



Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad

ISSN: 2145-4426

revistacts@itm.edu.co

Instituto Tecnológico Metropolitano

Colombia

Cárcamo, Pablo; Figueroa, Rodrigo; Elgueta, Lautaro  
LA INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA MINERA EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA  
Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, vol. 9, núm. 17, julio-diciembre, 2017, pp. 11-31  
Instituto Tecnológico Metropolitano  
Medellín, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=534367006013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



# A INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA MINERA EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

*Innovation in the mining industry in  
Antofagasta region*

Pablo Cárcamo\*

Rodrigo Figueroa\*\*

Lautaro Elgueta\*\*\*



\* Licenciado en Sociología. Phibrand. Santiago de Chile-Chile. E-mail: pabloe.carcamo@gmail.com

\*\* PhD en Sociología. Master en Economía del Trabajo y Relaciones Laborales. Docente de la Universidad de Chile. Santiago de Chile-Chile.  
E-mail: rofiguer@u.uchile.cl

\*\*\* Sociólogo. Universidad Adolfo Ibáñez. Santiago de Chile-Chile. E-mail: lautaro316@gmail.com

Fecha de recepción: 16 de marzo de 2016

Fecha de aceptación: 15 de noviembre de 2016

## Cómo citar / How to cite

Cárcamo, P.; Figueroa, R. y Elgueta, L. (2017). La innovación en la industria minera en la región de Antofagasta. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(17).

**Resumen:** en este texto se presenta los resultados de una investigación sobre los principales componentes de la estructura de innovación en la industria de la minería en la II región de Chile, Antofagasta. Con base en entrevistas a profundidad con universidades, proveedores Pymes y compañías mineras, sobre sus prácticas cotidianas de producción, se determinan los sentidos de las interacciones existentes para situarlas en el marco de la innovación de productos y servicios. De esta manera, se propone una interpretación de los sistemas de innovación basada en la Teoría de los Sistemas Sociales, de Niklas Luhmann, para fundamentar los procesos que delimitan y crean a un sistema de innovación en la realidad. Los resultados demuestran que la producción de sentido, en relación con el desarrollo de nuevas tecnologías, es una herramienta valiosa para la investigación e intervención pública en los sistemas de innovación.

**Palabras clave:** sistemas de innovación, sistemas sociales, minería, clúster.

**Abstract:** this paper presents the results of a research study on the main components of the innovation structure of the mining industry in Antofagasta, II Region of Chile. Based on in-depth interviews with university staff, SMEs suppliers, and mining companies about their daily production practices, the meanings of their interactions are determined in order to place them in the context of product and service innovation. We thus propose an interpretation of the innovation systems, derived from Niklas Luhmann's Social Systems theory, to explain the processes that define and create an innovation system in the real world. The results show that the production of meaning, regarding the development of new technology, is a valuable tool for research and public intervention on innovation systems.

**Keywords:** innovation systems, social systems, mining, cluster.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la relación territorio-industria ha generado un gran número de marcos conceptuales para entender sus dinámicas y cambios a lo largo de la historia. Uno de los focos conceptuales más recientes tiene que ver con el concepto de innovación y el desarrollo industrial. La idea de innovación se ha convertido en un objeto deseable para gobiernos e industrias, generándose distintas líneas de investigación y propuestas para el desarrollo de políticas públicas basadas sobre el concepto de «sistema» como herramienta analítica (Edquist 1997, Malerba 2004, Bergek et al., 2015). Si bien el concepto de innovación ha logrado una amplia difusión en el estudio sobre las acciones de una empresa (procesos, productos y mercadeo), ella generalmente refiere al desarrollo de nuevas tecnologías y su aplicación industrial. A partir de esta visión, se relacionan la innovación y su desarrollo con el incremento en productividad industrial y mejores índices económicos a los gobiernos.

La investigación sobre innovación también vincula su desarrollo con la complejidad social de las relaciones industriales, generando un conjunto de categorías que tienden a problematizar la noción de sistema comúnmente usada por los investigadores para intentar explicar el funcionamiento de la producción y las transiciones tecnológicas. Nuestro trabajo se inserta en tal tendencia. Al igual que otros investigadores de la región (Lepratte 2014, Blanc et al., 2015), buscamos potenciar los marcos interpretativos que tienen por objetivo capturar las dinámicas productivo-industriales en las sociedades latinoamericanas. En esta dirección, presentamos un análisis de la industria minera en la región de Antofagasta y su relación con las «capacidades de innovación» presentes en la industria. Nuestro interés en esta región se debe a que es uno de los territorios en donde el Estado chileno ha puesto un mayor énfasis en el desarrollo de políticas públicas para la innovación, y también una de las regiones donde se busca comprender su desarrollo industrial desde un punto de vista

sistémico, a través de la noción de clúster. El Estado ha buscado promover el desarrollo de encadenamiento productivo virtuosos entre las grandes mineras y sus proveedores para fortalecer la innovación, y así, el desarrollo regional y nacional.

Desde una perspectiva teórica, en este trabajo buscamos complementar el programa de investigación propuesto por Lepratte (2014) con un enfoque desde la teoría de sistemas de Luhmann. Con ello, queremos preguntarnos por el sentido dado a la innovación en la minería regional chilena y cómo se constituye un espacio diferenciado (un subsistema) dentro del sistema económico minero. En esta perspectiva, nos interesa examinar las formas de interacción de los componentes que conforman el sistema y cómo ello produce una semántica y codificación específica sobre la innovación y su impacto en el desarrollo industrial. En síntesis, el objetivo principal de la investigación es establecer con claridad el sistema de innovación que se encuentra asociado a la industria minera de Antofagasta. Nuestra tarea busca resolver cómo el sistema de innovación emerge desde el sentido que une las comunicaciones referidas al desarrollo de nuevas tecnologías en la minería.

Finalmente, nuestro artículo se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se describe brevemente el estado de la minería en Chile y la región de Antofagasta, poniendo un énfasis en su capacidad para desarrollar productos o servicios innovadores. Segundo, realizamos una síntesis teórica para establecer la observación del sentido dado a la innovación desde la teoría de los sistemas sociales de Luhmann. Tercero, el artículo describe la composición del sistema de innovación de la región de Antofagasta y las relaciones entre los actores que lo componen. Por último, el artículo presenta, a modo de conclusión, cómo la ampliación de la forma de observación la innovación en la minería del norte grande, puede permitir un mejor desarrollo de las políticas públicas que promueven la innovación y cómo ello

también fortalece una perspectiva sistémica para estudiar el desarrollo de la innovación en distintas industrias.

## LA INDUSTRIA MINERA EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

La región de Antofagasta es un polo de desarrollo de la minería del cobre a nivel global. En este territorio las grandes explotaciones mineras configuran la principal estructura económica y sus demandas generan una extensa red de proveedores mineros buscando satisfacerlas a través de sus productos y servicios. En el año 2012, la minería en Chile fue responsable del 14 % de los ingresos fiscales de Chile (Fundación Chile, 2014), lo cual indica el extraordinario impacto de esta actividad y dicho territorio en la configuración socioeconómica del país. Sin embargo, la posibilidad de mantener tal volumen de ingresos se encuentra determinada por las capacidades de resolver significativos desafíos en la industria minera, tales como la baja en la ley de los minerales extraídos<sup>1</sup> y el aumento de los costos productivos. Esta situación ha provocado que las grandes explotaciones mineras estén constantemente revisando su organización productiva para buscar y producir mayor eficiencia en las mismas. En este marco, el rol de los proveedores mineros pareciera ser central, y por ello el Estado chileno ha definido entre sus más importantes objetivos el desarrollar políticas públicas que ayuden a mejorar y fortalecer las relaciones entre este sector productivo y las grandes compañías mineras (Comisión Minería y Desarrollo de Chile, Consejo Nacional de Innovación y Competitividad, 2014). Además, tal esfuerzo es parte sustantiva del interés académico por entender el impacto de la gran minería de cobre desde una perspectiva multidisciplinaria, la cual relaciona aspectos productivos, organizacionales, económicos, culturales y sociales (Arias et al.,

2014; Atienza, 2009, 2012; Atienza et al., 2016; Meller, 2013).

En términos de organización productiva existen once grandes compañías mineras en la región que representan el 50 % del total de cobre producido en Chile. De estas, dos corresponden a faenas pertenecientes a la empresa minera estatal Codelco, y las otras son parte de empresas mineras globales, como BHP Billiton, Anglo American, Xstrata y Barrick Gold (Atienza et al., 2016). Si bien la región representa una parte importante del total de la producción del sector, solo un 12 % del total de proveedores mineros se encuentra en Antofagasta, mientras que el 62 % se localiza en la región Metropolitana (Fundación Chile, 2014). Los proveedores mineros tienen un alto impacto en la cadena de valor minera, tanto en los procesos de extracción, procesamiento, como de refinamiento de los minerales. Dado que existe un impacto creciente en las operaciones de las empresas, también se espera que los proveedores sean parte importante de los procesos de innovación de la industria.

Como una consecuencia de la apertura de la economía chilena a la economía global, los gobiernos han buscado equilibrar la intervención y acción del Estado con la liberalización de la economía. La política de clúster económicos e industriales ha sido uno de los procesos con los cuales los gobiernos han buscado construir un equilibrio entre ambas perspectivas. Una de las líneas de acción de esta política ha sido el desarrollo productivo de empresas locales que provean de servicios a las grandes compañías mineras.

En 1998, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) destacaba el potencial del clúster minero de Chile y miraba con optimismo el desarrollo de un conjunto de empresas chilenas vinculadas con las grandes compañías mineras. El mismo reporte consideró que estas empresas tenían un enorme potencial exportador con relación a sus productos y servicios, pero que aún estaba ausente un mayor grado de inversión en investigación y desarrollo (Ramos, 1997). Dada esta limitante en el proceso de desarrollo de las empresas proveedoras de la gran

<sup>1</sup> La ley determina la concentración específica de un mineral en un segmento de rocas, expresada en porcentajes. Ya que la información entregada por los sondeos determina los lugares con mayor concentración de mineral, a medida que la explotación de las faenas mineras avanza la ley de los minerales extraídos tiende a ser menor.

minería del cobre, los gobiernos definieron como uno de sus desafíos transversales profundizar y promover las capacidades de los proveedores mineros chilenos.

En la actualidad, «Minería: una plataforma de futuro para Chile», es el documento de política pública más significativo que establece la forma en que el Estado y la sociedad chilena debería promover la innovación y el desarrollo tecnológico, ambos procesos como una respuesta a la baja de la ley de las extracciones de mineral (Comisión Minería y Desarrollo de Chile, Consejo Nacional de Innovación y Competitividad, 2014). En este documento se reafirma que la política pública debe promover el desarrollo del clúster minero y sus encadenamientos productivos.

Desde una perspectiva crítica, investigadores de la región de Antofagasta (Arias et al., 2014; Atienza et al., 2015) han cuestionado el desarrollo de esta política pública y han expresado, como uno de los indicadores de su poca efectividad, la escasa incidencia que los proveedores mineros locales tienen en la producción de la innovación, lo cual es evidente, en tanto solo el 14 % de las patentes sobre innovaciones y desarrollo tecnológicos existentes en la minería fueron desarrolladas por los proveedores mineros de la región de Antofagasta. Sin embargo, otros investigadores del sector minero, como Patricio Meller (2013), valoran que la política pública haya basado su desarrollo en el concepto de clúster y su vínculo con la innovación.

Este artículo se enfocará en comprender en las formas y las relaciones en las cuales están incrustados los proveedores mineros de la región de Antofagasta, organizaciones mandatadas desde el Estado a ser ejes fundamentales para la producción de la innovación. En esta dirección, asumimos que, aunque los proveedores locales de las grandes compañías mineras tienen una baja participación en el desarrollo de nuevas patentes tecnológicas, ello no niega la posible existencia de un sistema de innovación en la región. En este caso, tal sistema innovación emergería como una consecuencia directa de la proliferación de redes

de interacción industriales, a través de las cuales se producen relaciones orientadas a desarrollar de innovaciones que faciliten o mejoren los procesos productivos en la gran minería del cobre en Chile. Este sistema se diferencia funcional y semánticamente de un sistema de producción encargado de soportar las actividades principales del sector industrial.

## DELIMITANDO Y CONOCIENDO UN SISTEMA DE INNOVACIÓN

El concepto de «sistema» es uno de recursos más utilizado para analizar los procesos de innovación en países, regiones o industrias y refiere principalmente a las interacciones de actores, redes e instituciones, cuyo objetivo es el desarrollo de nuevas tecnologías. El uso de este concepto de sistema pone interés principalmente en la evolución de los componentes o actores que lo componen. Siguiendo esta perspectiva, Malerba (2004) ha estudiado el desarrollo de la innovación en sectores industriales de distintos países y niveles de desarrollo. Bergek et al. (2015) ha focalizado su observación en el sector tecnológico, profundizado el análisis de sistemas cuyo interés está en el desarrollo de tecnologías específicas. Edquist (1997) ha puesto énfasis en la evaluación de distintos sistemas (países) y sus capacidades para promover la integración de diversos actores hacia el desarrollo de la innovación. La localización territorial de esta perspectiva sistémica utiliza el concepto de sistemas regionales de innovación como la variación específica de esta tradición. Esta perspectiva sería la que se utilizaría comúnmente como base para analizar el caso de una región como Antofagasta. Un sistema regional de innovación complementa la lógica antes mencionada con una localización específica para el desarrollo de la innovación, centrada en territorios específicos y la promoción de los actores locales en actividades intensivas en conocimiento (Doloreux y Parto, 2005).

En un esfuerzo por ampliar y profundizar el uso del concepto de sistema en el estudio de la

innovación, Ranga y Etkowitz (2013), proponen conocer cómo se forma y reproduce un sistema de innovación basándose en la teoría de los sistemas de información de Claude Shannon (1948) y la teoría de los sistemas sociales de Niklas Luhmann (1975). El resultado de este esfuerzo teórico explica el comportamiento de los sistemas de innovación como un movimiento de triple hélice, el cual emerge como una consecuencia de las interacciones entre gobierno, academia y empresa (los componentes de un sistema de innovación ideal). El movimiento de triple hélice describe las interacciones entre estos tres actores como específicas semánticas y procesos de diferenciación relacionadas al desarrollo de nuevas tecnologías (innovación).

Aunque el trabajo de estos autores supone un avance con relación a una noción de sistemas de innovación basada en la simple relación de actores o su ubicación territorial, su perspectiva continúa siendo general y analítica. Dado esto, siguen existiendo límites conceptuales para alcanzar una mejor comprensión de la producción de sistemas de innovación, como aquel que emerge de la relación entre proveedores mineros locales y grandes mineras en la región de Antofagasta. Para la mayoría de los investigadores que utilizan esta perspectiva, el sistema de innovación es un constructo analítico, una herramienta que ayuda a la descripción, y no necesita estar conformado en la realidad (Bergek et al., 2008, p. 3). Por ello mismo, desde esta perspectiva no hay intereses en aspectos socio culturales que puedan determinar los sistemas de producción industrial. Chang y Chen (2004) demuestran que esta perspectiva también se ve limitada por las decisiones analíticas del investigador cuando acota o establece las fronteras de los sistemas de innovación sobre una dimensión territorial (nacional, sectorial o regional). Los procesos y relaciones reales en la producción y distribución de bienes y servicios pueden desarrollarse en estos tres límites al mismo tiempo o establecer particulares y diferenciadas dinámicas entre los mismos. En efecto, la gran minería chilena, siendo un actor relevante en la minería global,

presenta el desafío de integrar una perspectiva analítica y material que deje de lado la estrechez de los límites territoriales y sectoriales para conocer cómo se relacionen sus componentes, principalmente cuando el objeto de observación es el desarrollo de tecnologías.

Otra perspectiva teórica es aquella que se denomina socio-técnica (Geels, 2004), la cual pone su interés en integrar variables de producción cultural de lo científico y generar un marco de interpretación en donde los sistemas sociotécnicos son consecuencia de las relaciones entre actores (humanos-no/humanos). La perspectiva sociotécnica busca responder a las interacciones entre los componentes en un contexto más complejo que lo asumido por la perspectiva sistémica tradicional, aunque la delimitación de un espacio de innovación está ausente. En efecto, la perspectiva sociotécnica no entrega herramientas para diferenciar sistema de producción y sistemas de innovación en relación a la producción de nuevas tecnologías. Esto se debe principalmente a que no se profundiza sobre lo que constituye a los procesos de innovación. En otras palabras, ignora la pregunta por el sentido.

Desde una perspectiva basada en la teoría de sistemas, Farías (2014) detecta un problema similar al analizar las posibilidades de integración entre la Teoría del Actor-Red (TAR) y la teoría de los sistemas sociales de Niklas Luhmann. Su hipótesis es que Luhmann entrega herramientas para superar una de las principales constricciones de la TAR, esto es, la pérdida de interés por el sentido que emerge desde las interacciones entre los componentes de una red. La TAR homogeniza objetos (humanos/no-humanos) con el objetivo de evitar la preponderancia de unos sobre otros y, por lo tanto, anula las posibilidades de responder a preguntas sobre los límites y procesos de diferenciación de las interacciones. Farías propone complementar la observación de las interacciones «reales», la principal preocupación de la TAR, con el examen de las formas «virtuales» de la interacción, es decir, aquellos vínculos que le



dan sentido a la comunicación. Los principales conceptos utilizados para dar forma a lo virtual son la idea de «problemas de referencia» y el «sentido» que emerge de los procesos de comunicación. El sentido es la base de la comunicación, que se realiza una vez que la comunicación es entendida, aceptada o rechazada, seleccionada como algo que es pertinente. Los problemas de referencia funcionan como directrices de distintos tipos de comunicación, según el tipo de temáticas que aborde la necesidad de interacción. Esto es lo que puede hacer que la comunicación en un sistema de innovación sea propiamente de innovación y no productivo-tradicional.

La definición de procesos de diferenciación social basados en la actualidad (contingencia) de las relaciones y el sentido otorgado por los «atractores virtuales»<sup>2</sup> surge como una herramienta para sortear las limitaciones de las perspectivas más comunes acerca de los sistemas de innovación. La virtualidad de las interacciones que surge desde el hecho de pertenecer o no a comunicaciones ligadas a la innovación entrega la posibilidad de delimitar con claridad un potencial sistema de innovación. Es esto lo que parece ayudarnos a entender cómo se semantiza (se le otorga sentido) la innovación en el sistema de innovación, lo cual ayudaría a valorar como objeto de estudio y observación a la «comunicación de la innovación» en relaciones socio-técnicas entre proveedores y otros actores en la región de Antofagasta.

En resumen, en este artículo focalizamos nuestra atención en la composición de un sistema de innovación a través de los procesos comunicativos que definen su forma y reproducción. Con ello, también proponemos una nueva forma de entender la configuración de los límites de los sistemas de innovación al poner en relación con las operaciones de selección y sentido. En este sentido, es posible observar que subyace a todos los análisis de los sistemas de innovación un foco en el desarrollo de productos

nuevos o significativamente mejorados. Estos productos innovadores son considerados el resultado (*output*) del sistema. Si bien es una de las definiciones de innovación con mayor reconocimiento internacional, la descripción entregada por el manual de Oslo<sup>3</sup> es demasiado amplia para los objetivos de este estudio. Por lo tanto, consideraremos como innovación solo la creación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), dado que es la actividad innovadora que entrega *outputs* para la operación de un sistema. Descartamos considerar las innovaciones asociadas a variables comerciales o de proceso, por ser parte de los procesos de reproducción de las empresas y no procesos interactivos con un sistema de producción.

Esta perspectiva implica poner atención en el sentido dado por los actores a la innovación. Al observar los problemas de referencia, aquellos que están relacionados a la producción de sentido como innovación, surgen las siguientes preguntas acerca de la configuración de este tipo de sistemas: ¿Cuáles son los componentes principales del sistema innovación minero en la región de Antofagasta? ¿Cómo se definen y desplazan los sentidos que semantizan y comunican la innovación entre los agentes que interactúan para la producción de innovación?

## ¿CÓMO ENTENDER EL SISTEMA DE INNOVACIÓN DESDE UNA PERSPECTIVA BASADA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SENTIDO ACERCA DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO?

Existe mucha información sobre los procesos de interacción entre las empresas proveedoras y las grandes empresas mineras de la región de Antofagasta. La investigación sobre el estado de tales relaciones entrega información para

<sup>2</sup> «Estabilizadores de la comunicación...singularidades que orientan la operación de un sistema». Farías (2014), traducción propia.

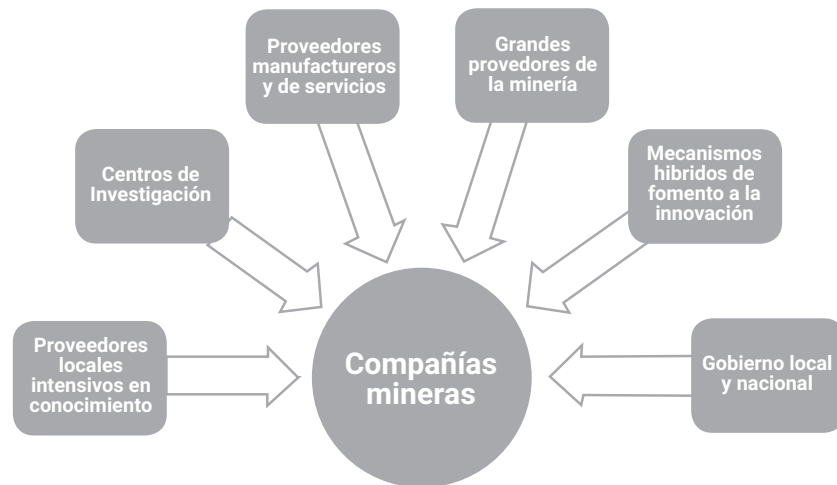
<sup>3</sup> «Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Los principales tipos de innovación: producto, proceso, mercadotecnia y organización» (OECD, 2005, p.56).



caracterizar su estructura industrial básica y sus interacciones económicas. Por ejemplo, a través de un análisis de redes, Lufin y Garrido (2012) demuestran la preponderancia de un par de grandes compañías mineras en la región, Codelco y Minera Escondida, quienes son los principales agentes compradores de la región, existiendo una escasa relación horizontal entre proveedores mineros locales. Tales relaciones expresan una

relación/posición específica de poder en términos económico/administrativo. Más aún, el alto impacto de la minería en los recursos fiscales y la política de libre mercado promovida por el gobierno chileno permiten que tal situación de poder se reproduzca y se extienda al resto de los actores del sistema de producción de la minería en Antofagasta. La Figura 1 grafica tal estructura industrial de la minería en la región de Antofagasta.

Figura 1. Estructura actual de relaciones en la minería chilena en la región de Antofagasta



Fuente: elaboración propia.

Para problematizar tal estructura de poder y su relación con un sistema de innovación, se decidió realizar entrevistas a diversas compañías mineras de la región, proveedores mineros locales, universidades y centros de investigación del país, en relación con la minería en la región de Antofagasta. Dado que el Estado tiene una relación más bien indirecta con la construcción de interacciones entre proveedores y las grandes mineras se decidió no incluirlo en las entrevistas. También se justifica esta decisión, en el hecho de que la función real del Gobierno regional con relación al desarrollo tecnológico y la cultura de la innovación es distribuir recursos entre proveedores o centros académicos.<sup>4</sup> Finalmente, se define que la introducción de sentido al sistema de innovación por parte del Estado se encuentra en los documentos de política pública orientados hacia el sector descritos previamente,

determinando su participación en las entrevistas como algo innecesario.

La formación de sentido y las formas de interacción entre proveedores locales, compañías mineras y centros de investigación son los que podrían estructurar los límites reales de un sistema de innovación regional. Para conocer estas dimensiones se decidió conformar marcos de interpretación para describir un potencial comportamiento interactivo en cada uno de los actores, esto en lo que respecta a las formas de reproducción de sentido sobre la innovación dado por cada uno de ellos, en el marco de su propia reproducción como sistemas particulares.

**Proveedores mineros locales:** en este artículo, para identificar si los proveedores mineros locales tienen una orientación hacia la innovación, ponemos atención en la forma en que movilizan sus recursos

<sup>4</sup> Es importante recalcar que esta investigación fue realizada con fondos del Gobierno regional de Antofagasta.

en la búsqueda de la innovación. Como indicadores de esta acción usamos las siguientes dimensiones: «la estrategia competitiva de la empresa», «la gestión del conocimiento» y «el tipo productos y servicios que ofrecen al mercado». La estrategia competitiva de la empresa refiere a aspectos tales como competencia, costos, público objetivo, innovación, calidad, liderazgo, posición de mercado, marketing, diferenciación, precios, potencialidades, investigación etc. De acuerdo con Castro (2010), una estrategia competitiva «constituye la principal directriz del comportamiento empresarial y puede condicionar de forma notable el resultado alcanzado por la organización». Para Porter (1985), el conocer la estrategia competitiva en las empresas permite comprender sus procesos productivos en lo que refiere a «diferenciación» y «reducción de costos» (mantener costos bajos sin diferenciación horizontal).<sup>5</sup> Miles et al. (1978) especifican aún más la estrategia competitiva que puede seguir una empresa: «prospector», «defensor» y «analizador». La primera figura describe empresas que priorizan la búsqueda de nuevos mercados; el segundo concepto se refiere a empresas que intentan fortalecer sus nichos de mercados; y la tercera, caracteriza a empresas que tienen ambas identidades.

La gestión del conocimiento en una empresa se refiere a las formas a través de las cuales productos y servicios expresan una orientación hacia la complejidad tecnológica, y representa a nivel de empresa uno de los conceptos fundamentales de las interacciones que buscan la innovación. Bagnoli y Vedovato (2012) indican que esta orientación dependerá de la agresividad o conservadurismo con que las empresas desarrollen la gestión del conocimiento. La agresividad se caracteriza por la búsqueda intensiva de nuevas formas conocimiento; mientras que la postura conservadora mantiene estable el conocimiento necesario para llevar a cabo las tareas.

<sup>5</sup> No consideramos la categoría de «enfoque» de Porter (buscar las necesidades de un segmento de mercado específico), porque pierde poder explicativo en una industria altamente especializada como la gran minería. Para participar de este mercado, necesariamente debe partirse con una estrategia de enfoque.

La forma en que se relacionan la estrategia competitiva y la gestión del conocimiento nos permitirá conocer el estado de competitividad de las empresas (Bagnoli & Vedovato, 2012). Dicho estado se relaciona con el concepto de coherencia desarrollado por estos investigadores, el cual nos entrega un punto de partida para entender cómo se producen las interacciones entre los proveedores mineros en base al concepto de «conocimiento». Sin embargo, no será parte de nuestra preocupación el desempeño financiero las empresas, si no que más bien constituirá una forma de acercarse a los procesos de decisión que llevan a distintas formas de producir bienes y servicios (algunos con orientación al desarrollo de nuevas tecnologías, otros no).

**Compañías mineras:** en este artículo partimos del supuesto de que la organización industrial de la actividad minera en Antofagasta condiciona el desarrollo de la innovación (desarrollo tecnológico). En efecto, todo acto innovador estaría relacionado con su aplicación en faenas mineras. Para dar cuenta de esta especificidad, en relación con la innovación, en este artículo usamos el concepto de «estrategia de innovación», el cual nos permitirá conocer cómo las compañías mineras construyen el sentido del sistema de innovación. La estrategia de innovación se refiere a dos grandes procesos: desarrollo interno (a través de la combinación de I+D) y el desarrollo externo (adquisición a partir de fuentes externas por medio de compra o cooperación con otras organizaciones) (Vega-Jurado et al., 2008). En el caso de la minería del cobre, el desarrollo externo (procesos de adquisición de innovación) parece ser más importante que el desarrollo interno con relación a la semantización y dotación de sentido asociado a la innovación. Esto es relevante, ya que es justamente dicho sentido el que luego entra en interacción con los proveedores mineros locales en la segunda región.<sup>6</sup>

**Universidades y centros de investigación:** las universidades y centros de investigación se relacionan

<sup>6</sup> Por lo tanto, los procesos internos de I+D de las compañías mineras son descartados como parte relevante en este componente de la investigación

a través de diversos mecanismos institucionales con los sistemas industriales y de innovación. En este artículo ponemos atención en los canales de comunicación y acción que las universidades y centros de investigación en Chile han establecido con la minería del cobre en la región de Antofagasta. Para conocer esto, nos guiamos a través de Perkmann (2013), quien construye dos categorías analíticas para entender las relaciones entre universidades e industrias: «la comercialización» y «el compromiso académico». La comercialización está asociada a emprendimientos realizados por investigadores que resultan en productos con propiedad industrial, mientras que el compromiso académico se refiere al objetivo de profundizar las líneas de investigación académica, que luego pueden resultar en productos industriales. El compromiso académico incluye en cierta forma relaciones informales con las industrias, las que son relevantes en la transferencia de conocimiento e intereses entre académicos y empresas. Las dos categorías analíticas implican distintos tipos de interacción entre universidades e industrias, como, por ejemplo, contratos de investigación, consultorías, spin offs, etc. Tales interacciones determinarán la «forma» en que una universidad participa y produce sentido acerca del desarrollo tecnológico en un sistema de innovación.

Tabla 1. Marcos de interpretación para los actores relevantes en la industria minera

Actor	Marco de Interpretación
Proveedores locales	Estrategia competitiva+ Gestión del conocimiento en el desarrollo de productos y servicios
Compañías mineras	Adquisición de innovación
Universidades y centros de investigación	Canales y formas de comunicación con la industria

Fuente: elaboración propia.

## METODOLOGÍA

En este artículo usamos un enfoque cualitativo para conocer cómo los proveedores mineros, los centros académicos y las grandes compañías mineras producen comunicaciones y sentido acerca del desarrollo tecnológico, generando

un sistema de innovación. En esta dirección, entenderemos los proveedores mineros locales como aquellas empresas con menos de 200 trabajadores y cuyas relaciones con las grandes compañías mineras está dada por la provisión de servicios y productos. En el caso de los centros de investigación, nos referimos a unidades académicas/científicas, cuyo interés principal es la investigación sobre temáticas vinculadas a la industria minera. Estos centros se ubican en las ciudades de Santiago y Antofagasta. En relación con las compañías mineras, estas se refieren a empresa de gran tamaño y cuyas dimensiones productivas son locales y globales, tanto a nivel corporativo como de faenas específicas.<sup>7</sup>

En la indagación sobre las comunicaciones y sentido relacionadas con la innovación, empleamos entrevistas semiestructuradas. Tal técnica fue usada para recuperar, a través de las voces de los actores, el sentido acerca de la innovación y su relación con los procesos de decisión e interacción al interior del sistema de innovación. El número y distribución de las entrevistas fue la siguientes: 29 entrevistas a proveedores Pyme de la región de Antofagasta; 12 entrevistas a centros de Investigación, tanto de la ciudad de Antofagasta como de Santiago; y 12 entrevistas a compañías mineras que operan en la Segunda región (incluye entrevistas al grupo corporativo de Santiago). Las entrevistas fueron realizadas entre los meses de junio y octubre del año 2015 por uno de los autores de este artículo (Elgueta). Las pautas de entrevista están disponibles en los anexos del presente artículo.

En el caso del análisis de las voces de los actores, se utilizó el «análisis de discurso» para la generación de información relevante sobre los procesos de interacción y reproducción de sus actividades cotidianas. Al procesar esta información buscamos comprender el sentido sobre innovación que se produce en los actores y su relación con las acciones que estos impulsan al interior de la

<sup>7</sup> Las grandes compañías mineras poseen faenas en distintos lugares de Chile, que son controladas a nivel centralizado por un gran ente corporativo.

industria minera de la región de Antofagasta. El análisis del contenido de las mismas fue hecho a través del software ATLAS.ti, versión 6.2.

## RESULTADOS (LA SEMÁNTICA DE LA INNOVACIÓN Y SU EMERGENCIA SISTÉMICA EN LA MINERÍA DEL COBRE EN LA SEGUNDA REGIÓN DE ANTOFAGASTA)

A partir de las entrevistas realizadas existen tres hallazgos significativos. En primer lugar, constatamos que emerge un sistema de innovación, el cual se diferencia de las actividades productivas cotidianas en la minería del cobre en la región de Antofagasta. Proveedores, compañías mineras y centros de investigación comunican y distinguen la innovación como «nueva tecnología que hoy día no se utiliza en la faena», tanto en su etapa de idea o como producto terminado. Dicha semántica de la innovación excluye explícitamente la «innovación» relacionada con mejoras o desarrollos respecto de tecnologías ya existentes o soluciones dadas previamente en la industria minera. Aquí, el problema de referencia específico del sistema de innovación minero de la región de Antofagasta es el desarrollo de tecnologías o servicios que sean «absolutamente» nuevas para las faenas o servicios que se desarrollan en este territorio.

Muchos proveedores vienen a ofrecerme cosas, pero estoy viendo más que nada las tecnologías o las cosas nuevas, para cómo nos puede ayudar en esta brecha que estamos teniendo, pero si alguien viene a vender por ejemplo a ofrecer un nuevo tipo de neumático, eso pasa por abastecimiento, no tiene que ver con la innovación (Representante compañía minera).

La estructura de la industria minera de la segunda región explica en parte esta semántica de la innovación. En la medida que las compañías mineras están al centro de la producción material, también lo están en el centro de la producción de sentido acerca de la innovación. Son ellas las que tienen la capacidad para determinar hegemonícamente lo que es o no es innovación. En esta acción podemos observar una de las primeras posibilidades de vinculación entre interacciones reales y atractores

virtuales relacionadas al desarrollo tecnológico en la industria minera en la región de Antofagasta. En estricto rigor, el que se incluya a cierto producto y sus tecnologías dentro de la «innovación» recae en la especificidad de cada faena minera (gran centro minero).

En efecto, a partir del análisis de los discursos de las grandes compañías mineras, encontramos que ellas generan estructuras organizativas específicas para coordinar, priorizar y seleccionar los proyectos de innovación. A través de este proceso de selección se decide si una propuesta realizada por proveedores o centros académicos puede ser considerada como proyecto de innovación. Dicha selección también es determinada por las propias o específicas condiciones productivo-geográficas que tienen las grandes faenas mineras, y ello redundando en una mayor especificidad acerca de lo que es o no es innovación.

Si viene el hombre a venderme un producto yo le digo: «sabes que conmigo estás mal porque tienes que ir a ofrecimientos», porque es un producto, y el producto lo vende, no es una innovación, entonces el producto tiene que ir a abastecimiento, el que quiera el producto y vender el producto, pero eso no es innovación, o un servicio, si viene un servicio tampoco de mucho nos va a servir, tiene que ir a una licitación (Representante compañía minera).

Un segundo gran hallazgo consiste en que los actores participan de manera diferenciada en la producción del sistema de innovación. En el caso de los proveedores mineros locales hay una clara diferenciación en sus discursos sobre innovación y en las características de sus procesos productivos. En efecto, esta última condición los aleja muchas veces de la semántica de la innovación y del sistema propiamente. A través de los conceptos de estrategias competitivas y gestión del conocimiento, podemos mirar con más detalle cómo los proveedores producen el sentido acerca de innovación. El análisis del discurso arroja, al menos, cuatro tipos de proveedores:

Tabla 2. Tipologías de proveedores según su estrategia competitiva y gestión del conocimiento

Tipo de Proveedor/ Características	Estrategias Competitivas de Porter	Estrategias Competitivas de Miles y Snow	Gestión del Conocimiento
Tipo 1	Principalmente Diferenciación	Principalmente prospector	Intensiva
Tipo 2	Principalmente líder en costos y en menor medida diferenciación	Principalmente analizador	Intensiva
Tipo 3	Principalmente líder en costos y en menor medida diferenciación	Principalmente defensor	Conservadora
Tipo 4	Principalmente líder en costos	Principalmente defensor	Conservadora

Fuente: elaboración propia.

**Proveedor Tipo 1:** en estas empresas hay un desarrollo intensivo en generación de conocimiento y por ende producción de sentido acerca de innovación. Estas empresas se constituyen en proveedores que buscan adaptar o desarrollar tecnologías a través del conocimiento avanzado. En términos de gestión de conocimiento, estas empresas están renovando permanentemente sus acervos técnicos, metodológicos y procesuales para adecuar sus productos a las necesidades/demandas de las grandes compañías mineras. En términos de sus estrategias competitivas, expresan mayormente la figura del prospector, es decir, se constituyen en unidades organizacionales que están siempre observando y buscando nuevas oportunidades con el objeto de desarrollar nuevos servicios o productos. Creemos también que es posible clasificarlos como principalmente «diferenciadores», por la intención hacia la generación de nuevos productos como forma para ganar posiciones de mercado.

**Proveedor Tipo 2:** en estas empresas proveedoras encontramos que sus actividades se focalizan en ofrecer productos o servicios requeridos de manera permanente por la gran minería, tales como reparación, mantención, montaje, etc. Son empresas que se vinculan de manera típica con la demanda permanente que emerge desde las grandes faenas, mientras que desarrolla un mercado industrial específico en la región de Antofagasta. En estas empresas la semántica acerca de la innovación es derivada de una consecuencia casi indirecta de la provisión de servicios o tareas a

la gran minería. En efecto, aquí la innovación es entendida como una forma de mejorar la provisión de productos o servicios a la gran minería, a partir de comparar tales actos con relación a otras empresas proveedoras. Así, la innovación es más bien una solución espontánea y que no es parte del interés propio de las empresas al momento de relacionarse con las grandes faenas mineras. Para mantener un nivel alto de competitividad, la innovación es el espacio para la diferenciación.

El principal interés de estas empresas es comercial. En cuanto a sus estrategias competitivas, estas empresas utilizan preferentemente la estrategia de analizador ya que buscan fortalecer su posición en el mercado. En estas empresas también encontramos un componente de liderazgo en costos y diferenciación, ya que buscan posicionarse de mejor forma con relación a otros proveedores, pero, por cierto, a través de una estrategia más bien comercial que una sustentada en la innovación.

**Proveedor Tipo 3:** estas empresas ofrecen principalmente productos y servicios existentes y estandarizados en el mercado, aunque se realiza inversión en maquinaria y la actualización de conocimiento. El objetivo de estas empresas es ofrecer nuevos servicios y mantener una oferta según los requerimientos del mercado. El proveedor de este tipo principalmente se adapta y prepara para trabajar con tecnologías existentes, lo cual implica que requiere de una dinámica conservadora en conocimiento. En estas empresas, la innovación



no está en el centro del negocio. En cuanto a sus estrategias competitivas, estas son similares a las observadas en el proveedor tipo 2, coincidiendo en la utilización del liderazgo en costos y la diferenciación como mecanismo de distinción frente a otros proveedores mineros. En cuanto al tipo de estrategia, estas empresas se caracterizan por su carácter de «defensor», en tanto busca mantener, en términos más bien conservadores, sus espacios o nichos de mercado.

**Proveedor Tipo 4:** estas empresas se caracterizan por ofrecer productos y servicios que son regulares en la minería. La innovación sobre sus productos o servicios no está dentro de sus propósitos, por ello tales empresas presentan una gestión de conocimiento más bien conservadora. En cuanto a su estrategia competitiva, el análisis de discurso arroja que estas empresas tienen un carácter de defensor, el cual pone atención para la conservación de sus posiciones de mercado a través de estrategias que apuntan al control y reducción de costos productivos.

En resumen, el análisis de discurso que hemos realizado nos indica que solo los proveedores de tipo 1 y 2 producen una semántica específica acerca de la innovación que implica acciones productivas y cognitivas específicas. Estos tipos de proveedores participan activamente en la producción del sistema de innovación. En efecto, sus intereses buscan desarrollar nuevas tecnologías que favorezcan la eficiencia y eficacia de las faenas mineras. En síntesis, son estas empresas las únicas que logran comunicar acerca de la innovación y establecer procesos de diferenciación con relación a otros proveedores en función del desarrollo tecnológico. En el contexto general del sistema industrial minero en la segunda región de Antofagasta, estas empresas son más agresivas en sus estrategias competitivas y corren más riesgos en su relación comercial/productiva con las grandes faenas mineras.

Para nosotros como empresa, en primario, es lo más importante innovar y trabajamos como si fuéramos un instituto de investigación grande,

pero un mini instituto de investigación, porque te digo que es la única forma de poder tener un negocio de alta rentabilidad, estar siempre vigente en el mercado. (Proveedor minero Tipo I de la ciudad de Antofagasta).

Otras empresas que no innovan no van a tener ese flujo, o sea, depende mucho del área de las reparaciones si no hay reparaciones bajan sus ingresos, los costos fijos, los van a tener siempre, bajan sus ingresos, bajan su margen, a veces se van a pérdida; nosotros si bien bajamos nuestro ingreso y todo, pero tenemos otro lado donde podamos tener ingresos que son las innovaciones, porque las , si bien las van a comprar menos, son productos que no tiene mucha competencia, entonces no bajan mucho las compras (Proveedor minero Tipo II de la ciudad de Antofagasta).

Los proveedores 3 y 4 no tienen interés en poner la innovación como una tarea en el centro de sus negocios. Su posición en el sistema industrial está dada por cumplir de manera eficiente los requerimientos permanentes realizados por las grandes faenas mineras. Dado esto, la semántica de la innovación está ausente en los mismos y sus estrategias competitivas son conservadoras. A estas empresas les interesa mantener una vinculación puramente comercial con el sistema industrial y niegan su presencia en el sistema de innovación. Podríamos decir que son ciegas a la innovación en la medida en que no necesitan la producción del sentido, acerca de la misma para reproducirse al interior del sistema industrial minero, en la segunda región de Antofagasta.

Y cuando tienes que cuidar un negocio como esto, la verdad es que tampoco te queda mucho tiempo. Y no me puedo dar el lujo de tener gente investigando porque tengo que financiarlo de alguna manera. Esos son lujos que se lo pueden dar empresas muy grandes, que pueden tener un departamento de investigación y desarrollo, que no sé cómo lo financiarán (Proveedor minero Tipo III de la ciudad de Calama).

Yo creo que en fondo todos sabemos que esta cosa de innovar es un tema que abre posibilidades, pero yo creo que la Pymes en general no estamos tan preparadas para la innovación, salvo raras excepciones, casos puntuales, pero si yo pienso que las Pymes todas tienen que trabajar por la



innovación lo veo difícil (Proveedor minero Tipo IV de la ciudad de Antofagasta).

En el caso de las *compañías mineras* de la región, encontramos que la producción de sentido sobre innovación es parte de sus intereses y por ello disponen de departamentos cuyo objetivo principal es el desarrollo de nuevas tecnologías/soluciones para las faenas mineras. En estas secciones administrativas la semántica de la innovación produce una diferenciación con relación al resto de las tareas: extracción, procesamiento y comercialización del mineral de cobre. Los departamentos de innovación observan e identifican necesidades a ser resueltas con nuevos desarrollos tecnológicos, permitiendo la emergencia de una semántica que acota lo que es innovación. Luego, tales necesidades son introducidas en una agenda que define prioridades y también temporalidades en relación con el tiempo esperado para la emergencia de una solución tecnológica. Tales agendas son señales que son codificadas por los proveedores mineros o centros de investigación, generando así un proceso internacional que favorece el desarrollo del sistema de innovación. La temporalidad de estas agendas es diversa en cuanto a los productos/soluciones requeridas, y ello puede tener un horizonte temporal diferenciado que puede ir, por ejemplo, desde uno a cinco o incluso diez años.

Las compañías mineras tienen distintos criterios para definir sus interacciones con otros actores. Por ejemplo, el «tipo de empresa» y la «complejidad de la solución buscada» definen la forma en que se desarrollarán interacciones con los proveedores. Estas relaciones incluso pueden implicar la búsqueda del «mejor del mundo», entendido esto como la mejor solución posible ante un requerimiento específico, el cual debe ser resuelto por un «proveedor de clase mundial/global». En otros casos, la búsqueda de la mejor solución posible es acotada a los ofrecimientos que surgen desde los proveedores locales. En la mayoría de las empresas mineras, el discurso

sobre la innovación genera una apertura hacia una multiplicidad de actores y al apoyo de instituciones público-privadas que promueven la búsqueda de soluciones a problemas genéricos que puedan ofrecer los proveedores mineros.

Los *centros de investigación* se relacionan con el sistema industrial de la gran minería del norte grande y su potencial sistema de innovación principalmente a través del llamado «compromiso académico». Los centros de investigación conocen con claridad los códigos de la producción minera y manejan vínculos, formales e informales, con las faenas. En efecto, en estas relaciones priman las redes informales que emergen desde el conocimiento previo dado entre profesores o académicos de los centros de investigación y sus exalumnos que se insertan en distintos niveles del sistema industrial de la gran minería. Tal como lo indica un investigador en la ciudad de Antofagasta:

Nosotros formamos la gente que está trabajando allá arriba como universidad, entonces a todo nivel de cargo, por ejemplo, en las áreas técnicas por ejemplo algunos profesionales que ya están allá hace muchos años nos tuvieron como profesor y tienen un problema: voy a llamar a mi profesor porque ya estoy hasta el cuello con el cacho y llaman al profesor y le dicen «oiga tengo un problema con esto» y entonces le exponen el problema y como hay una cierta confianza exalumno profesor (Investigador de universidad de la ciudad de Antofagasta).

En términos específicos, en los relatos relacionados con los centros académicos y de investigación, encontramos que la interacción entre universidad y empresas mineras esta incrustada en contextos, institucionales y geográficos, que limitan o facilitan la comunicación acerca de la innovación. Entre los procesos que facilitan la comunicación entre empresas mineras y universidades hayamos el conocimiento que tienen los científicos acerca de los códigos, formales e informales, de comunicación usados por las compañías mineras. El código de interacción, tácito, que no requiere una institucionalidad formal, pero que definen ampliamente lo que se debe hacer en la minería, y que afecta tanto la contratación de proveedores

como la mayoría de las relaciones con otros actores, es «hacer bien el trabajo», lo cual significa reducir constantemente el riesgo en el desarrollo de proyectos. En este contexto, tal como lo expresa un investigador en la ciudad de Antofagasta, el «hacer bien el trabajo» agregando elementos a la interacción, como la confianza, la cual consolida el vínculo y su rol en el desarrollo del sistema de innovación.

Le solucionas el problema, entonces empiezas a pololear con la gente, allá te entrega trabajos, tú le solucionas sus problemas y empiezas a escalar en cuanto a ganar la confianza de que realmente le puedas solucionar un problema mayor (Investigador de universidad de la ciudad de Antofagasta).

Tal como menciona Perkmann (2013), el motivo que lleva a los centros de investigación a relacionarse con la industria es la posibilidad de avanzar en sus líneas de investigación, esto en la medida en que pueden acceder a datos y financiamiento. El mismo autor indica que el compromiso académico es un paso anterior al desarrollo de actividades de comercialización, aunque es difícil identificar los incentivos que los académicos pueden tener para seguir ese camino en el caso de la minería chilena. Más allá de la creación de productos o servicios nuevos, la relación de las universidades o centros académicos con la gran minería tiene como principal interés la prestación de servicios de alta tecnología (pruebas, análisis, consultorías). Por esto mismo, estos actores no necesariamente participan en la producción semántica e institucional de un sistema de innovación. Al mismo tiempo, los centros de investigación, principalmente vinculados a las universidades, se ven restringidos por una trampa comunicacional en la medida en que las innovaciones o desarrollo tecnológicos son evaluadas por otros miembros de las universidades como meros procesos de comercialización y generación de lucro. Por ello, cuando los académicos hablan de innovación y su relación con las grandes faenas mineras expresan rechazo con relación a la generación de beneficios económicos.

Tal como lo expresan los investigadores, el hecho de que se desarrolle innovación a través de interacciones con las grandes faenas mineras no significa que busquen vender algo o comercializar una novedad teórica y práctica, sino más bien están construyendo ciencia y conocimiento puro. Por supuesto, esto limita el desarrollo de patentes relacionadas a nuevas tecnologías, hecho que semánticamente se acota al mundo privado.

El proceso de patentamiento tiene dificultades horribles acá en Chile, o sea se requiere de un buffet de abogados que cobran carísimo, se requiere de preparar la patente o que ayuden a prepararla también, porque muchos investigadores ni siquiera están preparados para hacer el estudio del estado del arte más las reivindicaciones (Investigador de universidad de la ciudad de Santiago).

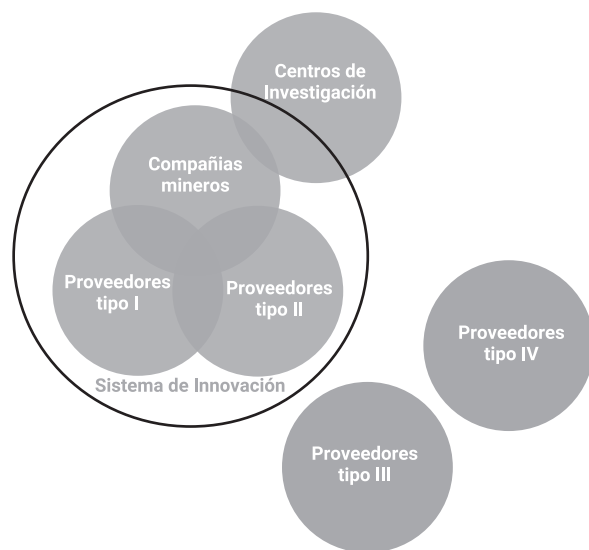
Nosotros carecemos de una división de un departamento comercial, por ejemplo, donde tengamos la catalogación de productos o servicios, podemos crearlos, no lo hemos hecho, no hemos creado, si se puede hacer un spin-off, podemos hacer un spin-off en una empresa a base tecnológica fuera de acá, pero por el momento estamos intentando sobrevivir nosotros como centro como para armar una planta administrativa comercial (Investigador de universidad de la ciudad de Antofagasta).

Considerando la información recabada en las entrevistas encontramos que la emergencia del sistema de innovación está determinada por los procesos de selección que realizan las compañías mineras acerca de lo que es/no es innovación. Tal distinción es básica para entender las operaciones de selección basadas en la semántica y el sentido de la innovación que fluye a través de las interacciones entre proveedores mineros locales, centros de investigación y grandes faenas mineras. Siguiendo a Luhmann (2013), podemos decir que el sistema de innovación de la región de Antofagasta genera su proceso de clausura en relación a la distinción y operaciones de selecciones que realizan las grandes mineras, en cuanto a la ausencia de nuevas tecnologías orientadas a facilitar el aumento de producción o la disminución de los costos de la misma.

Además, esta clausura operacional, producto de la selectividad sobre las operaciones dotadas de sentido identificando innovación, se desarrolla en función de las características propias de cada faena minera. Por otra parte, la selectividad de la innovación implica una segunda distinción que es la de pago/no pago, y a partir de la cual opera ya una función de comercialización o relación comercial entre los proveedores mineros, los centros de investigación y las grandes mineras.

El sentido de la innovación implica una dimensión de novedad/solución que resuelve el problema de referencia, pero cuya clausura opera como una operación comercial. Lo curioso del sistema de innovación en la región de Antofagasta es que en términos reales solo dos tipos de proveedores participan de la provisión de innovación, mientras que los centros de investigación quedan en una relación parcializada dado que solo se vinculan con las compañías mineras, en términos formales, a través del compromiso académico.

Figura 2. Sistema social de innovación en la minería de la región de Antofagasta



Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIÓN

El ejercicio de definición del sentido de las prácticas de innovación permite construir un criterio de delimitación de los actores e interacciones que

definen a un sistema. Definir los límites y los participantes reales a partir del cierre del sistema, determinado a su vez por el problema de referencia que integra y mantiene las comunicaciones, permite claridad respecto al estado de una industria en términos del desarrollo tecnológico. En la industria minera de Chile existe el dicho de que cada faena es un mundo distinto, y con base a los resultados obtenidos, sus procesos de innovación probablemente sean una situación aún más marcada de esta idea, dado que el poder de problematización de la comunicación se encuentra en faenas y empresas particulares.

En relación con esta conformación efectiva del sistema de innovación de la región de Antofagasta, la participación de solo un tipo específico del total de proveedores potenciales de la región describe una situación que no es necesariamente negativa. Un sistema de innovación es funcionalmente distinto al sistema de producción regular de un sector productivo, y los proveedores que se hacen cargo de soportar esta producción regular no necesariamente necesitan de la innovación para realizar sus objetivos principales (generar ganancias y mantenerlas en el tiempo). Encontrar una relación cuantitativa en la proporción de proveedores dedicados a la innovación y la producción es un desafío interesante para la regulación de los sectores productivos.

La situación que podría generar bajos rendimientos del sistema es la participación desbalanceada de los centros de investigación, cuya vinculación parcelada no permite el tipo de relación virtuosa que los casos de éxito a nivel internacional hacen referencia cuando destacan las relaciones de triple hélice.

Los resultados presentan oportunidades para distintos niveles de desarrollo y utilidad del concepto de sistemas sociales de innovación:

Para empresas proveedoras de la región esta información puede ser útil para definir las formas de comercialización de sus proyectos de innovación

para lograr ser considerados como una oferta válida por sus contrapartes.

En términos de políticas públicas, el análisis a través de los sistemas sociales de innovación permite la focalización de esfuerzos sobre el tipo de actor que se busque promover hacia el sistema e intervenir sobre las formas en que su reproducción puede vincularle con las comunicaciones del sistema de innovación.

La perspectiva presentada permite además fortalecer un programa de investigación sobre lo industrial en América latina con el aporte de la teoría de los sistemas sociales para situar con mayor precisión problemas específicos de desarrollo industrial en la región.

Esta investigación tiene un foco específico en la virtualidad de los procesos de otorgan sentido y definen límites de un sistema de innovación. Los procesos de interacción reales del sistema no se investigan en profundidad ni se construye una red detallada de las posibilidades de actores y relaciones entre ellos. Sin embargo, es información útil para construir y profundizar aspectos reales de las relaciones del sistema, tales como los tipos de tecnologías que pueden ser considerados en el sistema, los conocimientos técnicos necesarios y la formación de quienes operan como seleccionadores de innovación.

## REFERENCIAS

- Atienza, M. (Editor) (2009). *La evolución de la Pyme de la región de Antofagasta. Hacia una demografía del tejido productivo local*. Chile: Ediciones Universitarias Universidad Católica del Norte.
- Atienza, M. (Editor) (2012). *La Pyme de la región de Antofagasta, 2005-2009*. Chile: Ediciones Universitarias Universidad Católica del Norte.
- Atienza, M.; Lufin, M.; Soto, J. y Cortés, Y. (2015). *¿Es la región de Antofagasta un caso exitoso de desarrollo local basado en la minería? En Cristian Rodríguez (Ed). «Sistemas, coaliciones, actores y desarrollo económico territorial en regiones mineras. Innovación territorial aplicada»*. Santiago: Ediciones Revista Mensaje.
- Atienza, M.; Aroca, P.; Stimson, R. y Stough, R. (2016). Are vertical linkages promoting the creation of a mining cluster in Chile? An analysis of the SMEs' practices along the supply chain. *Environment and Planning C. Government and Policy*, 34(1), 171-187.
- Arias, M.; Atienza, M. y Cademartori, J. (2014). Large mining enterprises and regional development in Chile: Between the enclave and cluster. *Journal of Economic Geography*, 14, 73-95.
- Bagnoli, C.; Vedovato, M. (2012). The impact of knowledge management and strategy configuration coherence on SME performance. *Journal of Management & Governance*, 18, 615-647.
- Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S. y Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429.
- Bergek, A.; Hekkert, M.; Jacobsson, S.; Markard, J.; Sandén, B.; Truffer, B. (2015). *Technological innovation systems in contexts: conceptualizing contextual structures and interaction dynamics*. Environmental Innovation and Societal Transitions.
- Blanc, R.; Hegglin, D.; Lepratte, L.; Pietroboni, R. (2015). Sistemas sociotécnicos de producción e innovación. Análisis de la dinámica del sector de producción de carne aviar en la Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS* [en línea]. Vol 10. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92433772004>
- Castro, E. (2010). Las estrategias competitivas y su importancia en la buena gestión de las empresas. *Ciencias Económicas*, 28 (1), 248-276.
- Chang, Y. C. y Chen, M. H. (2004). Comparing

- approaches to systems of innovation: the knowledge perspective. *Technology in Society*, 26(1), 17-37.
- Comisión Minería y Desarrollo de Chile Consejo Nacional de Innovación y Competitividad (2014). «Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile». Informe Final de la comisión. Recuperado de <http://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/Miner%C3%ADa-Una-Plataforma-de-Futuro-para-Chile.pdf>
- Doloreux, D. y Parto, S. (2005). Regional innovation systems: Current discourse and challenges for future research. *Technology in Society*, 27(2), 133-154.
- Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Farías, I. (2014). Virtual Attractors, Actual Assemblages: How Luhmann's Theory of Communication Complements Actor-Network Theory. *European Journal of Social Theory*, 17(1), 24-41.
- Fundación Chile (2014). Estudio de caracterización 2014: proveedores de la minería chilena. Recuperado de <http://www.fch.cl/recurso/innovum/estudio-de-caracterizacion-2014-proveedores-de-la-mineria-chilena/>
- Geels, F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to sociotechnical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33, 897-920.
- Lepratte, L. (2014). Complejidad, transición y desarrollo. Una agenda convergente para las políticas de CT+I en Latinoamérica. *Journal of Technology Management & Innovation* [en línea]. Vol. 9. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84732566006>
- Luhmann, N. (1975). Systemtheorie, Evolutionstheorie und Kommunikationstheorie. *Soziologische Gids*, 22(3), 154-168.
- Luhmann, N. (2013). La economía de la sociedad como sistema autopoiético. *Revista Mad*, 29, 1-25.
- Lufin, M.; Garrido, N. (2012). Organización del tejido industrial de la región de Antofagasta: una perspectiva de redes aplicadas a las relaciones de cliente-proveedor. En *la Pyme de la región de Antofagasta, 2005-2009*. Chile: M. Atienza (Ed.), Ediciones Universitarias, Universidad Católica del Norte.
- Malerba, F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of six Major Sectors in Europe*. Cambridge: University Press.
- Meller, P. (2013). *La viga maestra y el sueldo de Chile, mirando el futuro con los ojos del cobre*. UQBAR, Editores.
- Miles, R. E.; Snow, C. C.; Meyer, A. D. y Coleman, H. J. (1978). Organizational strategy, structure, and process. *Academy of Management Review*, 3(3), 546-562.
- OECD (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, Tercera edición*. OECD y Eurostat.
- Perkmann, M.; Tartari, V.; McKelvey, M.; Autio, E.; Broström, A.; D'Este, P.; Fini, R.; Geuna, A.; Grimaldi, R.; Hughes, A.; Krabel, S.; Kitson, M.; Llerena, P.; Lissoni, F.; Salter, A.; Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialization: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 42, 423-442.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage*. New York: Free Press.
- Ramos, J. (1997). *Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos (clusters) en torno a los recursos naturales, LC/R.1743*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Ranga, M. y Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge



Society. *Industry and Higher Education*, 27(4), 237-262.

Vega-Jurado, J.; Gutiérrez-Gracia, A.; Fernández de Lucio, I. (2008). ¿Cómo innovan las empresas españolas? Una evidencia empírica. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3, 100-111.

## ANEXOS

### Anexo 1- Pauta de entrevista a proveedores mineros

#### I. Introducción a la empresa

- ¿Podría contarme brevemente el origen de la empresa?
- ¿Cuáles son los productos y/o servicios que ofrece su empresa?
- ¿Podría contarme brevemente de que se trata la estrategia de venta de la empresa?

#### II. Estrategia competitiva

- Según sus relaciones con clientes, ¿la empresa ofrece desarrollar nuevos productos o bien trabaja en base a sus peticiones? ¿Cómo funciona este proceso?
- En base al comportamiento del mercado ¿Analiza el comportamiento de este para el desarrollo nuevos productos o servicios, ¿existe búsqueda de nuevas oportunidades de mercado? Describa con ejemplos alguna de estas situaciones.
- En relación con otras empresas o instituciones, ¿existe algún acuerdo de tipo comercial? (Por ejemplo, joint ventures o alianzas). Describa algún ejemplo.
- ¿Cómo se organiza la empresa en función de estas relaciones? (identificar formas de relación, cargos y funciones).
- Para desarrollar productos y/o servicios, ¿deben enfrentar alguna barrera de tipo comercial?, ¿cómo enfrentan estas barreras?

- Según las utilidades de la empresa, ¿se hace algún tipo de inversión en I+D? ¿Inversión en Innovación?

### III. Desarrollo de productos y/o servicios

- ¿Cómo se desarrollan los productos y/o servicios de la empresa?, ¿cuál es el proceso que parte en la idea y termina con un producto terminado?
- ¿Cómo se diferencia esta empresa en el mercado? ¿Se distingue de la competencia por medio de productos o servicios innovadores?
- ¿Cuál es la estructura organizativa de la empresa para el desarrollo de sus productos y/o servicios? (identificar cargos y funciones).
- Para mejorar el desarrollo de productos, si necesitan saber algo que no manejan, ¿cómo se logra? ¿Qué medio utilizan?
- ¿Qué procesos de aprendizaje realizan los integrantes de la empresa?, ¿cómo se desarrollan estos?
- Para desarrollar productos y/o servicios, ¿cómo enfrentan las barreras que existen? (describir barreras tecnológicas y no tecnológicas).

### Anexo 2- Pauta de entrevista a centros de investigación

#### I. Origen y Estructura del centro

- ¿Cuál es el origen del centro de Investigación?
- ¿Cómo se estructura el centro de Investigación? (proporción de cargos, estructura del centro, cantidad de personas, nivel de cualificación de los participantes).
- Líneas de Investigación y orientación estratégica.
- Describa los tipos de estudios del centro de Investigación y las principales líneas de investigación.
- ¿Cuáles son los lineamientos estratégicos del centro?



## II. Relación Industrial-Acuerdos y acceso a información

- Sobre los acuerdos o contratos de investigación, ¿por qué motivo la universidad busca relación con la industria?
- A partir de su relación con la industria, ¿logran acceder a información sobre potencial de investigación para los procesos productivos de la industria? ¿Existen barreras para acceder a este tipo de información?
- ¿Qué tipo de acuerdos tienen con empresas asociadas a la minería como compañías mineras, grandes proveedores o proveedores Pyme? (transferencia tecnológica, patentamiento, spin off, contratos de investigación, investigación colaborativa, consultoría, actividades informales).
- ¿De qué forma se originan los contratos o acuerdos de investigación con las empresas? ¿Cuáles son los pasos del proceso?

## III. Relación Industrial-Formas de la relación

- ¿Cómo es la relación que tienen con la industria? (confianza, distancia, asimetrías, permanencia en el tiempo).
- En el contexto de un acuerdo o contrato, ¿es suficiente el financiamiento entregado por la empresa? ¿Facilita la empresa contribuye con el acceso a insumos para la investigación?
- Cuando han trabajado con empresas, ¿qué factores inciden en el éxito o fracaso de los contratos/acuerdo?
- Dentro de un contexto general ¿qué te parece la relación entre los centros de investigación y la industria?

## IV. Relación Industrial-Comercialización de tecnologías

- ¿Han desarrollado productos o servicios específicos para la industria? (spin off, productos empaquetados). Detallar en los casos en que exista información.

- ¿Qué estrategia tiene el centro para comercializar tecnología/productos a las empresas?
- Para el trabajo con proveedores de la minería, ¿qué diferencias existen entre trabajar con proveedores locales en comparación con los internacionales?
- Según su relación con compañías mineras y proveedores de la minería ¿existe alguna forma de trabajo de investigación específica?
- ¿Cómo ha sido su experiencia con los distintos mecanismos del Gobierno para el desarrollo de tecnologías e Innovación? ¿Qué dificultades han tenido?

## Anexo 3- Pauta de entrevista a compañías mineras

### Origen, estructura y función de la gerencia de innovación

- ¿Cómo surge el departamento/gerencia de innovación? ¿Cuándo?
- ¿Cómo se estructura el departamento/gerencia de Innovación?
- ¿Cuáles son las tareas del departamento/gerencia de Innovación de su compañía?
- ¿Cómo se relacionan con los otros departamentos de la empresa en relación con la Innovación?
- ¿Qué nivel de independencia tiene el departamento/gerencia de innovación? ¿Ante quién responde?

### Proceso de Compra de Innovación: Principales etapas y su gestión

- ¿Podría contarme como transcurre el proceso de compra de Innovación?
- ¿Cuáles son las etapas del proceso de compra de Innovación?
- ¿Qué departamentos participan del proceso de compra?

- De las oportunidades de Innovación que se manejan, ¿cómo se realiza la gestión del portafolio?
- ¿Bajo qué criterios se decide si se adopta o no una tecnología o nuevo producto innovador? (utilidad, plazo, tecnología, absorción).
- Según los riesgos que identifican, ¿cómo los van gestionando?
- Cuando tienen alguna necesidad de innovación/tecnología, ¿cómo se gestiona? ¿Cómo buscan información sobre el tema?

### **Discurso Asociado: estado y la innovación y relación con actores**

- ¿Cómo definirían innovación?, ¿qué importancia le otorgan para sus procesos productivos?
- ¿Cuál es su relación con los demás actores del entorno minero? (centros de investigación, grandes proveedores, proveedores Pyme).