.

4. Resultados/Outcomes:

En este punto se reflejan los objetivos finales de todo el proceso, y aquí vemos los licenciamientos efectivos de tecnologías o las ventas de patentes.

12.2. Métricas propuestas a partir de la consideración de las dimensiones definidas:

Tras examinar métricas internacionales y nacionales existentes hemos definido las siguientes métricas:

1) Generadores de Tecnología

a) Inputs:

- Gasto en realizado en investigación - \$\$\$s
 - Distinguir según fuentes de financiamiento de ese gasto (Universidades; gobierno; industria)
- Descubrimientos por año (Que llevan a patentes) ###s
- Publicaciones de trabajos (Protegibles vía copyrights) ###s
- Acuerdos para transferencia de material bibliográfico -Material *transfer* agreements (MTAs) ###s
- Acuerdos para la revelación de material en forma confidencial -Confidential Disclosure Agreements (CDA) ###s
- Solicitudes de patentes ###s
- Concesiones de patentes ###s
- Acuerdos colaborativos de investigación ###s, \$\$\$s
- Recursos disponibles de servicios internos de transferencia tecnológica (Oficina de TT)
 - Nº de años en que la oficina está abierta
 - Existencia o no de una oficina interna propia
 - Profesionales expertos en licenciamiento a tiempo completo
 - Profesionales expertos en licenciamiento part time.
 - Personas de soporte a la gestión interna de tiempo completo
 - Personas de soporte a la gestión interna part time.
 - Presupuesto operacional de la oficina de TT \$\$\$s
 - Presupuesto para patentes y trámites legales - \$\$\$s
 - Presupuesto interno de libre disposición \$\$\$s

b) Outputs

- Transacciones de licenciamiento de años anteriores (por año) ###'s
- Transacciones de licenciamiento totales firmadas - ###s
- Licencias aún activas - ###s
- Dinero por royalty recibido de licenciamiento \$\$\$
 - Licencias a empresas ya existentes - ###s

- Licencias a pequeñas empresas
 - Licencias a grandes empresas
 - Licencias a empresas chilenas.
 - Licencias a nuevos emprendimientos
- Participación que mantiene la universidad de aquellas empresas a las que se les licencia
 - Si: ####s
 - No: ####s
 - Licencias exclusivas - ####s
 - Licencias no exclusivas - ####s
 - Licencias Biotecnológicas - ####s
 - Licencias no Biotecnológicas - ####s
- Soporte de I+D aún vinculado a las licencias - ####s; \$\$\$
 - Número de estudiantes de postgrado
 - Numero de facultativos
 - Numero de graduados que fundaron empresas de base biotecnológica

c) Outcomes

- Productos / servicios basados en licencias introducidas el último año ####s
- Productos / servicios basados en licencias introducidas durante años anteriores
####s

d) Externalidades positivas:

- Vidas salvadas o cantidad de pacientes mejorados debido a la TT en biotecnología.
- Incrementos en la productividad y competitividad internos de la Universidad o centro tecnológico - #
- Otros indicadores según la biotecnología específica.

2) Demandantes/captadores industriales de tecnología:

- Incubadoras - #,
- Parques tecnológicos - #,
- Nuevos emprendimientos biotecnológicos
- Cantidad de personas y salarios destinados a asimilar TT Biotecnológicas.
- Productos derivados de TT Biotecnológica
- Grado de especialización de la fuerza de trabajo en la compañía (según escala relativa)
- Fecha de inicio de la compañía.
- Fondos de inversión disponibles en el país.
- Venture capitals del país - #, \$
- Inversionistas Ángeles - #, \$
- Capacidades de I+D presentes en la empresa.
- Profesionales de soporte disponibles para apoyar la TT (abogados, contadores, técnicos)
- Número total de gerentes con experiencia en TT
- Numero de emprendedores con experiencia en TT
- Infraestructura privada disponible para recibir e implementar TT
- Financiamiento disponible para implementar TT
- Número de personas con experiencia en propiedad industrial
- Numero de PHd y Masters trabajando en el sector privado
- Facultativos de universidades ocupando lugares en el directorio de empresas.
- Cursos disponibles para profesionales en TT
- Numero de acuerdos entre universidades y empresas para desarrollo de consultorías.
- Numero de consorcios tecnológicos en los que participan empresa y universidades.

3) Métricas de contexto nacional:

- % de gasto en I+D a nivel país
 - Sector privado
 - Universidades y centros de Investigación
 - Gobierno
- Desarrollo del capital humano nacional
 - Programas que apoyen la biotecnología - #,
 - Asociaciones profesionales - #
 - Directivos que apoyen actividades de Biotecnología.
- Nº de Asociaciones de TT y su actividad tales como LES y AUTM
- Legislación que indirectamente apoya a la TT o Innovación - #
- Legislación de apoyo a la transferencia tecnológica - #
- Legislación de apoyo a la innovación - #

12.3. Propuesta conceptual para la construcción de índices y otros instrumentos gráficos de mapeo de las métricas

Índice de TT:

Un set de métricas para TT en Biotecnología no tiene mayor impacto si no es posible usar un conjunto de métricas relacionadas para predecir variables más complejas y que van más allá de la suma de las partes. Como se explica entre los puntos 3 al 5, las métricas deben ser útiles para el tomador de decisiones y deben tener poder predictivo así como explicar la compleja realidad. Para esto proponemos la creación de un Índice que conjugue variables potenciales e indirectas de Transferencia Tecnológica con variables de transferencia tecnológica real realizada. El índice propuesto por lo tanto tendría la siguiente forma:

(Suma ponderada de indicadores de TT potencial) + (Suma ponderada de indicadores indirectos de TT) + (Suma ponderada de indicadores directos de TT)

Este índice se calcularía en 2 versiones, la cuantificada a nivel de dinero y la cuantificada a nivel de unidades de cantidad, lo que permitiría hacer un gráfico histórico en el tiempo de la evolución de la combinación de factores, así como también sería muy útil para calcular un tercer indicador relacionada a la eficiencia de gasto, el que nace producto de la división del índice calculado en unidades por el índice calculado en dinero. El resultado de este índice permitiría deducir la productividad de los esfuerzos invertidos y por lo tanto centrarse en la eficiencia.

Una de las características del índice es que dado que mide factores potenciales e indirectos permite generar correlaciones con otros países que establezcan cual es la relación numérica entre los factores promotores de TT y la TT final, facilitando de esta forma la generación de una medida de eficiencia y de potencial real versus alcanzado, basado en el desempeño del resto de los países con métricas comparables.

Mapeo de las métricas:

Una forma eficiente e intuitiva para el tomador de decisiones de tener acceso a las métricas es a través del mapeo multivariado de las mismas. Este mapeo puede darse con distintas combinaciones de las variables siendo una de ellas la siguiente:

En el eje Y se podría ubicar la el valor de mercado potencial o real de la tecnología, en el eje X la “diversidad” de la tecnología, vale decir lo transversalidad o no de sus aplicaciones. El tamaño del globo indicaría la cantidad de actores o tecnologías mientras que su color el estado de madurez de los procesos de TT en esa tecnología o subsector particular.

Esta sería una adaptación del modelo presentado por McKinsey & Company para el mapeo de los clusters de innovación alrededor del mundo, en el cual en lugar de pensar en términos de innovación genérica se incorpora la variable de transferencia tecnológica, a la vez que se reemplaza el concepto de clusters basados en grupos de países o geografías, reemplazándolo por grupos de aplicaciones Biotecnológicas.

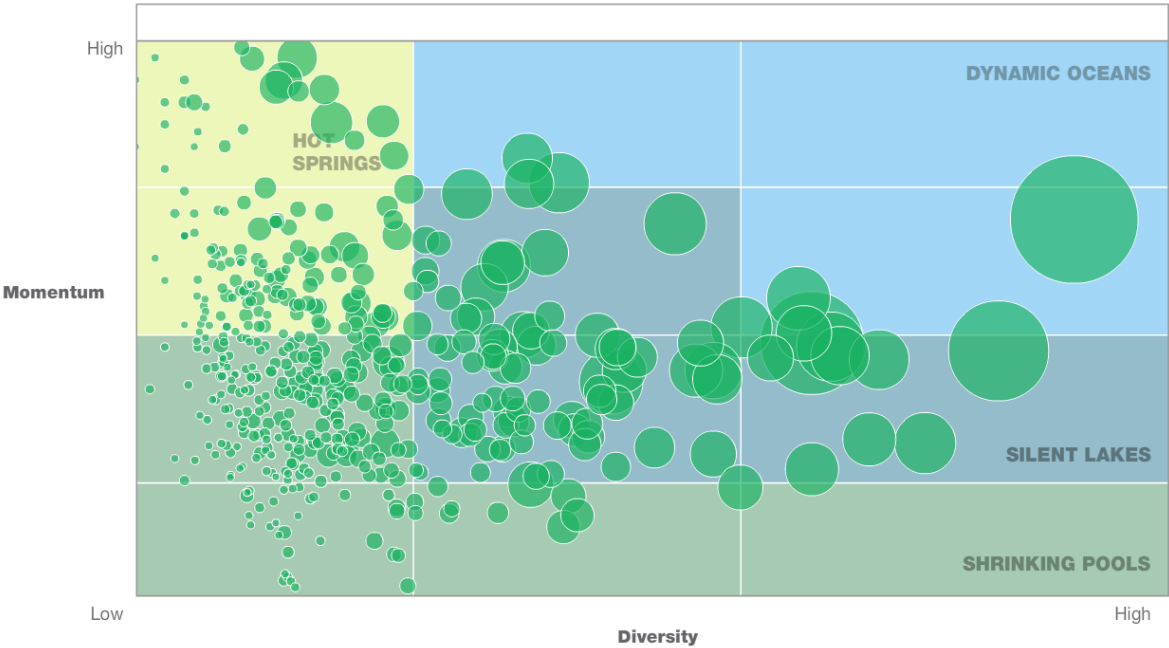


Ilustración 5: Mapa de clusters de innovación de McKinsey & Company

13. Desafíos a seguir trabajando con miras al informe final

Habiendo definido un detallado marco conceptual, las consideraciones fundamentales, un diagnóstico acerca de lo existente y delineado las métricas así como un formato de índice e instrumentos de mapeo, los desafíos pendientes en miras a la entrega final del proyecto son:

- Definir detalladamente cada métrica así como la forma de levantamiento de los datos requeridos por ella.
- Definir la estructura matemática del algoritmo que se utilizará como índice y variaciones del mismo para aplicaciones específicas.
- Identificar cada métrica con la institución que la podría o debería proveer.
- Sugerir formas concretas de implementación de este sistema de métricas tomando en cuenta las consideraciones mencionadas en este informe

14. Conclusiones

Generar un sistema nacional de métricas para la transferencia tecnológica en el sector biotecnológico, es un gran desafío que requiere un análisis extenso antes de cualquier definición final, ya que una inadecuada definición puede generar deficiencias de información que se acarrean por años en el país.

Al construir este informe nos dimos cuenta que los elementos necesarios para construir este sistema para el sector biotecnológico son en su gran mayoría equivalentes para el resto de los sectores. Sin embargo creemos que el gran valor de enfocar el sistema de métricas a un sector concreto y acotado es que facilita la puesta en marcha del sistema, la que sería demasiado compleja si se intentara cubrir de una vez todos los sectores científico-tecnológicos y podría llevar a un fracaso de una política pública de estas características.

En un sistema de métricas de estas características además se requerirá de una importante voluntad política y de consistencia durante años para el levantamiento de las métricas y la institucionalidad necesaria y existe coincidencia en que para que el proceso se desarrolle de manera fluida será necesario no solo incentivos basados en la obligatoriedad, sino que también la generación de estos indicadores para incentivar la sana competitividad entre universidades y entre empresas. Facilitando el que los indicadores levantados sean considerados en forma favorable para distintos tipos de incentivos y programas gubernamentales.

Finalmente y con la base conceptual que ya contamos, creemos que de aquí en adelante los aportes y retroalimentación de actores de universidades, empresas y gobierno será crucial para la definición fina de los desafíos establecidos en el punto 13, por lo que esperamos una rica interacción con esos sectores en aras de la culminación de este proyecto.

15. Referencias Bibliográficas

- 3^{era} edición del “Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data”, OECD/European Communities 2005.
- Lam, Alice, 2004. "Organizational Innovation," MPRA Paper 11539, University Library of Munich, Germany.
- Eric Garduño, Rethinking TT Metrics for Developing Countries, InnovationMatters April 1, 2004 - Vol. 2, Issue 7
- “Measuring Innovation, Policy Briefing”, Nesta, MI/25 m July 2008
- Egils Milbergs, “Innovation Metrics: Measurement to Insight”, National Innovation Initiative 21st Century Innovation Working Group.
- Freemana, Soeteb, “Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past”, Research Policy 38 (2009) 583–589
- “Hacia una estrategia nacional de innovación” Volumen 2. Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad.
- Transferencia Tecnológica desde Instituciones de Investigación Chilenas: una Evaluación de la Actual Situación
- “Economic Survey of Chile”, OECD (2005)
- “Innovación tecnológica en la Industria Chilena: análisis de una encuesta”. Programa de Innovación Tecnológica-Ministerio de Economía. Julio 1997.
- Cuarta encuesta de Innovación Tecnológica (2005), Consejo de Innovación