

Patricio Meller & Joaquín Gana

# EL COBRE CHILENO COMO PLATAFORMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



## EL COBRE CHILENO COMO PLATAFORMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Primera edición: junio de 2015

© 2015, Patricio Meller & Joaquín Gana

© 2015, Cieplan

Dag Hammarskjöld N°3269, piso 3, Vitacura

Santiago - Chile

Fono: (56 2) 2796 5660

Web: [www.cieplan.org](http://www.cieplan.org)

Edición: Cecilia Barría

Coordinación General: Jorge Olave

Diseño portada y diagramación: Triángulo / [www.triangulo.co](http://www.triangulo.co)

ISBN: N° 978-956-204-047-1

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Impreso por: [Micopia.cl](http://Micopia.cl) / Imprenta sustentable y Boutique Creativa.

Impreso en Chile / Printed in Chile



Impreso en Papel Tom & Otto, PEFC certified, libre de ácido, libre de cloro y 100% Fibra Virgen.

**Patricio Meller & Joaquín Gana**

# **EL COBRE CHILENO COMO PLATAFORMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**



## PRESENTACIÓN

Este artículo forma parte de un Proyecto de Investigación cuyo objetivo es analizar la “Innovación Tecnológica Latinoamericana en Recursos Naturales”. La competitividad configura el mecanismo de acceso al mercado mundial. Para este propósito la innovación tecnológica desempeña un rol fundamental para que dicha inserción sea competitiva.

Es sabido que América Latina tiene ventajas comparativas en recursos naturales (RRNN). ¿Cómo los RRNN afectan o influyen en el proceso de inserción en la economía mundial?; además, ¿cómo puede ir América Latina más allá de los RRNN? Aún más, ¿pueden los RRNN constituir una base para la generación de innovación tecnológica?

El propósito de este Proyecto de Investigación es examinar la evidencia empírica existente en cinco países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay) y evaluar el rol de los RRNN para la generación de innovación tecnológica. El foco estará en las “políticas tecnológicas” y en la “institucionalidad para la innovación”. Versiones preliminares de los artículos fueron presentadas y debatidas en dos Workshops Internacionales, realizados en Santiago (18 de marzo de 2015) y en Montevideo (20 de marzo de 2015).

Ver al final de este documento el set completo de los artículos y el perfil de todos los investigadores.

Las ideas y planteamientos contenidos en este artículo (y en todos los artículos de este Proyecto) son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial del CAF, banco de desarrollo para América Latina ni de la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).

Patricio Meller  
Director del Proyecto

## RESEÑA DE LOS AUTORES

### PATRICIO MELLER

*Ingeniero civil de la Universidad de Chile y Magíster en Ciencias y Doctor en Economía de la Universidad de California, Berkeley. Profesor titular de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile e investigador de la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN). Ha sido presidente del Consejo Asesor Presidencial sobre Trabajo y Equidad (2007–2008) y director de CODELCO (2000–2006). Se ha desempeñado como profesor visitante de la Universidad de Notre Dame y Universidad de Boston. Es autor de numerosas publicaciones y una serie de libros sobre economía chilena, minería y comercio internacional, entre otros. Actualmente es el presidente de la Fundación Chile y director de proyectos de CIEPLAN.*

### JOAQUÍN GANA

*Licenciado en Economía de la Universidad de Chile. Ha sido docente en el programa de Bachillerato de la Universidad de Chile. Actualmente se desempeña como Asistente de Investigación en la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).*

## EL COBRE CHILENO COMO PLATAFORMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA\*

Autores: Patricio Meller y Joaquín Gana

### *Resumen*

El cobre ha desempeñado un rol clave en el crecimiento y desarrollo chileno a través del triple impacto macroeconómico en la Balanza de Pagos, los ingresos fiscales y el ritmo de crecimiento. Previamente ello era suficiente, pero ahora no basta: se requiere del cobre un rol adicional vinculado a la innovación tecnológica. Este trabajo presenta la minería cuprífera como una plataforma de innovación basada en tres pilares: (A) Transferencia y Diseminación Tecnológica, (B) Generación de Innovación Tecnológica y (C) Inserción en Cadenas Globales de Valor. El primer pilar desmitifica a la minería como una industria de escasa intensidad tecnológica y critica la escasa transferencia y diseminación de la tecnología moderna existente en la Gran Minería hacia el resto de los sectores del país. El segundo pilar presenta el Programa de Proveedores de Clase Mundial como un mecanismo para generar innovación en la minería y analiza comparativamente el desarrollo del sector de proveedores intensivos en conocimiento de Australia. El tercer pilar cuestiona la escasa inserción de Chile en las Cadenas Globales de Valor de los insumos y servicios asociados a la minería del cobre y explora las posibilidades de una política de contenido local, bien definida y vinculada a políticas de innovación, como un espacio de aprendizaje para la construcción de capacidades tecnológicas domésticas.

---

\* Los autores agradecen los comentarios e intervenciones de los participantes en los workshops de Innovación Tecnológica Latinoamericana en Recursos Naturales, organizados por CIE-PLAN y CAF, que se llevaron a cabo en Santiago el 18 de marzo y en Montevideo el 20 de marzo de 2015. Agradecimientos especiales a Jorge Bande, Walter Canatta, Alejandro Foxley, Gustavo Lagos, Akseli Koskela y Osvaldo Urzúa. Como es habitual, los autores son los únicos responsables por el contenido de este artículo.





## CONTENIDO

<b>1. MOTIVACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2. BREVE PERSPECTIVA DEL ROL DEL COBRE CHILENO</b> .....	<b>12</b>
<b>3. EL COBRE Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA</b> .....	<b>15</b>
3.1. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y DISEMINACIÓN .....	15
3.1.1. INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA .	15
3.1.2. INSTITUCIONES INTERMEDIAS PARA LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA .....	19
3.1.3. NIVEL TECNOLÓGICO DE LA MINERÍA - TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN. .	20
3.2. GENERACIÓN DE CAPACIDAD INNOVADORA .....	22
3.2.1. LA LÓGICA DEL CLÚSTER MINERO .....	23
3.2.2. EL MODELO AUSTRALIANO - SIMILITUDES Y ADAPTACIÓN. ....	25
3.2.3. PROGRAMA DE PROVEEDORES DE CLASE MUNDIAL .....	30
3.3. CADENAS GLOBALES DE VALOR (CGV) Y CONTENIDO LOCAL (CL) .....	34
3.3.1. LÓGICA DE LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR. ....	34
3.3.2. CONTENIDO LOCAL .....	38
<b>4. MARCO CONCEPTUAL PARA LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN.</b> .....	<b>43</b>
4.1. INTRODUCCIÓN Y ENFOQUES .....	43
4.1.1. ENFOQUE ORTODOXO .....	43
4.1.2. ENFOQUE HETERODOXO .....	44
4.2. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN .....	45
<b>5. OBSERVACIONES FINALES.</b> .....	<b>48</b>
<b>6. REFERENCIAS</b> .....	<b>50</b>
<b>7. ANEXO</b> .....	<b>55</b>
<b>8. COMENTARIOS AL ARTÍCULO</b> .....	<b>56</b>
8.1. JORGE BANDE - CENTRO DE ESTUDIOS DEL COBRE Y LA MINERÍA (CESCO), CHILE .....	56
8.2. AKSELI KOSKELA - MINISTERIO DE EMPLEO Y ECONOMÍA, FINLANDIA. ....	59
8.3. OSVALDO URZÚA - BHP-BILLITON, CHILE. ....	60

8.4. CARLOS SANGUINETTI - BIOTECNÓLOGO EN MINERÍA, URUGUAY.....	63
8.5. WALTER CANNATA - DIRECTOR GENERAL MSS CANTERAS RIACHUELO, URUGUAY.....	63
8.6. PREGUNTAS Y COMENTARIOS DEL PÚBLICO .....	66
8.7. RESPUESTA DE PATRICIO MELLER (COAUTOR).....	68
<b>OTROS ARTÍCULOS VINCULADOS AL PROYECTO “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA EN RECURSOS NATURALES” .....</b>	<b>70</b>
<b>RESEÑA DE OTROS INVESTIGADORES ASOCIADOS AL PROYECTO .....</b>	<b>73</b>

## 1. MOTIVACIÓN

La interrogante que ha estado presente en la historia chilena durante los últimos 100 años es: ¿Cómo puede Chile llegar a ser un país desarrollado? Una respuesta plausible sugeriría privilegiar las ventajas comparativas del país. Luego, el tópico de fondo sería realmente ¿puede el cobre transformar a Chile en un país desarrollado?

El cobre ha desempeñado un rol clave en el crecimiento y desarrollo chileno a través del triple impacto macroeconómico en la Balanza de Pagos, los ingresos fiscales y el ritmo de crecimiento. Hasta hace poco eso era suficiente; pero ahora esto no basta. Actualmente se requiere del cobre un rol adicional vinculado a la innovación tecnológica. ¿Puede el cobre contribuir a la generación de innovación tecnológica y diversificación productiva? De ser así, ¿cómo?

Las premisas básicas de este artículo están asociadas a la necesidad de inserción productiva en el mundo global. Adicionalmente, en el siglo XXI el crecimiento sustentable futuro depende en forma crucial de la innovación y la tecnología moderna<sup>1</sup>.

Chile y América Latina adolecen de un déficit de innovación tecnológica (Meller y Gana, 2014). En este escenario, la minería cuprífera puede constituir una plataforma para la generación de innovación y desarrollo tecnológico.

Este artículo proporciona la fundamentación del marco conceptual y de los componentes para la implementación de esta plataforma minera generadora de innovación tecnológica con los siguientes objetivos: 1) Generar capacidades domésticas de innovación; 2) potenciar y viabilizar el aporte futuro de la minería al país y 3) ayudar a la diversificación de exportaciones.

---

<sup>1</sup> Estos son los factores fundamentales para el crecimiento económico.

## 2. BREVE PERSPECTIVA DEL ROL DEL COBRE CHILENO<sup>2</sup>

Para el Presidente Eduardo Frei M. (1964-1970), el cobre constituía la “viga maestra del desarrollo chileno”; por su parte, el Presidente Salvador Allende (1970-1973) consideraba al cobre “el sueldo de Chile”.

Tradicionalmente, la importancia macroeconómica del cobre se vincula a dos efectos (Meller, 2013c): 1) El cobre es el principal mecanismo generador de divisas, representando alrededor del 55% de las exportaciones totales en la última década, y 2) el cobre constituye la segunda fuente más importante de ingresos fiscales, constituyendo alrededor del 20% de estos para el período posterior a 2004.

En suma, la percepción de la sociedad chilena sería: el cobre es una especie de “vaca lechera” que produce dos *outputs*: dólares para la Balanza de Pagos y pesos para el Fisco. Luego, gracias al cobre los chilenos pagan menos impuestos. Además, uno de los grandes “activos” de Chile lo constituyen los equilibrios macroeconómicos. El cobre ha contribuido a sustentar y a financiar estos equilibrios.

De manera adicional, la minería cuprífera ha desempeñado un rol crucial en el ritmo de crecimiento económico en el período post-1990<sup>3</sup>. Hay dos mecanismos vinculados a la hipótesis de las “exportaciones cupríferas como motor de crecimiento” (Meller, 2013a):

1. Dadas las ventajas comparativas, el cobre constituye el principal sector de atracción de la inversión extranjera. En el período 1990-2010 la minería representó 33% de los flujos de inversión extranjera, y
2. el significativo aumento del precio del cobre (post-2004) ha generado un notorio aumento del gasto (incremento de la demanda agregada) de los diversos agentes económicos chilenos.

Finalmente, el cobre es el principal proveedor de recursos de los Fondos Soberanos de Chile, que ascienden a aproximadamente US\$20.000 millones en los últimos años.

<sup>2</sup> Para mayor profundidad, revisar Meller (2013a).

<sup>3</sup> Los numerosos estudios económicos analizando el crecimiento de Chile han ignorado el rol del cobre, ¿por qué? Ver Meller, Ponjachik y Zenteno (2013).

Una comparación intersectorial muestra que la minería cuprífera es el sector más importante de la economía chilena (Clerc, 2013):

- La minería representa el 28% del capital físico del país;
- la inversión proyectada en minería representa el 34% de los proyectos futuros de inversión para el próximo quinquenio (2015-2020);
- la productividad laboral promedio de la minería es 4, 6 y 12 veces superior a la productividad laboral promedio de los sectores financiero, industrial y comercio, respectivamente, y
- el aporte tributario de la minería equivale al aporte proporcionado conjuntamente por los siguientes sectores: industria, comercio, construcción, agricultura y transporte.

Hay aquí una “gran paradoja” (Meller, 2013b). Chile es un país que tiene ventajas comparativas en minería, donde la cuprífera es su principal sector. Los extranjeros y las personas vinculadas al cobre saben que este genera muchos beneficios, pero la sociedad chilena no lo reconoce y/o no lo sabe. Aún más, existe un prejuicio negativo con respecto a la minería. ¿Por qué?<sup>4</sup>

El cobre siempre ha sido importante en Chile, pero post-1990 ha pasado a ser doblemente más importante. Por una parte, ha aumentado en forma notoria su incidencia cuantitativa y relativa en la economía chilena. Para efecto ilustrativo, las exportaciones cupríferas chilenas eran inferiores a US\$4.000 millones en 1990; en el período reciente ha oscilado en torno a los US\$40.000 millones.

Este aumento de 10 veces se debe al doble efecto de cantidad y precio: entre 1990 y 2013, la producción cuprífera ha incrementado en 3,5 veces; algo similar sucede con el precio del cobre post-2004.

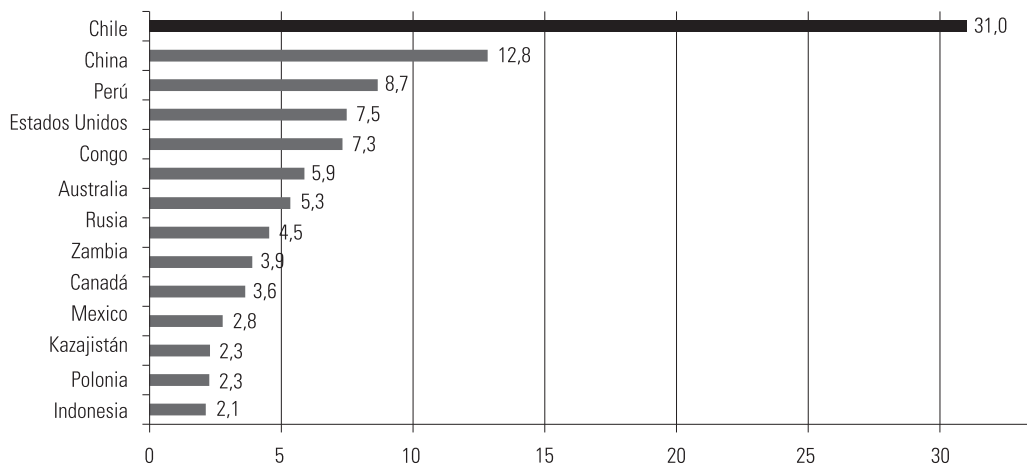
Lo que ha pasado con el cobre en los últimos 20 años es irrepetible hacia adelante; la producción cuprífera chilena no va a alcanzar los 18 millones de toneladas métricas ni el precio de la libra de cobre va a llegar a US\$10/lb.

Por otra parte, se ha incrementado significativamente la importancia cuprífera chilena a nivel mundial. En efecto, hasta 1990 la cuota de mercado de la producción cuprífera chilena era 16% (porcentaje similar o inferior durante buena parte del siglo XX); ahora en el siglo XXI la producción cuprífera chilena supera el 30% (ver Gráfico 1).

Algo similar sucede con las reservas mundiales de cobre y la cuota chilena (ver Gráfico 2). En síntesis, dada la importancia adquirida por Chile en la minería del cobre ya no se puede hacer en el siglo XXI lo que se hizo en el siglo XX.

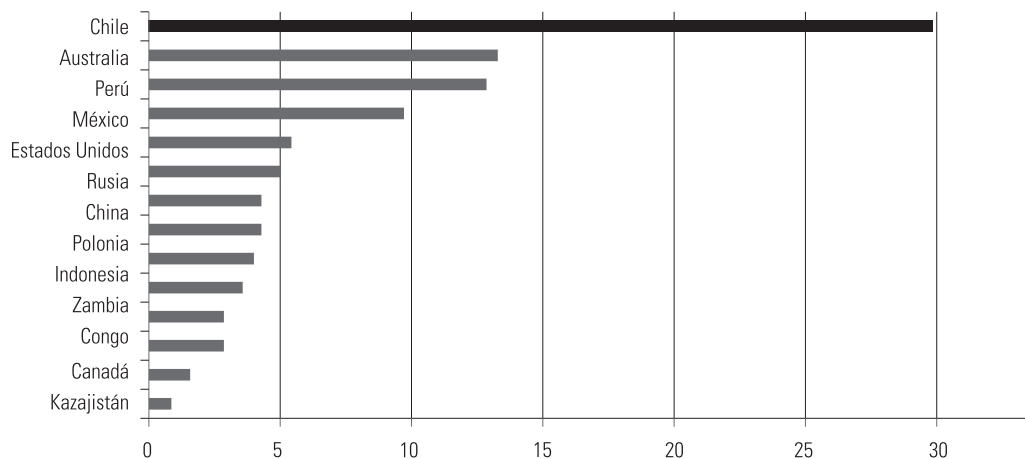
<sup>4</sup> Ver Meller (2013b).

**Gráfico 1**  
**PRODUCCIÓN DE COBRE POR PAÍSES - 2014 (% PRODUCCION MUNDIAL)**



Fuente: USGS Mineral Commodity Summaries, Enero 2015.

**Gráfico 2**  
**RESERVAS DE COBRE POR PAÍSES - 2014 (% RESERVA MUNDIAL)**



Fuente: USGS Mineral Commodity Summaries, Enero 2015.

### 3. EL COBRE Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Cuando un país representa el 30% de la producción mundial de un *commodity* y, además, posee un porcentaje similar de las reservas mundiales, cabe preguntarse ¿por qué Chile no es el centro cuprífero mundial de la I+D (Investigación y Desarrollo) e innovación tecnológica asociada al cobre?

Ya avanzado el siglo XX, Ricardo Ffrench-Davis señalaba que si se quería aprender sobre el cobre chileno, había que revisar lo que tenían las bibliotecas extranjeras<sup>5</sup>; el material existente en Chile era intrascendente y casi nulo.

Sería injusto decir que algo similar sucede hoy en Chile con respecto a I+D e innovación vinculada al cobre. Sin embargo, estamos todavía lejos de generar en el país el 30% de la I+D e innovación cuprífera mundial (equivalente a la participación chilena en producción y reservas cupríferas).

En esta sección examinaremos varios elementos orientados a potenciar la minería del cobre como base para la generación de innovación tecnológica. A nuestro juicio, una estrategia tecnológica basada en el cobre debiera tener los siguientes componentes: A) Transferencia tecnológica y disseminación; B) Generación de capacidad innovadora y C) Cadenas Globales de Valor y Contenido Local.

#### 3.1. *Transferencia tecnológica y disseminación*

##### 3.1.1. *Inversión Extranjera Directa y Transferencia Tecnológica*

Los dos principales mecanismos asociados a promover la Transferencia Tecnológica (TT) son la Inversión Extranjera Directa (IED)<sup>6</sup> y el comercio internacional

<sup>5</sup> Ffrench-Davis (1974).

<sup>6</sup> Se utilizará como sinónimos la IED y las Empresas Multinacionales (EMN).

(importaciones de bienes, maquinaria, bienes de capital y servicios). En esta sección nos focalizaremos en la IED (o EMN)<sup>7</sup>.

Los organismos multinacionales (FMI, Banco Mundial, OMC) han planteado que para estimular el desarrollo es fundamental que los países emergentes (PE) utilicen la tecnología moderna (TM); luego, la IED desempeña el rol de introducir la TM en los PE; i.e., transferencia tecnológica.

En efecto, durante la década de 1990 gran cantidad de PE competían entre sí para atraer IED. No solo se establecía un entorno de políticas bastante liberal, sino que adicionalmente se proporcionaban importantes subsidios públicos (Gorg y Greenaway, 2003)<sup>8</sup>. Además, las Empresas Multinacionales (EMN) son los principales generadores de la TM; por ende, parece lógico que la estrategia de los países emergentes debiera estar orientada a atraer a las EMN (UNCTAD, 2005).

Sin embargo, que exista transferencia tecnológica no implica que se genere diseminación de la TM al resto de las firmas y de la economía. Hay diversas vías para generar la difusión de la TM.

Un enfoque privilegia (Ciruelos y Wang, 2005):

- Encadenamientos hacia atrás con los proveedores de las EMN
- Encadenamientos hacia adelante con los consumidores
- Vinculación horizontal de la EMN con socios locales vía *joint ventures*, licencias y/o asociación estratégica.

Otro enfoque enfatiza (Hoeckman, Maskus y Saggi, 2004):

- El efecto demostración de las EMN o simplemente la imitación por las empresas locales;
- Personal de las EMN que es atraído (“levantado”) por las empresas locales o que se va a formar su propia empresa
- Encadenamientos hacia atrás con los proveedores (por ejemplo, maquilas).

La literatura económica ha estado concentrada en medir los efectos de la IED, particularmente la magnitud de la difusión de la tecnología moderna en el

<sup>7</sup> Esta subsección se basa en Meller y Gana (2014); ver en este artículo el análisis de las importaciones como mecanismo de TT.

<sup>8</sup> Estos subsidios públicos fluctuaban entre US\$30.000 y US\$150.000 por empleo generado por la IED (Gorg y Greenaway, 2003).



país anfitrión. Una vez que se introduce la TM en el PE, ¿cuáles son los mecanismos que inducen la disseminación de la tecnología?

La gran cantidad de estudios empíricos no proporciona resultados concluyentes; los *spillovers* de las EMN son muy reducidos o nulos (ver referencias en Saggi, 2002). Incluso hay varios estudios que plantean dudas respecto a que la IED tenga efectos positivos sobre la difusión y disseminación de la TM<sup>9</sup>.

Según Saggi (2002), ¿por qué estaría interesada una EMN en el proceso de difusión de la tecnología moderna en un país anfitrión?, ¿qué función objetivo estaría maximizando? El comportamiento racional de un ejecutivo de una EMN estaría más bien orientado a evitar la imitación (o “copia”) por parte de las empresas locales. La ventaja de la EMN está sustentada en la TM, gestión y *know-how*; ¿qué incentivos tendría una EMN para erosionar esta ventaja competitiva? En realidad, esta es la conducta de todo empresario, ya sea de una EMN o de una empresa local.

La IED desempeña el rol de introducir la TM en un país emergente. Pero ¿quién debiera tener la responsabilidad de la difusión de la tecnología moderna? ¿Por qué en el caso de las empresas locales que importan TM no se les cuestiona su nulo rol en la difusión tecnológica? En realidad, el país anfitrión y las empresas locales son los responsables por la asimilación, adaptación y difusión de la TM. Para que esto suceda, se requiere que haya capacidad local de absorción tecnológica, la cual se asocia a la existencia de un mínimo nivel de capital humano en el país anfitrión (UNCTAD, 2005).

No obstante lo anterior, podría distinguirse dos tipos de países emergentes según su actitud ante la IED. Por una parte, PE totalmente pasivos cuyo objetivo ante las EMN radica exclusivamente en conformarse con su presencia productiva en el país; no sería responsabilidad de las EMN preocuparse del proceso de difusión de la TM.

Por otra parte, están los PE más proactivos que “inducen” a la IED a asumir un rol dinámico en el proceso de transferencia tecnológica y de difusión de la TM. Para este efecto incentivan la constitución de *joint ventures*, otorgamiento de licencias y/o uso de insumos locales en el proceso de producción de la EMN. Saggi (2002) sugiere que una política “pura” (no ponerle restricciones) para la IED no es factible en el mundo real.

Comparando el comportamiento de los países latinoamericanos y asiáticos ante la IED, podríamos observar en general lo siguiente (Meller y Gana, 2014): El país latinoamericano tendría una conducta pasiva con las EMN, donde el

<sup>9</sup> Gorg y Greenaway (2003) revisan varios estudios econométricos y concluyen que “no hay ningún efecto (estadístico) de las EMN sobre la productividad de las empresas locales”.

objetivo central radica en maximizar los impuestos pagados por las EMN. En cambio, el país asiático está más interesado en aprender el *know-how* tecnológico de las EMN, e implementaría políticas proactivas para este efecto.

En consecuencia, para el país asiático, el ingreso de IED es parte de su política tecnológica, i.e., cómo aprender a elaborar la tecnología moderna; en cambio, para los países latinoamericanos la atracción de IED constituiría un componente de la política tributaria.

La existencia local de capacidad tecnológica y *know-how* empresarial es fundamental para generar la adopción y adaptación eficiente de la TM; además, esto permite desarrollar las habilidades y destrezas para poder efectuar innovaciones tecnológicas.

Durante el siglo XX el gasto en I+D de las EMN constituía una actividad que prácticamente no era externalizada fuera de la casa matriz, debido a: 1) su importancia estratégica y 2) requerimientos de niveles avanzados de conocimientos, especialmente tácitos.

Sin embargo, eventualmente las EMN comenzaron a realizar I+D fuera de sus países de origen; el destino primordial de estas inversiones eran otros países desarrollados. Había gasto en I+D de las EMN en los PE, pero este estaba orientado a adaptar productos y procesos al mercado local.

En el siglo XXI, el grado de I+D realizado por las EMN fuera de la matriz ha ido en aumento. Se ha observado un cambio importante: los países receptores ya no solo son países desarrollados, sino que también países emergentes, especialmente asiáticos.

Antes, la dinámica innovadora consistía en que las EMN generaban las ideas nuevas en casa y las exportaban a los PE, hoy la I+D se ha vuelto “policéntrica”. Por una parte, las EMN están creando centros de I+D alrededor del mundo, tanto en países desarrollados como países emergentes<sup>10</sup>; por otra parte, han surgido EMN en los países emergentes que tienen sus propios centros de I+D<sup>11</sup> (The Economist, 2010).

<sup>10</sup> El laboratorio de Microsoft en Beijing ha desarrollado softwares muy sofisticados que permiten a los computadores reconocer letra manuscrita.

<sup>11</sup> La gran empresa china de telecomunicaciones Huawei ya es una de las compañías que ocupa uno de los primeros lugares en el patentamiento mundial.

### 3.1.2. Instituciones intermedias para la Transferencia Tecnológica

Brasil está entre los tres principales exportadores de jugo de naranja, soja y carne de cerdo; Chile está entre los dos principales exportadores de salmón y variedades especiales de fruta fresca. En ambos países instituciones intermedias focalizadas en la adaptación y transferencia tecnológica han desempeñado un rol crucial: estas son Embrapa (EM) y Fundación Chile (FCh) (Andreoni y Chang, 2014)<sup>12</sup>.

Existen distintos agentes vinculados al proceso de transferencia tecnológica e innovación, que poseen dificultades para interactuar entre sí: universidades y empresas, emprendedores y Estado, grandes empresas y proveedores pyme, etc. Por ello, los países desarrollados han creado instituciones intermedias para que actúen como conectores entre las distintas partes. En América Latina, EM y FCh desempeñan este rol conector para la generación de transferencia tecnológica e innovación. Pero, además, ambas instituciones cumplen el rol de generar ventajas comparativas dinámicas.

Para esto, EM y FCh han desempeñado las siguientes funciones (Andreoni y Chang, 2014):

- Rol en la transferencia tecnológica a través de la identificación, adaptación y desarrollo de técnicas productivas a las condiciones geográficas (naturales) locales. Esta etapa incluye diversos y complejos procesos de experimentación (laboratorios, etc.).
- Rol de difusión, diseminación y transferencia de las tecnologías y técnicas productivas resultantes al resto de las empresas privadas del país.

El hecho de que Embrapa y Fundación Chile sean instituciones sin fines de lucro y de que el sector público sea parte de la propiedad resuelve el problema de los incentivos relacionados con no externalizar el *know-how* tecnológico adquirido. Por el contrario, EM y FCh consideran parte fundamental de su quehacer contribuir a transferir y diseminar la tecnología moderna y la innovación; para esto es esencial el involucramiento de las empresas privadas nacionales.

---

<sup>12</sup> Ver, además, Bell y Juma (2007), Agosin y Bravo-Ortega (2009) y Alves (2010).

### 3.1.3. Nivel tecnológico de la minería - Transferencia y difusión

Desde la época de Adam Smith (siglo XVIII) prevalece la noción de que los recursos naturales (RRNN) generan poco progreso técnico. En el caso de Adam Smith, esto se justifica porque está deslumbrado con los primeros inventos de la Revolución Industrial y los compara con el prolongado estancamiento de la agricultura.

Esto influye en los modelos teóricos recientes desarrollados en la literatura económica. Hay varios modelos de crecimiento y comercio con dos sectores, un sector industrial y un sector productor de RRNN, que muestran que un país que se especializa en la producción de RRNN en el presente, queda anclado a la producción de RRNN en el futuro y a tener menores tasas de crecimiento (Krugman, 1987; Grossman y Helpman, 1991).

Sin embargo, un supuesto crucial de estos modelos plantea *a priori* que toda la innovación tecnológica se realiza en el sector industrial. En consecuencia, esto es lo que genera las conclusiones señaladas. No es obvia la validez empírica de este supuesto, pues el sector productor de RRNN es un importante usuario de tecnologías modernas y puede constituir la base para procesos de innovación técnica.

En Chile y otros países mineros, durante buena parte del siglo XX prevalecía la noción de que la minería correspondía a una industria estancada; es decir, una industria con bajo cambio tecnológico, escasa innovación y uso de maquinaria estandarizada con mano de obra poco calificada. Luego, si un país quiere ser desarrollado y moderno debe concentrarse en industrias modernas intensivas en conocimiento. Según esta visión, la minería no sería un sector crucial para la introducción de tecnología moderna.

La noción de la minería como un enclave similar al de una plantación de algodón en el siglo XVI; sin encadenamientos productivos ni mejoras tecnológicas. Esta idea sería válida en Chile para el siglo XIX, pero en la segunda mitad del siglo XX esa noción de enclave fue cambiando progresivamente. Las tecnologías de información han tenido efectos sustantivos sobre la cadena de producción minera al permitir usar un gran volumen de datos para predecir, diseñar, planificar y controlar las operaciones<sup>13</sup>.

La minería del cobre es el sector más avanzado tecnológicamente del país, porque utiliza automatización, control remoto, robotización, GPS satelital, exploración tridimensional, entre otros. La minería chilena tiene una gran escala de producción, lo que significa que la mayoría de los grandes camiones y equipos están en Chile. Es un sector que está en la frontera tecnológica de la producción cuprífera mundial.

<sup>13</sup> Ver Minalliance (2012) para 100 ejemplos de innovación en minería en Canadá.

Un ejemplo del nivel de sofisticación y avance tecnológico que puede llegar a tener la minería es el mapa ASTER<sup>14</sup>. Mediante imágenes satelitales se recolectan datos detallados de la temperatura de la superficie, reflejos, emisiones y elevación, lo cual permite crear mapas geográficos de la composición mineral del suelo.

¿Concuerda una iniciativa tecnológica de I+D internacional con la noción de exploración minera de un pirquinero que recorre los cerros en una camioneta de sol a sol buscando vetas nuevas? Ciertamente no.

Ahora bien, ¿por qué no se traspasan a otros sectores de la economía los avances tecnológicos del cobre? ¿Cómo se puede lograr un proceso de diseminación del conocimiento productivo? La clave –a nuestro juicio– está en el vínculo entre profesionales que trabajan en el sector minero y el resto de la fuerza laboral por la vía de la capacitación y de la formación de capital humano.

Un modelo relevante para este objetivo podría ser el Cisco Networking Academy (CNA), creado en 1997 por Cisco Systems, líder en tecnologías de la información a nivel mundial<sup>15</sup>. El CNA consiste es un programa presencial y *online* que enseña a los estudiantes habilidades relevantes de redes de datos entregándoles una certificación estándar de la industria. Funciona a partir de una alianza entre Cisco y una institución educativa de enseñanza superior o media-superior. Al 2015, el CNA tiene presencia en todo Estados Unidos y más de 150 países, formando a más de un millón de estudiantes.

Un CNA minero –Chile Mining Academy– tendría características similares al original, pero con enfoque en la tecnología moderna utilizada en la minería. Las habilidades enseñadas podrían emplearse en otros sectores productivos, además del sector minero. El programa proporcionaría contenido web, pruebas en línea, seguimiento de los estudiantes, soporte y entrenamiento constante de los instructores. El rol de Cisco como organismo debiese ser asumido por una institución intermedia público-privada sin fines de lucro, con amplia experiencia y reputación.

La alianza con las mineras (EMN y chilenas) es fundamental, al permitir a los estudiantes acceder al conocimiento productivo. Los profesionales de las mineras harían clases en sus especialidades (robótica, explosivos, automatización, control remoto, comprensión del funcionamiento de equipos sofisticados, etc.),

<sup>14</sup> Ver CSIRO (2012) para detalles de la implementación en Chile. Su desarrollo fue liderado y coordinado por CSIRO, la agencia nacional de I+D australiana, y también contó con el trabajo de científicos e instituciones de Japón y Estados Unidos.

<sup>15</sup> El programa nació como una solución a la necesidad de las escuelas públicas estadounidenses de administrar las nuevas redes. No disponían de recursos financieros ni humanos para hacerse cargo, por lo que Cisco lanzó este programa en siete estados, con 64 academias donde los participantes diseñaban, mantenían y asistían técnicamente las redes de las escuelas.

mediante un currículo consensuado que posibilitaría a los estudiantes acceder a una certificación en sus áreas de especialización.

En Chile hay interés por parte del sector minero de disponer de profesionales con el conocimiento tecnológico de frontera, y un programa de estas características permite generar aquello<sup>16</sup>.

El objetivo fundamental es que los profesionales utilicen estos conocimientos tecnológicos en otros sectores productivos. La educación y capacitación son elementos fundamentales para diseminar el conocimiento productivo, por lo que el test del éxito estaría asociado a la implementación en otros sectores de la tecnología moderna empleada en la minería.

Finalmente, es importante destacar que el proceso de transferencia tecnológica no es automático y que no basta con aumentar el gasto en esta área. Es especialmente relevante la forma en la cual se implementa.

En Estados Unidos se mandató a las universidades a través de la Bayh-Dole Act (1980) a realizar actividades de transferencia tecnológica; estas solo dedicaron el 0,6% de su presupuesto a transferir tecnología de sus programas de investigación, y 20% de las instituciones tuvieron que financiar 50% o más de sus costos operacionales, lo que derivó en incentivos a maximizar ingresos, más que diseminar *know-how* (Abrams *et al.*, 2009).

Fernández (2010) revisa el caso de Chile y constata que el sistema de transferencia tecnológica universitario tiene también serias falencias, varias de las cuales provienen de un inadecuado esquema de incentivos: una propuesta de la Oficina Central de Transferencia Tecnológica con capacidad para 20-30 proyectos anuales costaría del orden de US\$650.000 anuales.

Lo anterior resalta la dificultad de desarrollar instituciones para este fin, en especial si es que se realiza únicamente desde las universidades. La vinculación con el sector productivo y la mirada de largo plazo son fundamentales para el desarrollo de un CNA que permita transferir y diseminar el conocimiento productivo de la minería del cobre.

### 3.2. Generación de capacidad innovadora

En la sección anterior presentamos evidencia de que los sectores de RRNN pueden ser intensivos en conocimiento. En particular, la industria cuprífera en Chile es el sector más avanzado tecnológicamente del país. Esta sección analiza cómo

<sup>16</sup> El interés del sector minero se ha reflejado en iniciativas como el Programa de Competencias Mineras de Fundación Chile.

utilizar la minería del cobre para desarrollar nuevas capacidades tecnológicas y ser fuente de generación de innovación tecnológica.

### 3.2.1. La lógica del clúster minero<sup>17</sup>

Promover la formación de clústers en torno a los RRNN puede constituir una adecuada y promisoría estrategia de desarrollo para Chile, pues implica aprovechar las ventajas comparativas existentes.

Dado el entorno globalizado altamente competitivo y con continuos cambios tecnológicos, se hace necesario potenciar las ventajas comparativas estáticas y dinámicas para evitar el desplazamiento por parte de países competidores.

Este potenciamiento de las ventajas comparativas dinámicas implica reducir permanentemente los costos, la expansión de la demanda y el desarrollo de nuevos usos del producto exportado. En otras palabras, no basta con tener ventajas comparativas; es necesario promover y generar dichas ventajas en forma permanente.

Los diferentes tipos de RRNN están concentrados en Chile en regiones específicas; en consecuencia, la formación de clústers en torno a los RRNN constituiría un mecanismo para lograr el desarrollo regional. El aumento de la competitividad y de la productividad estimularía la expansión de las exportaciones, que configuran un motor de crecimiento.

La producción de cobre ha sido una actividad que lleva largo plazo en Chile. De manera gradual, muchas empresas han surgido que producen *inputs* y servicios para el sector del cobre. Durante los años 50, menos del 25% de los insumos de la minería del cobre –por ejemplo, encadenamientos hacia atrás– eran suministrados por proveedores locales. Sesenta años después, hay más de 6.000 proveedores de la minería, que representan el 60% de los costos operacionales de las mineras mediante compras de bienes y servicios (Fundación Chile, 2014).

Dado el fuerte incremento reciente de la producción de cobre, debiera haber un efecto adicional sobre los proveedores chilenos de insumos intermedios y sobre los servicios profesionales chilenos.

Las grandes empresas mineras requieren insumos y servicios de alta calidad; por lo tanto, los proveedores locales están obligados a adquirir una experiencia y *know-how* que deberá ser competitivo en el mercado internacional. Por ello, estas empresas proveedoras pueden transformarse en exportadores, ayudando a diversificar la matriz productiva.

<sup>17</sup> Esta sección utiliza conceptos de Porter (1990).



En otras palabras, el gran sector de producción de cobre (y minería) existente constituye un importante mercado interno que podría ser la base para desarrollar un sector de exportaciones de los requerimientos de insumos y de servicios profesionales (ingeniería) para actividades mineras. El foco de la estrategia de esta segunda etapa de exportaciones debiera estar orientado a enfatizar los encadenamientos hacia atrás de la actividad de exportación de los RRNN.

Esta eventual base exportadora, a diferencia de lo que sucede con el procesamiento de cobre (manufacturas y refinación), no tendría el problema de escaleamiento tarifario y, además, no habría que incurrir en costosos canales de distribución y marketing en el mercado cuprífero mundial.

Sin embargo, sería condición fundamental producir eficientemente para poder desplazar a los competidores externos. Los costos de transporte constituirían inicialmente una ventaja competitiva para los productores locales; ventaja que desaparece al comenzar a exportar.

Consideramos que para la constitución de un clúster “óptimo” serían necesarias varias condiciones. A nuestro juicio, el tipo de clúster al cual se debe aspirar es uno similar al de las Free Economic Zones (FEZ) de Corea del Sur (Park, 2015)<sup>18</sup>. Una FEZ es un clúster industrial con tecnología, capital humano y físico de nivel mundial. Estas zonas poseen cuatro objetivos:

1. Generar una plataforma de negocios global;
2. desarrollarla para crecimiento industrial futuro;
3. diseñarla acorde a características específicas de la región;
4. adecuar las regulaciones al estándar global.

Esta visión coreana no solo es efectiva para países que exportan principalmente bienes de alta tecnología; además se aplica a los clústers mineros australianos de Kalgoorlie y Darwin (Satchwell, 2014). Estos clústers poseen una serie de características similares:

- Buena infraestructura de negocios (carreteras, energía, agua, etc.);
- capital humano residente calificado;
- instituciones educativas y de capacitación;
- operación económica (minera) de largo plazo.

---

<sup>18</sup> Corea del Sur es reconocido como uno de los países que ha utilizado con éxito esta herramienta (Banco Mundial, 2013).



Un clúster efectivo, similar a las visiones coreana y australiana, en torno al cobre sería un motor poderoso para el desarrollo económico nacional.

### 3.2.2. *El modelo australiano - Similitudes y adaptación*

Hay varios clústers mineros relevantes con encadenamientos hacia atrás, tales como el localizado en el norte de Ontario en Canadá (Robinson, 2006) y de Bothan en Escandinavia (Noras, 2009). Pero Australia es el modelo más importante para Chile<sup>19</sup>.

Australia y Chile tienen similitudes y desafíos interesantes: exportan principalmente *commodities* con una fuerte dependencia minera (alrededor del 60% de las X) y poseen una demografía similar en términos de población y envejecimiento de esta (ver Anexo, Cuadro A1). El PIB australiano es tres veces el chileno, pero los diferenciales en capacidades de innovación son sustancialmente mayores.

Como muestra el Cuadro 1, el gasto es al menos cinco veces mayor en I+D (% del PIB) y en el número (absoluto) de Ph.D. e investigadores. La composición del gasto también es distinta: 1) La participación del sector privado en la composición del gasto (% de I+D total) es el doble en Australia que en Chile, y 2) la distribución de este capital humano también es distinta en Australia, con una mayor presencia de investigadores en el sector privado. Lo anterior redundaría en que el gasto privado en I+D por trabajador australiano es aproximadamente 26 veces el chileno.

---

<sup>19</sup> Ver también el clúster de Ontario, que tiene más de 500 firmas proveedoras de insumos y servicios, abundancia de formación de capital humano y de investigación asociada a la minería, y tiene un foco importante en minería subterránea, área donde Chile tiene proyectos emblemáticos como Chuquicamata Subterránea.

**Cuadro 1**  
**PRINCIPALES INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2010\*)**

	Australia	Chile
Gasto en I+D (% PIB)	2,19%	0,33%
Gasto Privado en I+D (% I+D total)	61,1%	29,6%
Gasto Universidades en I+D (% I+D total)	24,2%	38,5%
Gasto Público en I+D (% I+D total)	12,1%	3,7%
Gasto Privado sin fines de lucro en I+D (% I+D total)	2,6%	28,2%
Gasto Privado en I+D por trabajador (US\$ PPP)	1.039	39
Número de Investigadores (total)	92.649	5.440
Investigadores en Sector Privado (% total)	39,2%	23,9%
Investigadores en Sector Público (% total)	8,9%	5,4%
Investigadores en Educación Superior (% total)	57,8%	60,2%

Fuente: OCDE Stats Main Science and Technology Indicators Database.

Nota: Número de Investigadores refiere al equivalente en Jornadas Completas; % de Gasto refiere a gasto ejecutado por el tipo de organismo; % investigadores por sector son estimaciones de OCDE.

\* 2010 o 2008, último año disponible en el caso de Australia.

El sector minero siempre ha sido importante en Australia, pero la relevancia de los actores dentro del sector ha cambiado. Los proveedores de Equipos, Tecnologías y Servicios para la Minería (METS por sus siglas en inglés) han ganado importancia, constituyéndose como un sector diverso y dinámico<sup>20</sup>. La contribución de las METS al PIB ha crecido a tasas de 15%-20% anual en la última década, lo que implicó avanzar de un 4% de participación en el PIB en 2002-03 a un 8,4% en 2011-12, mientras que la minería se mantuvo en torno a 11% del PIB.

Estas tasas de crecimiento superlativas fueron acompañadas por acciones gubernamentales como el Mining Technology Services Action Agenda (2003), cuya visión era lograr US\$4.500 millones en exportaciones del sector el 2010. También se realizó una primera encuesta para conocer el sector de las METS en

<sup>20</sup> Las METS consideran tanto las firmas proveedoras de servicios (mantención de equipos especializados y componentes), de softwares orientados a la actividad minera, consultorías, servicios de ingeniería, etc. Ver Austmine (2013) y Scott-Kemmis (2013) para más detalles sobre la clasificación de las METS.

2002. Estos impulsos y la existencia de otras instituciones intermedias favorecieron el vigoroso desarrollo del sector.

En efecto, la formación de las METS y el fortalecimiento de los clústers mineros de Australia es multifactorial. Por un lado, la aparición y el crecimiento de las METS se genera por la combinación de desafíos complejos del sector (menores leyes del mineral, yacimientos más remotos, estándares más exigentes sociales y ambientales, etc.) y la capacidad de las firmas australianas de responder a estos desafíos (Scott-Kemmis, 2013).

Por otro lado, su formación también se vio favorecida por otros factores: en los clústers mineros de Kalgoorlie y Darwin el gobierno se asoció con las empresas mineras para generar vínculos cliente-proveedor, tales como el Marco Nacional de Participación en la Industria Australiana, la Red de Capacidad de la Industria y ProjectConnect (Satchwell, 2014); también aseguraron infraestructura de apoyo para los proveedores.

La mayor parte de las METS fueron formadas por trabajadores que pertenecían a la industria minera o a sus proveedores (Urzúa, 2012; Scott-Kemmis, 2013). En algunos clústers mineros de Australia incluso hubo contratos y alineamientos para favorecer que los propios trabajadores se convirtieran en proveedores independientes de servicios (Satchwell, 2014). El resto corresponde a oportunidades que aparecieron a medida que la industria minera ha ido externalizando más procesos a lo largo de la cadena productiva.

Un factor que ha permitido a varias METS ser líderes mundiales en varios nichos es la aplicación de las tecnologías de la información a varios procesos mineros (Scott-Kemmis, 2013). En ese sentido, las METS aprovechan la base de conocimiento y la existencia de un sector prioritario, pero logran “saltarse” etapas y generar innovación disruptiva. Consiguen generar un proceso de *leap-frogging*, más que *catching-up* (Lee, 2013). En otras palabras, desarrollan tecnologías y/o aplicaciones donde los competidores no están establecidos.

La colaboración ha sido un aspecto vital para las METS, donde el grueso de ella se lleva a cabo con empresas mineras u otras METS líderes. No obstante, para actividades de innovación/investigación, también hay interacción con universidades y, en menor medida, con CSIRO (Scott-Kemmis, 2014).

Una figura relevante en la articulación de la colaboración público-privada en I+D corresponde a los Cooperative Research Centres (CRC), creados en 1990.

Los CRC consisten en centros de investigación altamente focalizados. Participan empresas, universidades/institutos de investigación y el gobierno. El financiamiento para cada CRC puede llegar hasta US\$36 millones anuales<sup>21</sup>. Los

<sup>21</sup> El financiamiento promedio anual es de US\$2,7, aproximadamente.

participantes deben al menos equiparar el aporte gubernamental, aunque frecuentemente lo duplican o triplican en aportes en dinero y/o no monetarios.

Estos centros se enfocan en maximizar los beneficios de la investigación para transferir tecnología, aplicar productos y comercializar. De los vinculados a minería el más importante es el CRC Mining, de la Universidad de Queensland<sup>22</sup>.

También poseen un componente de formación de capital humano, pues entregan becas a posgraduados. CSIRO, la agencia gubernamental líder de innovación en Australia, ha participado como socio en más de dos tercios de los CRC desarrollados desde el inicio del programa.

En términos de I+D global, también fue relevante la existencia de la Australian Minerals Industry Research Association (AMIRA). Institución privada, sin fines de lucro y que articula colaboraciones en investigación a nivel internacional. Uno de los proyectos emblemáticos fue el Copper Technology Roadmap (AMIRA, 2004), en donde se definió y priorizó la hoja de ruta tecnológica de la minería del cobre, en conjunto con la industria. Este tipo de iniciativas es útil para orientar los esfuerzos de I+D de largo plazo.

El resultado de este conjunto de acciones se ve reflejado en el Cuadro 2, el cual presenta una comparación de las METS de Australia y Chile. Las ventas totales de las METS se estiman en US\$90.000 millones, de los cuales US\$27.000 millones corresponden a exportaciones (2012).

El sector australiano está compuesto por 1.200-1.500 firmas, aproximadamente, mientras que el chileno asciende a 6.000. El promedio de edad de las firmas australianas es mayor al de las chilenas (25 vs. 17 años); 20% de las firmas chilenas poseen menos de cinco años de antigüedad (pymes, principalmente).

---

<sup>22</sup> [www.crcmining.com.au/](http://www.crcmining.com.au/). Este centro tuvo 24 años de apoyo (1990-2014) antes de independizarse del programa de los CRC del gobierno.

**Cuadro 2**  
PRINCIPALES INDICADORES DE PROVEEDORES DE LA MINERÍA 2012

	Australia	Chile
Ventas Totales (estimadas, US\$ millones)	90.000	20.000
Exportaciones Totales (estimadas, US\$ millones)	27.000	n.d.
Número de empresas	1.500	5.998
Porcentaje de empresas de propiedad nacional	84%	n.d.
Porcentaje de empresas que realizan exportaciones	55%	34%
Empresas exportadoras cuyas X superan el 10% de las ventas totales	47%	28%
Intención de exportar a futuro*	17%	8%
Edad promedio de las empresas	27	17
Empleo generado por la industria minera (nº de trabajadores)	386.000	1.026.000
Empresas que reportan ventas mayores o iguales en el último año	73%	87%
Empresas que reportan igual o mayor nº de empleados en el último año	76%	76%
Empresas que reportan crecimiento en empleo y ventas	50%	n.d.

Fuentes: Austmine (2013) para Australia; Fundación Chile (2014) para Chile.

Nota: En Australia, Ventas considera otros sectores también y se consideró el Tipo de Cambio promedio de 2012 respecto al US\$; en Chile, Ventas es solo ventas al sector minero. \* Intención de exportar para Chile refiere al porcentaje de empresas que lo intentaron sin mayores resultados en 2012.

Tanto la industria minera como los proveedores de Australia tienen un componente internacional importante, operando prácticamente en todos los continentes: 41% de las METS que exportan poseen oficinas en el extranjero (Austmine, 2013).

La presencia de grandes mineras que iniciaron operaciones en el exterior fue factor determinante para la internacionalización de sus proveedores (Urzúa, 2012). Lo anterior implica que muchas veces una relación local en Australia se transformaba en una relación global (Scott-Kemmis, 2013).

El grado de internacionalización de los proveedores en Chile es muy inferior al de Australia: el 34% de los proveedores locales realiza algún tipo de exportaciones, pero el peso de estas en las ventas totales es bajo. De aquellos proveedores que exportan, apenas 28% reporta que las exportaciones representan

más del 10% de sus ventas totales. Es decir, para apenas 9% de los proveedores mineros en Chile las exportaciones representan más del 10% de sus ventas totales.

Los encadenamientos hacia atrás de las METS son sustanciales, abasteciéndose de la siguiente forma: 56% regional (24% locales [<25 km], 19% regionales [25-200 km], 13% estado federal), 22% nacional y 22% desde el exterior.

En efecto, el desarrollo de las METS se ha distribuido en Australia abarcando también regiones no mineras. En contraparte, la localización de los proveedores chilenos que poseen su casa matriz en regiones mineras es apenas de un 23%, con un 62% en la R.M. (Fundación Chile, 2014).

### 3.2.3. Programa de Proveedores de Clase Mundial

El Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM), impulsado por las grandes empresas mineras BHP Billiton (privada) y Codelco (estatal), representa un mecanismo efectivo para constituir un clúster minero y desarrollar capacidades tecnológicas. El funcionamiento del programa es el siguiente:

- Las mineras poseen un problema productivo, pero externalizan la solución a uno de sus proveedores.
- El proveedor firma un contrato con la empresa minera que le asegura la propiedad intelectual de la innovación;
- Si la solución funciona adecuadamente, la firma proveedora podrá comercializarla a otras empresas mineras una vez finalizado el período de exclusividad (máximo dos años).
- 

De esta forma, las empresas mineras solucionan un problema concreto, los proveedores pueden experimentar y generar innovación tecnológica. El PPCM permite difundir los avances induciendo aumentos en productividad para la industria en su conjunto. A su vez, varios proveedores de la minería también trabajan con otros sectores diseminando los avances al resto de la economía.

Actualmente, hay poco más de 80 empresas incluidas en el PPCM, luego de cumplir un riguroso proceso de selección para poder acceder al programa. El Cuadro 3 refleja que los participantes del PPCM tienen mejores resultados que el promedio de la industria de proveedores: exportan más, disponen de capital humano más calificado y muestran mayores capacidades de innovación.

**Cuadro 3**  
**PROVEEDORES DE LA MINERÍA Y PPCM**

	Proveedores	PPCM
Porcentaje Empresas con 60% o más de sus Ventas Totales a la Minería	37%	69%
Porcentaje de Trabajadores con Educación Superior	44%	63%
Porcentaje que exporta productos y/o servicios en 2012	34%	51%
Capacidades de Innovación Microempresas (Promedio)	3,3	4,2
Capacidades de Innovación Pequeñas Empresas (Promedio)	3,2	4,1
Capacidades de Innovación Empresas Medianas (Promedio)	3,5	3,9
Capacidades de Innovación Empresas Grandes (Promedio)	3,6	3,9

Fuente: Fundación Chile (2014).

Lamentablemente, la escala del programa es todavía pequeña. Se desea llegar a 250 proveedores de clase mundial al 2020, cuando la minería tiene actualmente 6.000 proveedores aproximadamente (Fundación Chile, 2014). No se dispone de datos específicos sobre el gasto en I+D de los PPCM, pero la diferencia entre las METS australianas y los proveedores chilenos es sustantiva.

Parte de la diferencia entre las METS y los PPCM en capacidades se explica por “fallas de capacidad” para innovar, las cuales están históricamente determinadas por menores oportunidades de aprendizaje y alentadas por procesos extractivos más sencillos (Lee, 2013).

Lo que el PPCM logra es generar una posibilidad de aprendizaje tecnológico para ambas partes y su disseminación por el resto del sector. Permite que las empresas “aprendan a aprender”. El resultado es una serie de innovaciones que reporta beneficios para la industria en su conjunto (ver Cuadro 4).

**Cuadro 4**  
CASOS DE ÉXITO PPCM CON PROYECCIÓN INTERNACIONAL

Proveedor	Proyecto	Resultado
	Manteniones preventivas de neumáticos	Aumento vida útil de neumáticos en un 48%
	Aumento de vida útil de cables de palas	Aumento de vida útil de cable de pala en un 40%
	Durabilidad de bordes plásticos en el proceso de electrorrefinación	Disminuir en un 47% las fallas en bordes plásticos
	Reducción de material particulado en suspensión desde fuentes fijas	Disminución en un 97% de material particulado
	Disminuir variabilidad del regadío de pilas de lixiviación a través de riego automático, aumentando la recuperación de mineral	Cumplimiento de los flujos programados de la rampa de humectación con una desviación menor al 5%
	Disminución en la generación de restos de ánodos	Reducir el ánodo que se debe reciclar para la producción de cátodos, de un 17% a 10%
	Existencia de emisiones fugitivas de neblina ácida	Reducción los expuestos a neblina ácida en la nave EW, a través de sistema de extracción de neblina ácida

Fuente: Elaboración propia en base a información provista por Fundación Chile

A continuación, examinemos con mayor detalle tres casos:

**Mining, Information, Communication and Monitoring (Micomo).** Esta empresa creó un “Pronóstico impacto ambiental de material particulado” para hacer frente al desafío de gestionar el material particulado (MP10), minimizando el impacto de este contaminante en el área circundante a la mina.

La herramienta creada monitorea la calidad del aire y permite anticiparse en acciones para mitigar la contaminación a través del uso de agua en los planes de riego de la mina. El pronóstico se realiza con 48 horas de anticipación; posee un nivel promedio de 75% de certeza meteorológica; optimiza las medidas de mitigación



de riegos de caminos y favorece el cumplimiento de normativas de calidad del aire.

**Innovaxxion:** Esta firma generó “Earless”, una tecnología que elimina las orejas de los ánodos de cobre reemplazándolas por una oreja artificial para su agarre. Ello permite reducir el ánodo que se debe reciclar tras el proceso de electrorefinación de Cobre de alta pureza. El ahorro generado asciende a US\$20 millones por año en un escenario conservador<sup>23</sup>; disminuye el consumo energético y la huella de carbono de la producción de cátodos. La innovación implicó pasar de un 17% a un 10% en los restos de ánodo (scrap).

**Aguamarina.** El proyecto buscaba la reducción de material particulado (MP10) en suspensión desde fuentes fijas, con el fin de asegurar el cumplimiento de las normas de emisión generada por el proceso operacional de chancado, disminuyendo la exposición de los operadores.

La solución consistió en diseñar un sistema de supresión utilizando agua y un compuesto orgánico de bacterias EPS generadas por algas, que capturan el polvo mediante el principio de atracción de cargas eléctricas. Los resultados fueron un uso más eficiente del agua; reducción del impacto ambiental mediante la disminución en un 97% de emisión del material particulado y facilitar el cumplimiento de las normas de exposición al polvo para operadores y comunidades.

En otro proyecto dentro del PPCM, la firma logró incrementar el rendimiento de cobre por tonelada de mineral de 2% a 3% mediante biolixiviación.

En el caso chileno es necesario lograr un doble escalamiento del programa. Primero, conseguir que la empresa pyme aumente su nivel de producción y exporte de manera exitosa. Segundo, aumentar el número de empresas participantes desde 70 a al menos 250. Uno de los problemas que enfrenta el programa se vincula a que la experimentación y las pruebas de varias innovaciones implican detener el proceso productivo (parcial o totalmente), lo que en minería significa un alto costo.

La Comisión Minería y Desarrollo de Chile y el Consejo Nacional de Innovación y Competitividad (CMDCh y CNIC, 2014) plantean algunas sugerencias para potenciar el PPCM:

<sup>23</sup> Asumiendo un ahorro energético conservador de 10%. Si es del 30%, puede llegar a US\$80 millones, como fue el caso de la refinería de Codelco en Chuquicamata.

- Identificar desafíos tecnológicos por parte de proveedores y/o centros de investigación; no solo por parte de las empresas mineras, como es la modalidad actual.
- Favorecer un nuevo modelo de asociatividad donde se permita vincular a un proveedor y un centro de investigación para intentar solucionar un desafío. Lo anterior permite resolver el dilema si es que no hay proveedores actuales capaces de responder a un desafío específico.
- 

Otra opción para lograr ampliar el número de firmas innovadoras potenciales es desarrollar planes que incentiven la posibilidad de que empleados de la minera creen una empresa para solucionar un problema específico. En caso de éxito, la minera no solo soluciona un problema, sino que obtiene parte de la propiedad del emprendimiento como retribución.

### 3.3. Cadenas Globales de Valor (CGV) y Contenido Local (CL)

#### 3.3.1. Lógica de las Cadenas Globales de Valor

La extensión y profundización de la globalización genera una disociación geográfica del proceso productivo; i.e., distintas etapas del proceso productivo son efectuadas en diferentes países. Esto es lo que se denomina Cadenas Globales de Valor (CGV), que afecta de manera crucial lo que ha constituido la esencia fundamental del comercio internacional.

El enfoque convencional del comercio internacional se apoya en el principio de las ventajas comparativas, que son las que determinan el patrón productivo de cada país<sup>24</sup>. Esto induce una separación a nivel de países entre las decisiones de producción y consumo. Luego, el país que tiene ventajas comparativas en el bien A, lo produce y es quien lo exporta al resto del mundo. El comercio internacional consiste simplemente en un intercambio de bienes y servicios entre países. Este era el patrón comercial de los siglos XIX y XX.

En cambio, en el siglo XXI los bienes ya no son producidos total y completamente dentro de un país. Hay una dispersión geográfica del proceso productivo.

<sup>24</sup> Según el modelo de Ricardo, las ventajas comparativas dependen de los diferenciales de productividad y diferenciales de remuneraciones entre países. Según el modelo de Heckscher-Ohlin, las ventajas comparativas dependen de la dotación relativa de factores productivos (trabajo, capital) de los países.

Antes, los autos se fabricaban en Estados Unidos; los relojes, en Suiza, y los televisores, en Japón. Hoy las zapatillas Nike se producen en 744 centros de producción localizados en 43 países. En consecuencia, el comercio internacional se ha transformado “*en un flujo de cosas, gente, capacitación, inversiones, e información que es utilizada por los centros de producción de una empresa multinacional situados en distintos países*” (Baldwin, 2011).

En suma, los bienes se han convertido en “paquetes multinacionales” de factores productivos o CGV. El comercio internacional de bienes ha sido sustituido significativamente por el comercio de partes, piezas y componentes (Sturgeon y Gereffi, 2009).

Hay dos factores que han inducido el surgimiento de estas CGV:

1. La profundización de la globalización ha intensificado el nivel de competencia entre las empresas; esto empuja a las EMN a reducir costos a través de reubicar partes del proceso productivo en aquellos lugares (países) con menores costos relativos.
2. La revolución de las tecnologías de información (TI) posibilita la separación espacial de las etapas del proceso productivo sin pérdida de eficiencia.

Hay varias implicancias relevantes para países emergentes asociadas a esta nueva estructura del comercio internacional:

- Las CGV crean oportunidades productivas (y exportables) que antes no existían.
- Para insertarse en una determinada etapa del proceso productivo, en general, los PE no tendrán la dotación de competencias necesarias; va a ser necesario generarlas. En otras palabras, las ventajas comparativas no son estáticas; políticas activas pueden ser determinantes en la creación de otras nuevas.
- El antiguo y difícil objetivo de la estrategia ISI de creación de una industria nacional es sustituido por una estrategia factible de “industrialización orientada a las CGV” (Sturgeon y Gereffi, 2009).

Ahora cualquier país se puede industrializar; basta que se incorpore a una CGV (Baldwin, 2011).

Las EMN tienen el control, articulan y coordinan cerca del 80% de las CGV (OCDE, WTO y UNCTAD, 2013), por lo que su rol es fundamental para que un PE pueda ingresar en ellas. El problema para los países latinoamericanos respecto de las CGV es dual (Pietrobielli y Staritz, 2013):

1. ¿Cómo insertarse en una CGV?
2. ¿Cómo posicionarse dentro de la CGV en aquellas etapas que generan mayor valor agregado tecnológico para el país local?

En la minería chilena hay grandes EMN que proporcionan la maquinaria y equipos utilizados en el proceso productivo (camiones de diverso tamaño, pala excavadora, pala cargadora, palas de bajo perfil, rotopala, mototrailla, *bulldozer*, etc.). Chile no tiene (ahora) las ventajas comparativas para competir con las EMN de los países desarrollados que producen estas maquinarias a escala mundial, pero podría intervenir en una parte de la CGV.

Evidentemente, la capacidad tecnológica local y el capital humano existente son cruciales (competencias laborales, etc.) para incentivar a las EMN productoras de maquinaria a insertar empresas chilenas en la CGV.

Veamos en el Cuadro 5 algunas cifras respecto de la maquinaria utilizada en la minería chilena.

**Cuadro 5**  
ESTIMACIONES DE GASTO EN ALGUNOS BIENES, INSUMOS Y SERVICIOS MINEROS  
2007-2011 (US\$ MILLONES)

	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio anual
Bienes de Capital (total)	611	445	515	314	466	470
Camiones mineros	319	235	273	158	242	245
Palas rajo abierto	136	85	102	68	102	99
Cargadores frontales	96	72	84	48	72	74
Perforadoras rajo	39	30	33	18	30	30
Equipos mina subterránea	21	23	23	22	20	22
Servicios Mineros (total)	2.762	2.860	2.953	2.810	3.130	2.903
Mantenición y Generales	1.657	1.716	1.772	1.686	1.878	1.742
Ingeniería	276	286	295	281	313	290
Construcción	829	858	886	843	939	871
Insumos mineros (total)	1.245	1.306	1.403	1.411	1.564	1.387

Fuente: Cochilco (2007).

El monto anual gastado en maquinaria (importaciones) ha sido cercano a los US\$500 millones; alrededor del 50% corresponde a los camiones. Adicionalmente, las importaciones de partes y piezas para equipos mineros alcanzaron a US\$536 millones (2006) y las de neumáticos a US\$123 millones.

Las compras de maquinaria generalmente traen “amarrados” convenios de mantención. El flujo anual de gastos vinculados a los servicios de mantención de la maquinaria y equipos supera los US\$1.700 millones.

De acuerdo al *Catastro de Equipamiento Minero 2013-14* (Minería Chilena, 2014), el número de camiones en la minería chilena es cercano a los 1.600; los más grandes (400 toneladas) tienen un valor cercano a US\$5 millones. Un 52% de estos camiones es producido por Caterpillar, un 44% por Komatsu y un 4% por Liebherr.

Finalmente, el mercado de maquinaria y equipos, partes y piezas y servicios de mantención implica un gasto para la minería cercano a los US\$3.000 millones anuales. La participación de empresas productivas chilenas en este mercado es marginal (inferior al 10%). Cabe reiterar que este mercado está en territorio chileno; no hay que cruzar océanos ni aprender otro idioma ni negociar con gente que tiene una cultura diferente. Esto significa que no hay costos de transporte ni costos de aprendizaje, y los costos de transacción son relativamente inferiores.

Si el 30% de la producción mundial de cobre se genera en Chile, ¿cómo es posible que en 25 años de acelerada expansión cuprífera Chile no haya podido insertarse en las Cadenas Globales de Valor de maquinarias y equipos mineros?

El sector automotriz es uno de los líderes para establecer CGV; para muchos países emergentes es la vía para insertarse a una CGV (Humphrey y Memedovic, 2003; Sturgeon *et al.*, 2008). ¿Por qué no podría generarse algo similar con las EMN productoras de camiones para la minería?

El ex Presidente Ricardo Lagos (2000-2006) sugirió recientemente la fórmula 30/30/30 para el cobre, en donde Chile aspiraría a tener el 30% de la producción mundial, el 30% de las reservas de cobre y el 30% del gasto en la innovación minera mundial<sup>25</sup>.

Otro mecanismo muy utilizado por países emergentes para insertarse en las CGV es la política de exigencia de contenido local (CL): una de las etapas productivas de la fabricación de la maquinaria o equipo (para minería) tiene que ser producida localmente.

Las grandes empresas mineras que adquieren dichos equipos debieran desempeñar un rol clave para este efecto. Por su parte, el gobierno puede usar un sistema de incentivos tributarios para inducir a las empresas (mineras y productoras

<sup>25</sup> Ricardo Lagos en la XIX Cena CESCO, miércoles 15 de abril de 2015.

de maquinaria) a colaborar en la implementación del mecanismo. Examinemos, a continuación, la política de exigencia de CL más en detalle.

### 3.3.2. Contenido Local<sup>26</sup>

El requisito de contenido local es una política generalmente empleada por un gobierno que “impone” a una empresa extranjera la utilización de insumos locales en su proceso productivo. Esta política fue ampliamente usada por países desarrollados en períodos anteriores y ha visto un resurgimiento después de la crisis financiera global.

El trabajo seminal de Grossman (1981) desarrolla un modelo en el cual analiza la eficiencia de un sector local que produce bienes de consumo final; para esto requiere insumos que puede adquirir localmente o importar. Debido a que la empresa local productora de los insumos tiene una capacidad tecnológica relativamente inferior, al sector productor de bienes de consumo le conviene importar sus insumos para reducir costos.

El modelo es utilizado para examinar las alternativas del gobierno cuyo objetivo es la supervivencia de la empresa local productora de insumos; estas son poner aranceles a la importación de los insumos o requerir el uso de CL en la producción de bienes de consumo final. Este modelo y sus extensiones concluyen que el requisito de CL induce transferencia de excedentes con pérdida de bienestar y disminución de la eficiencia local.

Este planteamiento se complementa con los beneficios que proporcionan las EMN en los países anfitriones. “*Si las EMN fueran exactamente iguales a las empresas locales, entonces no habría IED por cuanto no sería rentable invertir en otros países pues hay un costo asociado a invertir en el exterior*” (Markusen, 1995), ni tampoco habría interés de los países por atraer a las EMN.

Adicionalmente, en un mundo global con preeminencia de CGV las EMN constituyen el mecanismo más adecuado para generar una asignación eficiente de recursos a nivel mundial. En consecuencia, habría un juego de suma positiva en que ganan las EMN, ganan los países anfitriones y aumenta el nivel de eficiencia y bienestar global.

Veloso (2001) plantea varios cuestionamientos a este razonamiento. En primer lugar, hay una discrepancia entre los beneficios privados de la IED y el beneficio social de los países anfitriones: el enfoque convencional está orientado

<sup>26</sup> Esta sección se basa parcialmente en Veloso (2001).

a la maximización de los beneficios privados. De esta forma, el uso de CL es un mecanismo para corregir la brecha entre beneficios privados y sociales de la IED en el país receptor.

En segundo lugar, una de las razones para atraer IED es la adquisición y diseminación de la tecnología moderna vía *spillovers* y diseminación del *know-how* por parte del país anfitrión. Hemos visto que empíricamente esto no ha sucedido. Luego, el requisito de CL constituye justamente el principal mecanismo para la generación de los *spillovers* y diseminación del *know-how*.

En el siglo XXI el aprendizaje y la acumulación de conocimiento son factores fundamentales para la inserción competitiva internacional. A pesar de que las EMN constituyen fuentes importantes de *know-how*, puede que los países anfitriones no logren adquirir ese conocimiento.

De alguna forma hay que anclar la IED a la economía local, estimulando los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás con las empresas locales. Esto implica que para producir la transferencia efectiva de *know-how* y acumulación de conocimiento se requiere el entrenamiento y *learning-by-doing* del capital humano local. Este es el componente que ha sido ignorado por el enfoque convencional crítico del CL. La brecha entre los beneficios privados y sociales está asociada a la posibilidad de aprendizaje por parte del capital humano doméstico generado por el requisito de CL.

En otras palabras, para poder materializar los *spillovers* y beneficios potenciales de la IED se requiere la vinculación productiva con las empresas locales mediante el requisito de CL. Esto permitiría optimizar el beneficio inducido por la IED en el país anfitrión.

En efecto, el sofisticado patrón exportador de China (Rodrik, 2006) no corresponde realmente a lo que serían sus ventajas comparativas y su nivel de ingreso. China ha inducido a las EMN a transferir la tecnología a productores locales y/o aumentar el uso de insumos locales en su proceso productivo. ¿Cómo podría imitar un país emergente las políticas aplicadas por China sin el tamaño de esta economía?

Examinemos, a continuación, cuatro experiencias del uso de CL:

**Noruega (Petróleo y Gas).** El descubrimiento de yacimientos petroleros en 1969 derivó en una activa política de desarrollo industrial y requisitos de CL, pues el país no tenía las capacidades para explotarlos. A inicios de la década de 1970 se impulsó la fundación de dos compañías mayoritariamente estatales relacionadas al sector (Statoil e Hydro), con el requisito de 50% de contenido local y la obligación de incluir a proveedores locales en las subastas. El porcentaje de CL ya



alcanzaba un 60% en la década de 1980. El período de la política fue de 23 años (1972-1994).

McKinsey (2013) destaca: 1) El uso de regulaciones sectoriales apropiadas (empresas estatales, un Código Petrolero); 2) el uso de capacidades existentes en otros sectores; 3) fuerte inversión en educación e I+D y 4) alianza con el sector privado en colaboraciones estratégicas y *joint ventures*.

**Brasil (Petróleo y Gas)**<sup>27</sup>. En 2003 se establecieron requisitos de CL en las licitaciones petroleras que se fueron profundizando en los siguientes años. En 2005 se desarrolló una metodología de cálculo para el CL y las empresas productoras deben certificar el contenido local con auditorías que son fiscalizadas por la Agencia Nacional de Petróleo (ANP). El sector pasó de tener en 1999 un 25% de contenido local en exploración y producción a un 69% y 77%, respectivamente, en 2007 (Filho, 2009). No hay planes para disminuir los requisitos de CL a futuro.

McKinsey (2013) destaca las siguientes medidas: 1) Enfoque a nivel granular acorde a la complejidad del sector; 2) fiscalización y monitoreo potentes de la ANP, acompañados de castigos creíbles, y 3) desarrollo de capacidades a través de PROMINP (Programa de Movilización de la Industria Nacional de Petróleo y Gas Natural), Petrobras y CENPES (Centro de Investigación Leopoldo Américo Miguez de Mello).

**Australia (Gobierno - Grandes Inversiones)**. A nivel nacional, desde 2012 en adelante, se han impulsado leyes con el fin de promover la Participación de la Industria Australiana (AIP por su sigla en inglés) respecto a: 1) Compras y financiamiento gubernamental (proyectos desde US\$15 millones; sujeto a petición del gobierno); 2) grandes inversiones de capital (US\$375 millones; obligatorio de preparar e implementar). Estos planes de AIP tienen por objetivo ser un mecanismo para dar una oportunidad justa de competir; no prescriben porcentajes de CL.

Por otra parte, el estado federal de Western Australia, principal exportador minero del país, ejecut  entre 2000 y 2007 una política de “Buy Local”, según la cual se ajustaban los precios ofrecidos en las subastas públicas acorde a su origen<sup>28</sup>. Esta política fue modificada en 2008, debido a la firma de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos.

<sup>27</sup> Rocha (2015) provee un excelente análisis de los aciertos y errores de la política de CL.

<sup>28</sup> El componente importado de un bien hacía que el precio de referencia aumentara en un 10%, mientras que el componente doméstico (regional) disminuía el precio de referencia en un 10%, haciendo más atractivas las ofertas de proveedores australianos.



**Estados Unidos (ARRA Act - “Buy American Provision”).** El programa de estímulo frente a la crisis financiera firmado en febrero de 2009 consistió en 787 billones de dólares (gasto público/reducciones de impuestos). Se estableció que todo el hierro y el acero utilizados en los proyectos deben ser fabricados en Estados Unidos; de lo contrario, el proyecto no sería elegible para acceder al financiamiento, a menos que los costos fuesen un 25% superior debido a esta cláusula (Hufbauer *et al.*, 2013).

La sugerencia de utilizar distintos mecanismos para persuadir a las EMN (productoras de maquinaria y equipos para la minería chilena) a que incrementen el contenido local de sus equipos contaría con el cuestionamiento y reparo de los organismos multilaterales (OMC, Banco Mundial, FMI) que establecen diversas regulaciones a las TRIMS (Trade Related Investment Measures), en donde se ha dispuesto la eliminación del requisito de CL. Especialmente relevante es el artículo III del GATT (General Agreement on Tariffs and Trade)<sup>29</sup>. Chile adhiere a varias de estas regulaciones como miembro de la OMC.

Sin embargo, como señalamos, varios países las utilizan y el espacio de política es mayor al que usualmente se considera posible. Por ejemplo, las TRIMS refieren a bienes y no a servicios; aspectos como transferencia tecnológica, licencias de propiedad intelectual y datos también escapan a las TRIMS (Cimino *et al.*, 2014). Tampoco son políticas que tengan un amplio historial de disputas legales: si bien han aparecido más de 100 medidas de CL desde la crisis financiera global (Hufbauer *et al.*, 2013), muy pocas han sido disputadas en la OMC<sup>30</sup>.

Además, varios acuerdos regionales de libre comercio estipulan explícitamente el requerimiento de valor agregado regional o contenido local para diversos bienes. En los casos de NAFTA y Mercosur destaca el sector automotriz, con requerimientos de 60% de valor agregado regional. Gereffi (2014) plantea que pese al aumento de países asociados a la OMC, los acuerdos bilaterales pueden incumplir los requerimientos TRIM, y eso es precisamente lo que muestra la evidencia empírica.

<sup>29</sup> Por ejemplo, el art. III.4 indica el principio de tratamiento nacional en donde los productos importados deben recibir un tratamiento no menos favorable que el de aquellos producidos domésticamente.

<sup>30</sup> Dos casos relacionados a CL destacan: 1) Japón interpuso un reclamo contra Canadá por el uso de CL en la industria de turbinas eólicas. Canadá señaló que los requisitos referían a objetivos medioambientales y no económicos. La OMC le dio la razón a Japón (mayo 2013). 2) Estados Unidos interpuso un reclamo contra India por el uso de CL en la fabricación de paneles solares (febrero 2013). Todavía no se dispone de un fallo por parte de la OMC.

Otro aspecto relevante son los Agreement on Government Procurement (GPA), acuerdo plurilateral dentro del marco de la OMC que regula la adquisición de bienes por parte del gobierno, prohibiendo la discriminación en contra de proveedores extranjeros ubicados en el país. Al 2015, el acuerdo consta de 43 miembros de la OMC, a los cuales se suman 10 países en proceso de adherirse. El artículo III del GPA indica que los firmantes no deberán discriminar a favor de proveedores locales.

Países emergentes que utilizan CL, como Brasil, tampoco adhieren al GPA. Chile posee el estatus de país observador, pero no adhiere al GPA ni está en proceso para ello; tampoco es deseable que lo haga si es que desea mantener un mayor espacio de autonomía en sus políticas<sup>31</sup>.

En síntesis, las políticas de contenido local pueden ser una fuente de desarrollo tecnológico al permitir cerrar la brecha entre beneficios privados y sociales, maximizando la competitividad del país. El objetivo de este mecanismo es generar una ventana de aprendizaje para que desarrollen capacidades tecnológicas, por lo cual una política de CL correctamente diseñada debe estar ineludiblemente vinculada a la política de innovación, ciencia y tecnología de Chile.

Asimismo, la duración de estas políticas no es indefinida, sino que debe considerar castigos creíbles en caso de incumplimiento y una mirada de largo plazo (por ejemplo, Noruega tuvo 23 años de CL). Las políticas debiesen estar diseñadas cuidadosamente, acorde a la regulación y al derecho internacional, con el fin de evitar procesos legislativos. En la ausencia de precedentes sobre el tipo de política ejecutada, es más probable que se generen demandas en la OMC.

El objetivo es lograr lo que no ocurrió en 25 años de acelerada expansión cuprífera: generar innovación tecnológica asociada a minería.

---

<sup>31</sup> Frecuentemente, el mayor beneficio de acuerdo bi/multilaterales es el acceso a los mercados externos; Chile tiene acceso al 85%+ del PIB mundial con los Tratados de Libre Comercio ya suscritos. Dadas nuestras circunstancias, no se justifica sacrificar mayor autonomía en términos de política por mayor acceso a mercados externos.

## 4. MARCO CONCEPTUAL PARA LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

Hay dos enfoques conceptuales distintos, pero no excluyentes. El enfoque ortodoxo, centrado en las fallas de mercado, y el enfoque heterodoxo, que privilegia las fallas sistémicas.

### 4.1. Introducción y enfoques

#### 4.1.1. Enfoque ortodoxo

Chile ha sido considerado el caso paradigmático de aplicación del Consenso de Washington. Pero en realidad, Chile aplicó las reformas básicas de la trilogía estructural (mercados libres, apertura externa y privatización) antes de que se inventara el concepto del Consenso de Washington. Para que estas reformas generen crecimiento económico es fundamental que prevalezcan los equilibrios macroeconómicos (interno y externo).

De este entorno económico las implicancias respecto a la innovación son las siguientes:

- El Estado no debe interferir en las actividades productivas del sector privado
- El rol del Estado debiera orientarse a crear mercados libres y no a seleccionar sectores ganadores (*picking winners*)
- La política pública debiera dirigirse a corregir las fallas de mercado.

En suma, el Estado tiene simplemente que proporcionar las condiciones para que florezca la innovación:

- Invertir en capital humano y generar una base académica fuerte en ciencias e ingeniería;

- Velar por la existencia de un marco legal que proteja la propiedad intelectual
- Mantener la estabilidad macro.

Esto fue lo que hubo en Chile durante 30 años (1985-2015) y no ha generado una avalancha de innovaciones, ni siquiera una pequeña llovizna, lo que hace pensar que puede que estas sean condiciones necesarias, pero no suficientes. Nuevos enfoques teóricos sugieren que se requiere una comprensión más profunda del fenómeno de innovación.

#### 4.1.2. Enfoque heterodoxo<sup>32</sup>

La hipótesis del “aprendizaje y/o de la inspiración” enfatiza la necesidad de “entender y aprender cómo se aprende”, i.e., hay que aprender cómo se genera la innovación y “dominar” la tecnología moderna para, eventualmente, poder generar innovación propia.

Para aprovechar de manera eficaz el conocimiento tecnológico prevaleciente en el mundo global, los países emergentes tienen que generar una “*capability*”<sup>33</sup> tecnológica. Esto requiere que los trabajadores tengan un aprendizaje efectivo. Se enfatiza, por tanto, la importancia de tener competencias y capacidades y comprender cómo se adquieren estas para adquirir esa “*capability*” tecnológica.

El rol del Estado no radica solo en ayudar a la creación de conocimiento científico y tecnológico por medio de universidades y laboratorios nacionales. Junto con ello, tiene que movilizar los recursos para que dicho conocimiento se difunda a través de los sectores productivos y de toda la economía. Para esto, desempeña un rol crucial crear una estructura de redes (*network*) o una institucionalidad del tipo Sistema Nacional de Innovación (SNI). Este SNI es una condición necesaria, pero no suficiente para inducir innovación.

En este enfoque, el Estado ejerce un rol líder en el proceso de desarrollo industrial, identificando áreas estratégicas prioritarias. Para tener una economía empresarial, el Estado no se tiene que marginar de la actividad económica, sino que tiene que liderar y crear una visión de consenso, logrando la interacción de los sectores privado y público.

<sup>32</sup> Ver Mazzucato (2013) y Mazzucato y Pérez (2014).

<sup>33</sup> En la literatura el concepto que se utiliza es *capability* y no *capacity*. *Capability* significa simultáneamente habilidad y capacidad; no tenemos en español un concepto equivalente.

En este enfoque heterodoxo, el papel del Estado está más orientado a resolver las fallas sistémicas de creación de redes (*network failures*) que las fallas de mercado.

Un rol adicional del Estado radica en prevenir “fallas de oportunidades perdidas”<sup>34</sup>; en este sentido, el Estado tiene la ventaja sobre el sector privado de poseer una mayor predisposición a pensar en grande y en el largo plazo y, en consecuencia, a tomar mayores riesgos para crear nuevas oportunidades y nuevos mercados en el presente.

En cambio, el sector privado tiende a estar ausente debido a la existencia de incertidumbre y alto riesgo, ligados a la materialización de la inversión presente en un período distante en el futuro. Un ejemplo a este respecto en el caso chileno es la reticencia de los empresarios a invertir en la creación de un sector acuícola de clase mundial en un país que tiene ventajas comparativas y más de 4.000 kilómetros de costa.

#### 4.2. Sistema Nacional de Innovación<sup>35</sup>

Existe la presunción de que la poca innovación existente en un país emergente se debería a una “falla institucional”. Luego, la solución estaría asociada a la creación de un Sistema Nacional de Innovación.

Conceptualmente, el SNI es una red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones generan, modifican y difunden el conocimiento y la innovación. El SNI responde a la idea de que la política tecnológica y de innovación de un país no se agota con la discusión del nivel del porcentaje PIB destinado a la I+D. No solo importa la cantidad de recursos destinados a la I+D, sino que además es crucial su distribución a través de la economía. En suma, aboga por una perspectiva sistémica y estratégica.

En Chile desde 2005 se han creado Consejos Nacionales de Innovación (CNIC) como instancias para discutir y plantear políticas de innovación a nivel nacional. Estas instancias se han constituido por períodos acotados que fluctúan entre tres meses y tres años. Solo en 2014 el CNIC se institucionalizó de manera permanente. Veamos una breve revisión de estos Consejos.

En 2007, el informe del CNIC contiene una serie de proposiciones y bases conceptuales para una propuesta de innovación y selectividad en torno a clústers (CNIC, 2007).

<sup>34</sup> Concepto utilizado por Eduardo Bitrán, Vicepresidente de la CORFO (2014-presente).

<sup>35</sup> Una larga literatura sobre SNI se inició con los trabajos de Freeman (1987) y Lundvall (1992).

En 2008 se materializó la elección de clústers (CNIC, 2008). Los sectores por seleccionar no fueron elegidos ni sondeados por el Estado, sino que por una consultora internacional (Boston Consulting Group) de probada reputación en el mercado y aislada de posibles presiones de grupos de interés.

Los ocho sectores seleccionados fueron: Minería, Acuicultura, Turismo, Alimentos Procesados, Fruticultura, Offshoring, Porci-avicultura y Servicios Financieros. Cada clúster recibió líneas de acción con una hoja de ruta acorde al impacto y prioridad de las tareas. La organización del clúster dependía de un consejo público-privado con un “gerente” de clústers encargado de que la agenda del sector avanzara.

En marzo de 2010 se publicó un nuevo informe (CNIC, 2010), que profundizaba en el trabajo de los dos años anteriores con cinco ejes:

1. Fortalecimiento de la innovación empresarial;
2. desarrollo de capital humano en todos los niveles;
3. generación de capacidades de ciencia de base con orientación estratégica;
4. fortalecimiento del desarrollo de la llamada Tercera Misión en las Universidades y
5. consolidación de una institucionalidad adecuada para el fomento de la innovación.

En el período 2010-2014 se elaboró el informe *Surfeando hacia el futuro. Chile en el horizonte 2025* (CNIC, 2013), en el que se articulaba un marco conceptual sobre la cultura de la innovación, sin ninguna implicancia ni propuesta de políticas específicas para favorecerla. Más notable fue el abandono de manera unilateral (solo lo decidió el gobierno) de la incipiente estrategia de clústers, a favor de una política de neutralidad, sin apoyo específico a ningún sector en particular, argumentando que el Estado no puede elegir sectores ganadores.

En 2014, el CNIC se institucionalizó<sup>36</sup> y fijó los siguientes seis objetivos para el período 2014-2017 sin todavía publicar un documento de referencia:

1. Generar un acuerdo amplio sobre criterios y operatorias para la acción selectiva del Estado en materia de fomento de ciencia, tecnología e innovación;
2. dar un fuerte impulso a la investigación orientada por misión (ciencia e investigación para el desarrollo);

---

<sup>36</sup> Actualmente se llama Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID).

3. ampliar el alcance del concepto de innovación: desde la competitividad al desarrollo;
4. ampliar el abanico instrumental de fomento de la ciencia, tecnología e innovación (por ejemplo, en materia de normas y estándares);
5. mejorar la cantidad y calidad de la información para orientar las políticas y
6. formalizar por ley la existencia del Consejo y sus expresiones regionales.

## 5. OBSERVACIONES FINALES

Se ha propuesto utilizar una estrategia de innovación tecnológica teniendo el cobre como plataforma. Esta estrategia consta de tres componentes:

1. *Transferencia Tecnológica y diseminación.* La minería chilena es el sector tecnológicamente más avanzado del país, pues es aquel con mayores niveles de automatización, control satelital, robótica, uso de TI, entre otros.

Sin embargo, esta tecnología moderna no se disemina hacia otros sectores productivos; la clave está en la formación de capital humano. La Chile Mining Academy (CMA) puede ser un mecanismo educacional adecuado para este fin.

La diseminación de la tecnología moderna es lo que genera el mayor beneficio e impacto de esta sobre el crecimiento económico. Bozeman (2000) sugiere el uso de un paradigma cooperativo tecnológico triple (empresas, gobierno y universidades) para enfrentar el complejo y costoso problema de la transferencia y diseminación tecnológica.

2. *Generación de Innovación Tecnológica.* Tiene por objetivo generar un sector exportador de proveedores de bienes y servicios para la minería. Ello requiere adaptar las instituciones intermedias del modelo australiano a Chile y aumentar significativamente el monto de los recursos destinados a innovación.

El programa chileno de Proveedores de Clase Mundial para la minería es una iniciativa que apunta en la dirección correcta. Sin embargo, requiere mayor apoyo de las grandes empresas mineras, lo que implica un respaldo de los ejecutivos y evitar el bloqueo de los mandos medios (supervisores) a las iniciativas innovadoras de las empresas proveedoras.

También sería importante un apoyo financiero público al escalamiento de aquellas empresas que han logrado algún éxito en un desarrollo innovador.



3. El uso de *Contenido Local* como un mecanismo de apoyo para la inserción en *Cadenas Globales de Valor* y una ventana de aprendizaje para los proveedores chilenos. Pese a que hay convenios internacionales que establecen restricciones a las posibles políticas, es plausible desarrollar una política de contenido local. Estados Unidos lo hizo con el programa “Buy American” (2009); en el Reino Unido se ha creado la iniciativa “Made Here Now” para promover la industria nacional, y otros países también usan mecanismos similares. El 90% de los países basados en recursos naturales utilizan algún tipo de medida de esta índole (McKinsey, 2013).

Por último, ¿por qué el cobre? Chile es relativamente pequeño respecto a China en todo, salvo en cobre. En producción cuprífera Chile cuadriplica a China, y nuestras reservas de cobre son siete veces mayores que las chinas.

Esto es lo que también explica por qué Chile tiene que seguir apostando al cobre, ahora para generar innovación. Existen grandes inversiones futuras para el cobre (US\$70 billones al 2020) y la minería es el único sector con gran tamaño para generar proyectos de alta tasa de retorno con proyección mundial. Además, existe interés público y privado en poner al cobre en el centro de la estrategia de desarrollo para los próximos 10 a 20 años (CMDCh y CNIC, 2014).

Chile debiera diversificar su estructura productiva. Este trabajo sugiere utilizar el cobre para generar habilidad-capacidad (“*capability*”) tecnológica para que en el futuro nuestro país pueda independizarse del cobre.

## 6. REFERENCIAS

- Abrams, I.; Leung, G. y Stevens, A. (2009). “How are U.S. Technology Transfer Offices Tasked and Motivated - Is it all about the money?”, en *Research Management Review*, vol. 17, Issue 1. Fall/Winter 2009.
- Agosin, M. y Bravo-Ortega, C. (2009). “The emergence of new successful export activities in Latin America: The case of Chile”. Interamerican Development Bank, Research Network Working, Paper N° 552.
- Alves, E. (2010). “Embrapa: a successful case of institutional innovation”. Brazilian Agricultural Research Corporation. Brasilia D.F.
- Amira (2004). *Copper Technology Roadmap*. Disponible en: <http://www.energetics.com/resourcecenter/products/roadmaps/Documents/Copper-Technology-Roadmap.pdf>
- Andreoni, A. y Chang, H-J. (2014). “Agricultural policy and the role of intermediate institutions in production capabilities transformation: Fundación Chile and Embrapa in action”. Paper presented DRUID Society Conference 2014, CBS Copenhagen, June 16-18.
- Austmine (2013). *Australia's New Driver for Growth - METS*. Disponible en: <http://www.austmine.com.au/Portals/25/Content/Documents/Austmine%20Survey%20Highlights.pdf>
- Baldwin, R. (2011). “Trade and Industrialisation after Globalisation's 2<sup>nd</sup> Unbundling: How building and joining a supply chain are different and why it matters”. NBER Working Paper N° 17716.
- Banco Mundial (2013). *Innovation Policy: A guide for developing countries*. Washington D.C.
- Bell, B. y Juma, C. (2007). “Technology prospecting: lessons from the early history of the Chile Foundation”, en *International Journal of Technology and Globalisation*, vol. 3, N° 2/3.
- Bozeman, B. (2000). “Technology Transfer and public policy: a review of research and theory”, en *Research Policy*, vol. 28, pp. 627-655.
- Cimino, C.; Hufbauer, G. y Schott, J. (2014). “A Proposed Code to Discipline Local Content Requirements”, en *Policy Brief*, 14-6. Peterson Institute for International Economics, February 2014.

- Ciruelos, A. y Wang, M. (2005). "International Technology Diffusion: Effects of Trade and FDI", en *Atlantic Economic Journal*, vol. 33(4), pp. 437-449.
- Clerc, J. (2013). "El Impacto de la Minería desde una Perspectiva Sectorial", en Meller, P. (ed.). *La viga maestra y el sueldo de Chile. Mirando el futuro con los ojos del cobre*. Santiago, Uqbar Editores, pp. 91-112.
- CNIC (2007). *Hacia una Estrategia de Innovación para la Competitividad*. Volumen 1.
- \_\_\_\_\_ (2008). *Hacia una Estrategia de Innovación para la Competitividad*. Volumen 2.
- \_\_\_\_\_ (2010). *Agenda de Innovación y Competitividad 2010-2020*.
- \_\_\_\_\_ (2013). *Surfeando hacia el futuro. Chile en el horizonte 2025*.
- COCHILCO (2007). "Oportunidades de Negocios para Proveedores de Bienes, Insumos y Servicios Mineros en Chile". Disponible en: [http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/mercado/oportunidades\\_de\\_negocios\\_para\\_proveedores\\_en\\_chile.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/mercado/oportunidades_de_negocios_para_proveedores_en_chile.pdf)
- Comisión Minería y Desarrollo de Chile y Consejo Nacional de Innovación y Competitividad (2014). "Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile". Informe a la Presidencia. Diciembre 2014.
- CSIRO (2012). "Satellite ASTER geoscience mapping for Chile". Presentación en Seminario Cochilco, 14 de diciembre de 2012.
- Fernández, C. (2010). "Cómo Construir un Sistema de Transferencia de Tecnología en un País en Desarrollo", en ANGUIA, P.; DÍAZ, F. *et al.* (eds.). *Gestión de la Propiedad Intelectual e Innovación en Agricultura y Salud: un Manual de Buenas Prácticas*. Programa FIA-PIPRA.
- Ffrench-Davis, R. (1974). "La importancia del cobre en la economía chilena", en FFRENCH-DAVIS, R. y TIRONI, E. (eds.). *El Cobre en el Desarrollo Nacional*. Santiago, CEPLAN, Ediciones Nueva Universidad, pp. 23-50.
- Filho, N.N. (2009). *The oil and gas industry in Brazil: The role of the regulator*. Agencia Nacional do Petroleo, May 2009.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London, Pinter.
- Fundación Chile (2014). *Proveedores de la Minería Chilena. Segundo Estudio de Caracterización 2014*.
- Gereffi, G. (2014). "A Global Value Chain Perspective on Industrial Policy and Development in Emerging Markets", en *Duke Journal of International and Comparative Law*, vol. 24, pp. 434-458.
- Gorg, H. y Greenaway, D. (2003). "Much ado about nothing? Do domestic firms really benefit from foreign direct investment?". Discussion Paper Series 944, IZA.

- Grossman, G. (1981) “The Theory of Domestic Content Protection and Content Preference”, en *The Quarterly Journal of Economics*, 96(4), pp. 583-603.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge, MIT Press, caps. 1-5.
- Hoekman, B.; Maskus, K. y Saggi, K. (2004). “Transfer of technology to developing countries: Unilateral and multilateral policy options”, en *Policy Research Working Paper Series 3332*. The World Bank.
- Hufbauer, G.; Schott, J. y Cimino, C. (2013). *Local Content Requirements: A Global Problem*. Peterson Institute for International Economics.
- Humphrey, J. y Memedovic, O. (2003). *The Global Automotive Industry Value Chain: What Prospects for Upgrading by Developing Countries*. UNIDO Sectorial Studies Series Working Paper. Austria.
- Krugman, P. (1987). “The narrow moving band, the dutch disease, and the competitive consequences of Mrs. Thatcher: Notes on trade in the presence of dynamic scale economies”, en *Journal of Development Economics*, vol. 27(1-2), pp. 41-55.
- Lee, K. (2013). *Schumpeterian Analysis of Economic Catch-Up: Knowledge, Path-Creation and the Middle Income Trap*. Cambridge University Press.
- Lundvall, B-A. (1992) (ed.). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London, Pinter.
- Markusen, J.R. (1995). “The Boundaries of Multinational Enterprises and The Theory of International Trade”, en *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9(2), pp. 169-189.
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking private vs. public sector myths*. London, Anthem Press.
- Mazzucato, M. y Pérez, C. (2014). “Innovation as Growth Policy: The challenge for Europe”. Science Policy Research Unit Working Paper Series 2014-13.
- McKinsey (2013). *Reverse the curse: Maximizing the potential of resource-driven economies*. McKinsey Global Institute.
- Meller, P. (2013a). *La viga maestra y el sueldo de Chile. Mirando el futuro con los ojos del cobre*. Santiago, Uqbar Editores.
- \_\_\_\_\_ (2013b). “El Cobre y las Interrogantes de largo plazo”, en MELLER, P. (ed.). *La viga maestra y el sueldo de Chile. Mirando el futuro con los ojos del cobre*. Santiago, Uqbar Editores, pp. 15-26.
- \_\_\_\_\_ (2013c). “Importancia Macroeconómica del Cobre Chileno”, en Meller, P. (ed.). *La viga maestra y el sueldo de Chile. Mirando el futuro con los ojos del cobre*. Santiago, Uqbar Editores, pp.27-64.
- Meller, P. y Gana, J. (2014). “Perspectiva de la Innovación Tecnológica Latinoamericana”, en Foxley, A. y Stallings, B. (eds.). *Economías Latinoamericanas*:

- Cómo avanzar más allá del ingreso medio*. Santiago, CIEPLAN y American University, pp. 105-158.
- Meller, P.; Poniachik, D. y Zenteno, I. (2013). “Efecto del Cobre sobre el Crecimiento Económico Chileno”, en MELLER, P. (ed.). *La viga maestra y el sueldo de Chile. Mirando el futuro con los ojos del cobre*. Santiago, Uqbar Editores, pp. 65-90.
- Minalliance (2012). *100 Innovations in the mining industry*. Disponible en: [http://www.oma.on.ca/en/ontariomining/resources/Minalliance\\_100\\_innovations\\_en.pdf](http://www.oma.on.ca/en/ontariomining/resources/Minalliance_100_innovations_en.pdf)
- Minería Chilena (2014). *Catastro de Equipamiento Minero 2013-14*. Santiago de Chile, EDITEC Grupo Editorial.
- Noras, P. (2009). “Development of the Scandinavian Mining Clusters”. Presentación en Seminario SOFOFA “Innovación para crecimiento y sustentabilidad-Éxito de Finlandia y Chile”. Santiago de Chile, noviembre 2009.
- OCDE, WTO y UNCTAD (2013). “Implications of Global Value Chains for Trade, Investment, Development and Jobs”. Prepared for the G-20 Leaders Summit, August 2013.
- Park, S-K. (2015). “Korea’s experience in Free Economic Zones”. Paper prepared for ROK-ECLAC International Seminar. Santiago de Chile, 22 de enero de 2015.
- Pietrobelli, C. y Staritz, C. (2013). *Challenges for Global Value Chains Interventions in Latin America*. IDB Technical Note N° 548.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York, Free Press.
- Robinson, D. (2006). “An Emerging Innovation System: Sudbury’s Mining Supply and Services Sector”. Institute for Northern Ontario Research and Development and Department of Economics, Laurentian University,
- Rocha, F. (2015). ¿Pueden los sectores de recursos naturales representar una alternativa para el desarrollo tecnológico? El Caso del Sector de Petróleo y Gas en Brasil. Por publicar.
- Rodrik, D. (2006). “What’s so special about China’s exports?”. NBER Working Paper 11947.
- Saggi, K. (2002). “Trade, Foreign Direct Investment and International Technology Transfer: A Survey”, en *World Bank Research Observer*, World Bank Group, vol. 17(2), pp. 191-235.
- Scott-Kemmis, D. (2013). “How about those METS? Leveraging Australia’s mining equipment, technology and services sector”. A public policy analysis produced for the Minerals Council of Australia.

- Scott-Kemmis, D. (2014). “The Development of Mining Equipment, Technology and Service Suppliers (METS) in Australia”. Seminario en Fundación Chile, octubre 2014.
- Satchwell, I. (2014). “Añadir valor a los minerales y a la energía: Equipos, Tecnologías y Servicios para la Minería (METS)”. Presentación en Fundación Chile, 11 de abril de 2014.
- Sturgeon, T.J. y Gereffi, G. (2009). “Measuring success in the global economy: international trade, industrial upgrading, and business functions outsourcing in global value chains. An essay in memory of Sanjaya Lall”. Disponible en: [http://www.cepal.org/comercio/tp1/contenidos/Measuring\\_success\\_global\\_economy\\_STURGEON\\_pp.pdf](http://www.cepal.org/comercio/tp1/contenidos/Measuring_success_global_economy_STURGEON_pp.pdf)
- Sturgeon, T.J.; Van Biesebroek, J. y Gereffi, G. (2008). “Value chains, networks and clusters: reframing the global automotive industry”, en *Journal of Economic Geography*, vol. 8(3), pp. 297-321.
- The Economist (2010). “The world turned upside down”. Disponible en: <http://www.economist.com/node/15879369>
- UNCTAD (2005). “World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D”. Disponible en: [http://unctad.org/en/docs/wir2005\\_en.pdf](http://unctad.org/en/docs/wir2005_en.pdf)
- United States Geological Survey (2015). Mineral Commodity Summaries, January 2015.
- Urzúa, O. (2012). “Emergence and Development of Knowledge-Intensive Mining Services (KIMS)”. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics N° 41. The Other Canon Foundation, Norway, and Tallin University of Technology.
- Veloso, F. (2001). “Local Content Requirements and Industrial Development: Economic Analysis and Cost Modeling of the Automotive Supply Chain”. Ph.D. Thesis in Technology, Management and Policy. MIT, February 2001.

## 7. ANEXO

**Cuadro A1**  
CHILE Y AUSTRALIA - CARACTERÍSTICAS GENERALES (2012)

	Chile	Australia
PIB per cápita (US\$ PPP)	21.044	42.872
Población	17.464.814	22.723.900
Población entre 15-64 años	69%	67%
Urbanización	89%	89%
Principales Socios Comerciales	China, EE.UU., Japón, Corea del Sur, Brasil	China, Japón, Corea del Sur, India, EE.UU.
Exportaciones minerales (% exportaciones totales)	61%	59%
Exportaciones minerales (US\$ MM, corrientes)	49.856	147.159
Importancia de Exportaciones (% PIB)	34%	21%

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos Banco Mundial y MIT Atlas de Complejidad Económica.



## 8. COMENTARIOS AL ARTÍCULO

### 8.1. Jorge Bande - Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO), Chile

Es muy importante el hecho de que hoy estemos reflexionando de cómo los recursos naturales o la minería pueden ser una plataforma de innovación tecnológica de desarrollo y no estemos discutiendo sobre cómo estos representan la maldición de los recursos naturales que se pensaba, y que predominaba en los debates hasta hace algunos años.

Existe una aparente dicotomía entre el sector minero y el sector industrial que sostiene que el desarrollo tecnológico es propio del sector industrial, pero que no es tan válida. La minería moderna no solo supone una gran cantidad de procesos industriales, es decir, no es solamente extractiva, sino que existe toda una cadena de procesamientos muy sofisticados de control que soportan la actividad hasta que se llega al producto final.

En la actualidad, la minería enfrenta desafíos muy importantes en distintos ámbitos que requieren de soluciones tecnológicas e innovación como nunca antes y, por lo tanto, definen los *drivers* que se mencionaban anteriormente.

La primera etapa de la minería es descubrir yacimientos mineros, por lo que aumentar la tasa de éxito de la exploración geológica y reducir el costo de la exploración son aspectos fundamentales de la cadena de valor de la minería. En este aspecto se ha avanzado enormemente, ya que la parte más fácil de la exploración minera hoy en día no existe. Los yacimientos actuales en Chile son yacimientos cubiertos que requieren el uso de técnicas mucho más sofisticadas, que han dado lugar a una serie de soluciones tecnológicas más sofisticadas también.

El *driver* más importante es compensar el creciente deterioro de los yacimientos que están actualmente en explotación, tanto en Chile como en el resto del mundo, que sufren leyes decrecientes de mineral, mayor profundidad de ya-



cimiento, minerales mucho más difíciles de procesar por su dureza y contenido de impureza, la masividad creciente de las operaciones al tener que mover más materiales para obtener la misma cantidad de mineral, y por lo tanto, los mayores costos corresponden al movimiento de estos materiales.

El otro *driver* es la necesidad de aumentar la eficiencia en el consumo de los insumos críticos para la minería, que en el caso de Chile son fundamentalmente el agua y la energía. El crecimiento y la masividad de las operaciones, las crecientes protecciones de accesos a estos insumos y la necesidad de mitigar sus impactos constituyen hoy en día un desafío fundamental.

En esta misma línea, las mayores exigencias ambientales y de comunidades empoderadas hace que surja con más fuerza el desafío de la sustentabilidad como un factor crítico de competitividad y de sobrevivencia de la minería. Aquí hay todo un campo de innovación en tecnología blanda que no debe mirarse en menos. Dada la complejidad que tiene este tipo de industria en un país como Chile, para lograr y mantener la licencia social que esta necesita para operar se requiere una cantidad importante de *capabilities*, que son una fuente de creación de empresas.

En la minería hay ciertos factores que favorecen el ambiente de innovación. La experiencia histórica muestra que hoy, si bien es cierto existen empresas que quieren apropiarse de algunas tecnologías para obtener ventajas competitivas, hay un grado mucho mayor de colaboración entre las grandes empresas mineras, en comparación con desarrollos tecnológicos que han ocurrido a lo largo de la historia.

Sin embargo, las grandes empresas mineras están crecientemente externalizando sus esfuerzos de investigación y desarrollo hacia centros de experiencia especializados en estas materias, por lo que aquellos países que no cuenten o no desarrollen a tiempo instituciones de innovación, con la calidad que se requiere, corren el riesgo de quedarse fuera de las cadenas de valor.

La minería es esencialmente cíclica, por lo que el foco, la preocupación y los fondos disponibles para financiar actividades de innovación son también vulnerables ante estos ciclos.

Chile tiene una gran ventana de oportunidades en el sector minero, dado que la escala de las operaciones, que es única en el mundo, ofrece la oportunidad de desarrollar equipos y soluciones que en otros sectores es más difícil.

A pesar de la gran importancia de la minería en Chile, esta ha estado excluida de la política pública, excepto en lo que se refiere a tributación y captación de renta. Ha habido una actitud rentista por parte del Estado y de la sociedad y, por lo tanto, todo el potencial de aprovechar estas oportunidades ha sido relegado a un segundo plano. Sin embargo, hoy se ha comenzado a ver esfuerzos por superar este vacío de políticas que ha existido por muchos años.

En Chile existe un déficit de capital social que va más allá del déficit en capital humano, y los esfuerzos para contribuir a superar este obstáculo tienen que ver con superar la desconfianza endémica de la sociedad chilena, para así poder avanzar a formas de cooperación y asociatividad y al cumplimiento de los objetivos comunes de los chilenos mediante acciones coordinadas y medibles. Esto requiere que surjan liderazgos fuertes que guíen a los actores, tanto de parte del sector público como del privado, que deben ser catalizadores a través de políticas de Estado que permanezcan en el tiempo.

Otro desafío para Chile es su baja capacidad de emprendimiento, especialmente en el sector de la minería, y dado que lograr un sector de proveedores de alta tecnología requiere la capacidad de emprender, enfrentamos un problema estructural.

La situación de nuestro país contrasta con la experiencia de Australia, donde gran parte de las empresas de servicios tecnológicos fueron formadas por profesionales que provenían del sector minero, vieron problemáticas que podían solucionar y salieron en búsqueda de esas soluciones.

Respecto a la visibilidad y financiamiento, cabe destacar que la minería chilena tiene una muy escasa vinculación con los mercados de capital y de deuda, la que es aún menor en el sector de empresas proveedoras a la minería. No solo se requiere capacidad de emprendimiento, sino también que el mercado vea las oportunidades de negocio que existen en el sector minero para poder acceder a este financiamiento.

Por otro lado, nos enfrentamos a una carencia de instituciones intermedias o *brokers* tecnológicos, que es un tema de vital importancia y es una función que podría cumplir de muy buena forma Fundación Chile, por ejemplo. El vínculo entre las necesidades de las mineras, los proveedores que pueden ofrecer soluciones y los centros de investigación que pueden desarrollar ciencia e I+D en torno a estas necesidades es fundamental, por lo que se requiere de alguna institución que intermedie estas relaciones.

La oportunidad a la que Chile se enfrenta hoy en día en la industria minera podría desaparecer si no se actúa con premura, efectividad y un alto grado de compromiso de todos los actores en estos aspectos. Existen países que nos llevan la delantera en muchos de estos ámbitos, ya que sus empresas e instituciones de investigación están sustentadas en estables y sólidas políticas de Estado, que lógicamente les permitirán ocupar los espacios del mercado que hoy se abren.

Afortunadamente, este año en Chile se ha comenzado a ver iniciativas que avanzan en la dirección de aprovechar estas oportunidades, con programas como la propuesta de “Minería, una plataforma de futuro para Chile”, que es parte de una agenda que generó un alto nivel de consenso entre todos los actores involucrados

en la minería y parece ser la base de una política de acciones concretas que se hacen cargo de superar algunos de los obstáculos que se han enunciado en el *paper*.

## 8.2. *Akseli Koskela - Ministerio de Empleo y Economía, Finlandia*

Debemos preguntarnos cuánto conocimiento existe sobre la importancia de la innovación en el sector minero de Chile en el largo plazo. Es necesario y urgente hablar sobre innovación en varios niveles diferentes, para lo que se presentan una serie de razones económicas.

La primera está ligada a la crisis del agua y de la energía y a cómo manejamos nuestras inversiones en energías renovables y acciones para políticas de ahorro energético. También debemos pensar en la necesidad de exportar no solo materia prima, sino también productos y servicios más refinados.

Otra razón importante para centrarnos en el tema de la innovación es la creciente dependencia que genera la minería gracias a la “Enfermedad Holandesa”. La exportación de minerales afecta negativamente a otros sectores económicos, por lo que la estructura económica pasa a depender aún más de esta materia prima. En Chile existe preocupación sobre el tema y se ha abordado por parte del Banco Central, pero no es suficiente pensar en ello desde la perspectiva financiera, se necesitan también acciones económicas en otros sentidos.

Como dice el *paper*, el rol del Estado está más orientado a resolver las fallas sistémicas de creación de redes; sin embargo, su rol puede ser más fuerte en las fallas sistémicas de creación de innovaciones, que debe ser a lo que apunte la política industrial.

Para esto debemos definir qué significan las innovaciones en minería. Podemos, por ejemplo, mirar el porcentaje de investigación y desarrollo más innovaciones (I+D+I) como parte del Producto Interno Bruto.

Usando el ejemplo de Finlandia, podemos destacar que ha aumentado el porcentaje de (I+D+I) hasta su nivel máximo de 3,78% del PIB en 2011. Un factor relevante para el éxito de la nueva política de innovación en Finlandia fue la integración europea, que permitió un movimiento muy grande de capitales e inversiones entre países vecinos. Esta política se ha creado con consensos políticos importantes entre la Izquierda y la derecha, logrando un consenso a nivel país en esta área. Sin este volumen de inversión en investigación y desarrollo, Finlandia sería un país en constante recesión.

Podríamos decir que las innovaciones se crean cuando la teoría y la práctica se juntan o el idealismo y el realismo se juntan. En el caso de la minería eso puede

significar varias cosas, como innovación en transporte, fundiciones o innovaciones laborales, pero aquí se busca poner énfasis en el ámbito de la educación y la formación de capital humano.

En Chile se vive una gran desarticulación en el ámbito de la educación. Existe una brecha muy grande entre ingenieros y técnicos y no existe diálogo entre grupos laborales en niveles básicos. Sin embargo, no es solo responsabilidad de la industria minera, sino que es un desafío para la política de educación en general de un gobierno.

El país necesita de una política en educación que le permita tener su propia tradición en ingeniería y tecnología a nivel nacional. En este sentido, la cooperación internacional puede representar un impulso muy importante.

### 8.3. Osvaldo Urzúa - BHP-Billiton, Chile

Existe un término muy útil para ejemplificar el conflicto que hoy se vive en Chile, que es el “valor compartido”. Este concepto nos ayuda a intentar entender de qué forma los problemas de las empresas tienen relación con los problemas de la sociedad, y de esta manera si uno trabaja en resolver los problemas de las empresas, genera un efecto colateral que impacta a la sociedad en su conjunto.

Por ejemplo, si tenemos problemas de baja productividad en los trabajadores, al apoyar a la sociedad, al gobierno, o crear una nueva institucionalidad de educación, podemos obtener una mayor productividad laboral y al mismo tiempo impactar positivamente a la sociedad. A esto han apuntado las recientes iniciativas de entrenamiento y capacitación en colaboración con el Consejo Minero, utilizando esquemas que vienen de modelos internacionales, como el australiano.

Existe también, por ejemplo, la oportunidad de trabajar para entregar una mejor calidad de vida en las ciudades donde viven los trabajadores del sector minero, como Antofagasta, para evitar que la retención se transforme en un problema de largo plazo. Las soluciones a estos problemas no solo benefician a la minería, sino también al resto de habitantes de esas ciudades, a los gobiernos regionales y al resto de las industrias que ahí se desenvuelven.

También se ha logrado aplicar este enfoque de creación de valor compartido en el sector de proveedores, ya que al incentivar una mejor calidad de los servicios por parte de estos se genera una mayor productividad, tanto en la industria minera como en el resto de las industrias a las que les prestan servicios las empresas proveedoras.

Acercándonos a lo que propone el *paper* en particular, se resalta el concepto de *capability* de innovación tecnológica, que es un factor clave para el crecimiento

a largo plazo de las economías, en un contexto de globalización y de la economía llamada “del conocimiento”. En este sentido, debemos debatir cómo se construyen estas capacidades de innovación para cerrar la brecha con las economías desarrolladas.

Por otro lado, cabe cuestionarse también cómo se explotan esas capacidades de innovación en estructuras productivas y estructuras de innovación que están organizadas en cadenas globales de valor. Los autores nos plantean que para abordar los desafíos de creación de capacidades de innovación para sustentar el crecimiento de largo plazo se requiere de procesos activos y, en particular, de políticas activas.

El documento aborda distintas dimensiones asociadas a los desafíos para implementar un esfuerzo activo y nos invita a pensar sobre cómo enfrentarlos en torno a las actividades de minería vinculadas al cobre, cuestionando los enfoques tradicionales, ya que serían insuficientes, y planteando la necesidad de definir nuevos enfoques más heterodoxos. El motivo de estas reflexiones en torno al cobre atiende a la escala de producción, lo que representa un factor muy importante a la hora de pensar y llevar a cabo esfuerzos activos.

La industria del cobre conlleva un gran potencial, pues representa cerca del 30% de la producción mundial, además de una masa crítica de capacidades, personas, equipos, infraestructura, instituciones y empresas ancla (tanto mineras como proveedoras) que actúan a nivel de cadenas de valor globales, a las que esta industria puede proveer una vía de acceso.

Tener un sector con alto potencial para cobijar políticas activas no es suficiente para que esto ocurra, ya que adicionalmente se requiere de ciertos cambios de paradigma que están asociados a lo siguiente:

- Dejar de ver la minería como una “vaca lechera”
- Asumir las limitaciones de las políticas establecidas por el Consenso de Washington
- Entender la necesidad de esfuerzos complementarios que otorguen un rol cada vez más importante a las alianzas público-privadas
- Entender la necesidad de la formación de capital humano capaz de participar de procesos de innovación tecnológica y cuyos procesos de formación mantengan una relación estrecha con la industria
- Repensar las políticas de contenido local apuntando a reconocer ciertas restricciones y evitar las ineficiencias que esto puede provocar
- Encontrar las formas de construir capacidades para participar en el desarrollo de innovaciones disruptivas en el futuro, como lo ha hecho Australia en el área de softwares mineros.

La escala y complejidad de la minería permite tener la oportunidad de importar las capacidades e instalarlas localmente para poder, en el futuro, mantener la productividad del sector y, al mismo tiempo, transformarlo en un sector con mucha más acumulación de conocimiento propio.

Sin embargo, el *paper* se queda corto en la propuesta de cómo lograr aprovechar esta oportunidad desde un punto de vista sistémico, poniendo el foco en el desarrollo institucional y el desarrollo de las capacidades que se necesitan.

Existen, además, ciertas omisiones relacionadas con factores esenciales para impulsar estos procesos activos, dentro de los que destaca el hecho de que el potencial de desarrollo existe solo si hay más minería.

Los desafíos asociados a poder sostener la escala de crecimiento objetivo es el principal *driver* que permite mantener el entorno para poder desarrollar políticas activas de desarrollo productivo y tecnológico. Si la producción decayera, se harían muy necesarias todas las capacidades de innovación. Por esto se debe hacer más visible el desafío de productividad, destacando que el desarrollo de capacidades de innovación es un medio para alcanzar nuevos estándares de productividad y desempeño que requieren las industrias.

Chile tiene una productividad laboral cercana a la mitad de la productividad en Canadá o Estados Unidos, y en este sentido las capacidades tecnológicas deberían estar alineadas con poder ir cerrando estas brechas de productividad. Se requiere, al mismo tiempo, integrar los distintos niveles de capacidades tecnológicas y no solamente capacidad de innovación. Tenemos importantes brechas de capacidades de absorción tecnológica, tanto como usuarios de la tecnología como innovadores.

Por último, se debe resaltar que esta es una oportunidad que tiene una ventana de cerca de 20 años y si no se generan las transformaciones antes mencionadas, podría perderse. Se debe poner mayor atención al rol de los mercados capitales y, en particular, a las formas de financiamiento, el rol de las universidades y centros de formación de ingenieros. En este sentido, debemos entender este proceso como uno evolutivo, donde es importante entender que las políticas y los esfuerzos activos de ayer no serán los mismos de mañana.

No podemos decir que hoy ya existe una clara idea de la estrategia y política que se requieren para impulsar un esfuerzo activo para los próximos 20 años en minería como un motor de desarrollo, pero sí hay un proceso encaminado y cuenta con la participación de diversos actores, y lo que se requiere para concretar los esfuerzos en esta dirección es una mayor participación del mundo político y un diálogo más estrecho con la sociedad.

#### ***8.4. Carlos Sanguinetti - Biotecnólogo en Minería, Uruguay***

Uruguay no es un país minero, ni mucho menos biotecnológico. Sin embargo, hoy se está viviendo un punto de inflexión en lo que tiene que ver con el área de Ciencia, Tecnología e Innovación, y la minería es un posible dinamizador de este proceso.

Una de las principales trabas que tiene el proceso de desarrollo de la biotecnología en Uruguay es la ocupación de los profesionales del área. La gran mayoría se desempeña en la industria, en desmedro de la academia, generando un problema a la hora de intentar mejorar procesos de investigación y desarrollo que aumenten la productividad.

En el caso chileno se ha experimentado una disminución de 2% a 3% en los costos debido a la inclusión de la biotecnología en los procesos productivos mineros. Uruguay debe comenzar a invertir en formar a su fuerza de trabajo.

Junto con lo anterior, es necesaria la generación de conexiones con las cadenas de valor globales; es decir, necesitamos entender los procesos productivos para saber qué se puede agregar o mejorar. Ese es el aporte que puede hacer la biotecnología: generar valor en las demás industrias.

#### ***8.5. Walter Cannata - Director General MSS Canteras Riachuelo, Uruguay***

El trabajo presentado por Patricio Meller y Joaquín Gana no deja lugar a muchas dudas. Dada mi experiencia de 30 años en el mundo empresarial y la academia, puedo reflexionar en relación con el comportamiento empresarial ante la innovación.

Los motivos de la innovación en las empresas pueden ser diversos, desde el agotamiento del mercado hasta una normativa legal que las obligue a innovar en sus procesos productivos. No obstante, las empresas suelen ser conservadoras y no innovan, lo cual se acentúa en las de mayor tamaño. La innovación, cuando existe, viene de parte de las pequeñas y medianas empresas que las rodean, ya que estas innovan con mayor facilidad. Por otro lado, los niveles de innovación varían al interior de las empresas, existiendo unidades o departamentos más innovadores que otros.

Cuando hablamos de transferencia tecnológica tenemos que poner atención al funcionamiento de la empresa y al comportamiento de la academia para tratar de juntar voluntades.

Pese a que el canal principal para las transferencias tecnológicas es el derrame en la cadena de valor, esto es un proceso mínimo en relación con el costo/



beneficio que tiene una innovación en el proceso productivo industrial, por lo que es fundamental ahondar en el rol de las universidades y entidades tecnológicas intermedias para vincular el conocimiento con el capital. La experiencia de países desarrollados así lo indica: aquellos que presentan mejores resultados son los que hicieron un buen nexo entre el conocimiento y el capital.

En las experiencias internacionales hay dos claros ejemplos de comportamiento que son relevantes a la hora de hablar de transferencia tecnológica: el caso asiático y el caso latinoamericano. Los países asiáticos han buscado la generación de alianzas, exigiendo un trabajo en conjunto a mediano y largo plazo, para que cuando se retire el capital extranjero el conocimiento quede en su país. En los países latinoamericanos, en cambio, ha primado la inversión, sin importar el aprendizaje o la transferencia tecnológica. En nuestro continente, la inversión tiene síntoma de generar trabajo, al igual que rentas y regalías.

Esto se debe articular entre todos, promoviendo la interdisciplinariedad:

- El trabajo privado, como por ejemplo con programas de Responsabilidad Social Empresarial que derramen *know-how*, y
- La participación del Estado, como proveedor de financiamiento y generador de instancias para combinar el conocimiento con el capital.

Con respecto a la formación de clústers y la capacidad innovadora, se habla del éxito del clúster minero de Antofagasta, uno de los primeros de Latinoamérica. No obstante, analizando los resultados de la minería chilena en los últimos 30 años, estos no han sido los esperados. La integración con los proveedores del sector minero está recién comenzando, después de un siglo de historia minera y de 25 años de la lógica de clúster.

Esta integración se da por necesidades de la gran empresa, que necesita desarrollar a sus proveedores, por lo que pone a disposición su *know-how* e incluso financiamiento. Para quienes toman las decisiones en las grandes empresas, caracterizadas por su rigidez, es mucho más conveniente promover la innovación en pequeñas y medianas empresas que formen parte de su cadena de valor, pues se genera innovación por derrame.

El problema de lo anterior radica en que no es algo sistemático, sino que se origina a partir de la voluntad de una gran empresa. Esta conducta no necesariamente se replicará en todas las industrias a nivel país, volviéndose necesaria la participación del Estado para generar políticas macro.

La gran mayoría de las pymes existentes en Chile, desarrolladas en torno a la industria minera, no exportan. Hay casos excepcionales, como ENAEX, que terminan vendiendo conocimiento en los países de la región, pero son ejemplos



particulares que han ampliado sus mercados luego de tener resultados muy buenos en el país. Como indica Meller, de 5.000 empresas involucradas en la cadena de valor minera, son 20 las que se han desarrollado a partir del clúster y han logrado ampliar su volumen de negocio.

La tendencia global va en esta línea. Los proveedores se desarrollan en torno a la gran empresa que los cobija, esperando nuevos proyectos que los hagan partícipes, sin aprovechar el conocimiento adquirido para ampliar sus mercados. A modo de ejemplo, como bien lo señalan los autores, la empresa Aguamarina desarrolla productos excelentes para la minería, pero estos no se pueden encontrar en Uruguay, ya que esta empresa, pese a ser brillante, no los exporta.

Cuando se está al interior de una mina y se observa toda la tecnología que se utiliza allí, se puede suponer que un alto porcentaje de ella podría ser empleada en diferentes sectores, como la industria cementera o frigorífica. Sin embargo, la mayoría de los proveedores de estas tecnologías prefiere acotar su participación al sector minero, ya que el entorno los mantiene en un estado de *comfort* o sus ingresos son suficientemente altos. Son pocos quienes se diversifican y salen con sus empresas a atender otros polos industriales.

Un ejemplo de esto se puede observar en la industria automotriz de México, donde los proveedores se mantienen atados a las grandes empresas automotrices, siendo dependientes del ciclo que mueve a la industria. Si la industria automotriz cae, los empresarios poco afines a la innovación y cegados por la renta sufren las consecuencias.

Otro elemento fundamental en Latinoamérica es el horizonte de tiempo, ya que incide en la poca inversión en innovación en el continente. Los sucesos económicos de Latinoamérica hacen que los empresarios sean reacios a invertir, ya que su mirada es a corto plazo. No invierten en procesos que tendrán su retorno a largo plazo, pese a que el desarrollo sostenible de su negocio puede depender de aquello. Si se requieren equipos pesados para la minería, existen dos opciones: pueden adquirirlos en una gran empresa extranjera o intentar desarrollarlos, lo cual requiere un tiempo y financiamiento mucho mayores.

Para concluir, es preciso recalcar que la innovación va de la mano de aquel industrial emprendedor o de quien se da cuenta de que sin innovación se queda sin mercado. Se debe promover la unión entre el capital privado y el conocimiento a través de una política pública, fortaleciendo el rol del Estado, tanto como integrador de los sectores, como en lo relativo al financiamiento. La posibilidad de innovación es posible en la minería del cobre y en la explotación de cualquier recurso natural, más aún teniendo en cuenta el cambio de la industria en los últimos 30 años.

## 8.6. Preguntas y comentarios del público

1. Han quedado algunas preguntas sobre la mesa que vale la pena debatir. La primera es ¿cómo integrar al país a las cadenas globales de valor? Ha habido una propuesta y ejemplos, pero se debe llegar a estrategias más concretas de cómo crear las competencias para que nuestros profesionales puedan integrarse a esas cadenas.  
Se necesitan incentivos para que las empresas multinacionales adjudiquen más contenido local a sus compras, pues no podemos olvidar que las compras anuales que hacen las empresas mineras en Chile son de US\$20.000 millones. Por otro lado, debemos también cuestionarnos ¿qué rol tiene Codelco y cuál debe tener en el futuro?
2. ¿Cuál es el rol concreto de la institucionalidad en la creación de esta plataforma de innovación? ¿Cómo integramos a las mineras *junior* en este proceso?
3. Hemos visto la carencia de relaciones público-privadas de forma generalizada, con excepción del ejemplo de la trazabilidad en Uruguay, demostrando que sí es posible hacer algo. Pensando en no volver a cometer los mismos errores del pasado en la industria minera, se debe tener en cuenta por qué buscamos innovar y qué intentamos mejorar con la innovación. Además, cabe preguntarnos por qué se tuvo que esperar 25 años para llegar a un concepto de innovación como el actual.
4. Teniendo en cuenta que la defensa es fundamental para el desarrollo de un Estado y que existe hoy un proyecto de ley que busca cortar el 10% de la Ley del Cobre que se destina a defensa y dejarlo para posibles proyectos que deben ser aprobados por el Congreso, pensando en estos recursos de los que el Estado dispondrá, ¿por qué no hacer que este desarrollo de innovación y tecnología nazca ahora de Codelco a nivel nacional?
5. Respecto al *royalty* minero, no se habló sobre el uso de esos fondos para fortalecer la plataforma tecnológica del sector privado de la minería. En este sentido, se sugiere a los autores observar las experiencias de otros países sobre el uso de estos recursos, donde la tasa del impuesto también depende el precio internacional del cobre.  
En la CEPAL se ha debatido plenamente sobre la Gobernanza de los Recursos Naturales, y tiene que ver con qué se hace con la renta proveniente

de los excedentes de precio y quién se apropia de ella. En Chile solo un porcentaje pequeño es apropiado por el Estado, mientras que en otros países se ha avanzado a una captación más agresiva, reteniendo sus Estados una mayor parte de esa renta. En Chile una política similar podría significar una disponibilidad de recursos que permita hacer el salto tecnológico y científico al que se apunta. Sería muy valioso si los autores pudiesen comentar sobre esto.

6. Tomando en cuenta el desarrollo de la industria minera y su impacto en las exportaciones, ¿de qué manera se puede conectar la producción de cobre con los demás sectores de la economía?
  
7. No hay otro modo de generar transferencia tecnológica que vinculando el capital y el conocimiento formado en las universidades; pero también debemos poner atención en lo que ocurre en los institutos de formación técnica, ya que las industrias también requieren técnicos para su funcionamiento. Al igual que las grandes empresas, ortodoxas y conservadoras, las grandes universidades también tienen su cultura, la cual se ha formado desde el momento en que fueron concebidas en otras épocas por gente que ingresaba allí para pensar. A medida que el mundo cambia, como indica Meller, las universidades deben ajustarse a esto. Como ocurre en diversos ámbitos de la vida, la universidad debe ajustarse a los cambios del medio.
  
8. Mi interrogante apunta al momento en el cual uno puede ejecutar una política, como por ejemplo la instalación de una plataforma tecnológica. Hay un momento en el cual la industria es pujante, con crecimiento e inversión, como el período que se vivió en años recientes. Luego llega un punto en que hay una crisis de productividad, donde los costos son crecientes y el margen se va acotando. Entonces cuando hay una industria pujante, es un momento propicio para implementar planes, porque el capital abunda. Sin embargo, cuando entramos a un proceso en que la rentabilidad disminuye ¿dónde queda ese capital?  
 A mi juicio, en los dos casos es un poco pesimista el desarrollo del proveedor. En el primero, todo el capital fluye a aumentar la producción, ya que la rentabilidad es muy alta. No obstante, cuando hay crisis de productividad, el capital es escaso y se recortan los costos.  
 Vislumbro dos soluciones posibles: la primera es la incorporación de la minería como accionista para la transferencia de capital a proveedores; mientras que la segunda es un sistema de gestión de innovación abierto para

mineras y proveedores que permita compartir los riesgos en los períodos de baja productividad.

### 8.7. Respuestas de Patricio Meller (Coautor)

En relación con el problema de por qué solo ahora estamos preocupados de la innovación, tiene que ver con que en Chile ha prevalecido un enfoque ortodoxo de mirar cómo se genera la innovación. Esto está asociado al hecho de pensar que si el Estado genera el entorno macro, están dadas las condiciones de la trilogía estructural (mercados libres, libre comercio y privatización) y el Estado solo se remite a no interferir con lo que hace el sector privado, entonces la innovación surgiría espontáneamente de agentes emprendedores. Sin embargo, esto no funcionó así.

Por eso nos encontramos hoy en esta discusión que plantea que el Estado debe tener un rol más activo y ser parte de un problema sistémico en el que se deben generar redes, asociatividad público-privada, etc.

La definición que se tiene en Chile del *royalty* está establecida por ley, y la problemática principal es que si bien existe el mecanismo para generar los recursos, hay limitaciones en las formas de canalizarlos hacia innovación. La decisión de cómo se distribuyen estos recursos debe pasar por el Parlamento, lo que hace que la mayor parte de estos se invierta en regiones, en ámbitos desanclados de la innovación. Esto genera un problema, ya que se está chocando con la institucionalidad existente, que no es fácil de cambiar.

A diferencia de lo que pasa con la ganadería en Uruguay o con la soja en Argentina, el sector minero chileno se asemeja más a un enclave. La hipótesis del enclave implica dependencia, dejando al sector minero más conectado con la economía de los países desarrollados que con la economía local. Una respuesta conceptual a los enclaves es la teoría de clúster, la cual busca explicar cómo vincular el sector productivo, en este caso minero, con la economía local.

Existen muchas interpretaciones de lo que significa “economía local”. ¿Es la economía de la ciudad, de la región o del país? ¿O –como se hace hincapié hoy en día– la economía local es lo que atañe a las comunidades que están cerca de la localización de los proyectos o inversiones? Estas comunidades pueden ser pueblos originarios, que se preguntan qué están haciendo o a qué vienen los *extranjeros*, quienes replican el fenómeno del enclave y de la dependencia, sin permitir que la comunidad tome parte de la renta que genera el sector. Esto es algo que estamos viendo hoy en Chile, específicamente en los proyectos e inversiones del sector minero.

Para responder a la pregunta sobre cómo se articula el cobre con el resto de la economía, debemos mirar más allá y preguntarnos qué gana la sociedad, y en particular las comunidades aledañas, con la producción minera. En este ámbito, ha tomado fuerza un nuevo concepto, conocido como “licencia social”.

Hay proyectos mineros, o de cualquier otro sector industrial, que pese a cumplir con todas las licencias pertinentes, ya sean ambientales, legales o políticas, no se logran llevar a cabo, pues no cuentan con la licencia más importante hoy en día: la licencia social. Si una comunidad está en desacuerdo con un proyecto, no se puede construir. Actualmente, las comunidades se hacen la siguiente pregunta: ¿Qué ganamos nosotros con la inversión? Si la respuesta a esta pregunta no es convincente, la inversión queda detenida, tal como ocurre con más de US\$70.000 millones de inversión minera en espera de aprobación.

La respuesta a la problemática de la licencia social no está incluida en el documento; no sabemos cómo enfrentarla, pero ha tomado fuerza en el debate.

El *paper* está centrado en lo tecnológico y, en particular, en un tema del que no nos habíamos preocupado antes: la transferencia y diseminación de la tecnología. El Estado piensa que esto es un proceso automático, resuelto por la universidad, pero esta institución no lo está haciendo.

Hay algunas instituciones que articulan la transferencia tecnológica. En el caso chileno tenemos la Fundación Chile, ente público-privado orientado a generar transferencia tecnológica y actuar como antena tecnológica a nivel país. Sin embargo, no es suficiente, se necesitan más instituciones de este tipo que sea posible crear con financiamiento público-privado.

A diferencia de nosotros, algunos países asiáticos, como Japón y Corea, han entendido la importancia de la transferencia de conocimiento y tecnología, ligado a lo cual está el papel de las universidades.

La diferencia entre la ingeniería que se enseña en Latinoamérica y en Asia es que las universidades y empresas asiáticas toman como base para dominar la tecnología el proceso de ingeniería reversa. Cuando los empresarios coreanos o japoneses reciben una nueva maquinaria, la abren y analizan cómo está constituida; mientras que en Latinoamérica se importa la misma maquinaria, como una “caja negra” con enchufe, simplemente se conecta y empieza a funcionar, sin comprensión de la lógica tras el funcionamiento. Por lo tanto, se debe modificar el rol que está cumpliendo la universidad en los procesos de innovación, cambiando la manera en que se enseña la ingeniería.

Por último, citando al gerente de innovación BHP Billiton, cuando una empresa o el país tienen mucho dinero, hay poca innovación, mientras que cuando se entra en períodos de crisis, esta aumenta. La creatividad e innovación florecen en períodos de dificultades.

## OTROS ARTÍCULOS VINCULADOS AL PROYECTO “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA EN RECURSOS NATURALES”

### *Redes, Innovación y Trazabilidad en el Sector Cárnico Uruguayo*

Autores: Cristina Zurbriggen y Miguel Sierra

#### *Abstract*

*El crecimiento económico de Uruguay en los últimos años se ha basado parcialmente en el dinamismo de las exportaciones de bienes agroindustriales, siendo el sector cárnico el principal mercado para la exportación y competidor a nivel global. Este artículo analiza desde un enfoque socio-técnico la construcción público-privada de una Plataforma de Información integrada por el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) y el Sistema Electrónico de Información de la Industria Cárnica (SEIIC). Esta Plataforma ha permitido que Uruguay sea el único país del mundo donde el 100% del ganado bovino está registrado e identificado electrónicamente en forma individual (83% trazado) lo que permite monitorear toda la cadena de producción, y realizar un seguimiento a los animales desde el nacimiento hasta que la carne llega al consumidor. Asimismo, la acumulación de capacidades tecno-productivas generadas en el sector cárnico está permitiendo desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas nacionales como lectores industriales de trazabilidad bovina, tipificadores de canales, y genómica.*

## **Políticas Tecnológicas para la Innovación: La Producción Agrícola Argentina**

**Autores: Roberto Bisang, Guillermo Anlló y Mercedes Campi**

### *Abstract*

*En las dos últimas décadas, la actividad agrícola argentina casi triplicó sus niveles de producción. Este artículo analiza el vínculo entre el dinamismo de la agricultura de los cultivos anuales (especialmente la soja y el maíz) en Argentina y el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Se argumenta que el éxito del nuevo modelo de innovación está estrechamente ligado a la estructura de la red agraria de proveedores, contratistas de servicios y modernas empresas agropecuarias. Además influyen los procesos de aprendizaje y acumulación de conocimientos tanto en el sector privado como en el público. Estos dieron pie a innovaciones exitosas de altísimo impacto, permitieron el desarrollo de ventajas competitivas y estimularon la concentración de la I+D en el sector privado. El desafío futuro radica en llegar a un número importante de agentes a través de unos pocos innovadores, aprovechando la institucionalidad privada ya existente con una coordinación pública adecuada. Esta debería estar orientada a intervenir en el conjunto de innovaciones críticas y con lineamientos sobre especialización que apunten a complejizar la estructura productiva, más allá de la especialización en bienes no diferenciados intensivos en recursos naturales.*

## **Recursos Naturales como Alternativa para la Innovación Tecnológica: Petróleo y Gas en Brasil**

**Autor: Frederico Rocha**

### *Abstract*

*Utilizando la industria de petróleo y gas como ejemplo, este trabajo presenta las oportunidades de aprendizaje y de acumulación de capacidades tecnológicas que pueden representar las industrias de recursos naturales en Brasil. Se profundiza en las características del proceso de crecimiento de la industria petrolera impulsado por PETROBRAS que, desde su creación en 1950, ha sido el mayor pilar de este crecimiento. En este sentido se destaca que el éxito del sector petrolero no fue fortuito sino el resultado de un proceso de aprendizaje y de acumulación de capacidades. El trabajo sostiene además que PETROBRAS ha sido una herramienta fundamental para el desarrollo del sector de proveedores de la industria de petró-*



leo y gas y ha generado un conjunto de externalidades positivas que ha permitido la formación de una importante red de conocimiento compuesta por empresas e instituciones públicas y académicas. También se analizan algunas deficiencias en el enfoque de la política de contenido local, donde ha habido problemas en la generación de incentivos para adquirir competitividad, lo que ha llevado a endurecer progresivamente esta regulación, generando aumentos en costos y retrasos en inversiones. Adicionalmente no se ha vinculado la política de contenido local con la política de innovación, entregando señales confusas a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades. En este sentido se plantea el desafío de crear incentivos para la innovación continua en la industria.

## **Política de Innovación para Fortalecer las Capacidades en Manufactura Avanzada en México**

**Autor: Gabriela Dutrénit**

### *Abstract*

*México ha atraído a empresas multinacionales integradas a Cadenas Globales de Valor (CGV), lo que ha generado cambios económicos estructurales importantes pasando a tener exportaciones compuestas en un 84,3% por manufacturas en 2013. Sin embargo, a pesar de producir y exportar bienes de alto contenido tecnológico, el valor agregado de los bienes que entran a las CGV es reducido, lo que pone en evidencia algunas falencias del modelo mexicano. Esto genera oportunidades de mejora. Algunas de las estrategias para aprovechar estas oportunidades son: (i) la política “Diseñado en México” liderada por ProMéxico, y (ii) Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado, elaborado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT). Este trabajo propone planes de acción específicos para lograr el desafío de enfocarse en sectores estratégicos/prioritarios y ponerlos en el centro de las estrategias de desarrollo del país, donde se destaca la participación de los sectores de Ciencia, Tecnología e Información (CTI). Los desafíos para alcanzar estos objetivos se concentran en las dificultades observadas para operar el marco institucional asociado a la gobernanza del sistema, traducido como fallas de coordinación y falta de consensos políticos.*



## RESEÑA DE OTROS INVESTIGADORES ASOCIADOS AL PROYECTO

### GUILLERMO ANLLÓ (ARGENTINA)

*Candidato a Doctor en Ciencias Políticas de la Universidad Nacional de San Martín. Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes. Licenciado en Economía de la Universidad de Buenos Aires. Docente/Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires. Consultor Internacional de organismos como CEPAL, BID, BANCO MUNDIAL, OIT, OMPI. Algunas de sus áreas de interés son: política y gestión de la ciencia; tecnología e innovación; teoría de redes y cadenas de valor; recursos naturales de origen biológico renovables; bioeconomía.*

### ROBERTO BISANG (ARGENTINA)

*Licenciado en Economía (UNR, 1977) y MSc. en Economía (CEMA, 1982). Profesor visitante de Science Policy Research Unit (Universidad de Sussex, Inglaterra). Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP) FCE/UBA y de la U. de Tres de Febrero. Especialista en organización industrial, tecnología y análisis sectorial. Docente de la UBA, U. Nacional de Gral. Sarmiento, U. Nacional de Rosario, Mar del Plata, San Andrés, Di Tella y Austral. Evaluador de proyectos de CTI en varias instituciones (CONICET, INTA, UBA, SECYT). Consultor de diversos organismos internacionales (CEPAL, Banco Mundial, BID, OPS, OMS, ONUDI, FAO), nacionales (Secretaría de Industria, MINAGRI, MINCYT, INTA y otros) y empresas privadas.*

### MERCEDES CAMPI (ARGENTINA)

*Doctorada en Economía de la Scuola Superiore Sant'Anna di Studi Universitari e di Perfezionamento. Master en Investigación Histórica de la Universidad de San Andrés. Licenciada en Economía de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora del Ins-*

*tituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires. Ha sido investigadora asociada del Laboratory of Management & Economics (LEM) & Institute of Economics, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italia. Áreas de interés: Cambio Tecnológico; Innovación y Desarrollo Económico; Derechos de Propiedad Intelectual; Agricultura; Biotecnología.*

#### GABRIELA DUTRÉNIT (MÉXICO)

*Licenciada en Economía de la Universidad de La Habana, Magíster en Economía de la UNAM, México, y Doctora en Economía de la Innovación en el Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex, Inglaterra. Es investigadora y docente del Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco; miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel III; miembro del comité científico internacional de Global Network for Economics of Learning Innovation, and Competence Building Systems (Globelics) y Coordinadora de su capítulo latinoamericano (LALICS). Fue Coordinadora General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, desde julio de 2012-agosto de 2014.*

#### FREDERICO ROCHA (BRASIL)

*Graduado en Ciencias Económicas de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Magíster y Doctor en Economía de Industria y Tecnología de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Es profesor asociado y director del Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Posee diversas publicaciones en el área económica, con énfasis en economía industrial y específicamente en temas de productividad, industria brasileña, fusiones y adquisiciones, empresas multinacionales y competencias tecnológicas. En la actualidad investiga sobre temas asociados a la industria del petróleo, gas y recursos naturales.*

#### MIGUEL SIERRA (URUGUAY)

*Doctor en Tecnología de Alimentos en la Universidad Politécnica de Valencia. Master en Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia. Ingeniero Agrónomo de la Universidad de la República del Uruguay. Ha sido consultor de FAO e investigador invitado en Wageningen University, Communication and Innovation Studies Department. Actualmente se desempeña como gerente de Innovación y Comunicación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Uruguay (INIA), delegado institucional al Consejo Sectorial de Biotecnología del Uruguay y miembro*

*del Comité Evaluador de Globelics, Red Internacional sobre Sistemas Nacionales de Innovación. Co-lidera un proyecto internacional de FONTAGRO sobre intensificación sustentable en lechería.*

**CRISTINA ZURBRIGGEN (URUGUAY)**

*Licenciada en Sociología de la U. de la República, Uruguay, y Doctora en Ciencias Políticas por la U. Eberhard Karls de Tübingen, Alemania. Fue directora de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) en Uruguay. Ha sido evaluadora de proyectos para el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) Chile, de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT), Argentina. Actualmente trabaja como investigadora y profesora de posgrado en la Facultad de Ciencias Sociales de la U. de la República, Uruguay.*





