

La medición de resultados e impactos de centros de investigación regionales en Chile

**Patricio Padilla, Ronald Cancino, Mario Gatica, Osvaldo Curaqueo,
 Jorge Petit-Breuilh, Felipe Mellado y Dasten Julian * ****

En el siguiente artículo se presenta una propuesta metodológica para la medición de resultados e impactos que se utilizó para Centros de Investigación Científica y Tecnológica de carácter regional en Chile. En el artículo se exponen las tres grandes etapas del estudio destacando los procedimientos metodológicos y los resultados de su aplicación para conocer la efectividad de éstos, además de exponer una de las estrategias de Chile en materia de descentralización de capacidades científicas y tecnológicas.

Palabras clave: cienciometría, impacto social, indicadores de ciencia y tecnología, políticas de ciencia y tecnología

I. El proceso de descentralización de la ciencia y tecnología en Chile y los centros de investigación regionales

En Chile, la definición y ejecución de la política científica está a cargo de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt)¹. Éste es el organismo público responsable de formular y administrar la política científica y tecnológica, financiar proyectos y articular el sistema nacional de ciencia y tecnología. Se encarga, asimismo, de promover la cooperación internacional para el área, apoyar la formación de recursos humanos y contribuir a la creación y difusión de una cultura científica.

Como una forma promover y fortalecer las capacidades regionales en ciencia, tecnología e innovación, Conicyt creó en 2000 el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico² permitiendo en conjunto con los Gobiernos Regionales³

* Patricio Padilla es sociólogo, Instituto de Desarrollo Local y Regional de la Universidad de la Frontera. Estudiante Doctorado en Sociología, Universidad Alberto Hurtado. Becario CONICYT. Chile. Ronald Cancino es antropólogo, Académico Depto. Ciencias Sociales, Coordinador Programa Estudios de la Ciencia y la Tecnología, Centro de Investigaciones Sociológicas, Universidad de la Frontera, Chile. Mario Gatica es sociólogo, Instituto de Desarrollo Local y Regional de la Universidad de la Frontera, Chile. Osvaldo Curaqueo es sociólogo, Instituto de Desarrollo Local y Regional de la Universidad de la Frontera, Chile. Jorge Petit-Breuilh es ingeniero Civil Industrial, Instituto de Desarrollo Local y Regional de la Universidad de la Frontera, Chile. Felipe Mellado es ingeniero Comercial, Instituto de Desarrollo Local y Regional de la Universidad de la Frontera, Chile. Dasten Julian es sociólogo, Universidad de la Frontera. Estudiante Doctorado en Sociología, Universidad Friedrich Schiller Jena, Alemania. Becario CONICYT, Chile.

** Los autores quieren agradecer la confianza del Programa Regional de Conicyt para la realización de este estudio, así como los comentarios específicos para este artículo de Marco Rosas, sociólogo de Conicyt.

¹ Página web CONICYT: <http://www.conicyt.cl/573/channel.html>.

² Programa Regional de CONICYT: <http://www.conicyt.cl/573/channel.html>

generar políticas de ciencia y tecnología mediante instrumentos de financiamiento para la creación, fortalecimiento y continuidad de Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica. El objetivo inicial del programa era descentralizar las capacidades científicas y tecnológicas a las regiones del país, pero progresivamente su rol se ha ampliado hacia el fortalecimiento de Sistemas Regionales de Innovación en Chile, uno de los campos emergentes de análisis y gestión de política (Cancino, 2009).

Estos Centros Regionales se generan por la adjudicación de fondos que otorgan Conicyt, los Gobiernos Regionales y el sector privado en algunos casos, teniendo como objetivo el desarrollo de líneas o áreas de investigación para que la zona donde se instalen puedan obtener ventajas comparativas y representen los esfuerzos conjuntos del Gobierno y del mundo científico y tecnológico (Cisternas y Morales, 2007).

En la actualidad, los centros regionales son los siguientes:

Tabla 1. Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica

Sigla	Nombre	Descripción	Región
CIHDE-CODECITE	Corporación Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico del Hombre en el Desierto	El objetivo fundamental del Centro es la formación de un núcleo regional permanente de investigación científica y tecnológica de alto nivel en biología y antropología, que contribuya al desarrollo regional	Arica y Parinacota
CIAREHSA	Centro de Investigación Avanzada en Recursos Hídricos y Sistemas Acuáticos	Entre sus objetivos se encuentra el generar conocimiento sobre las previsiones del recurso hídrico disponible en las cuencas hidrográficas de la región, su calidad y uso por los diferentes usuarios. Evaluar e implementar tecnologías de bajo impacto ambiental previo a su uso comercial por las pequeñas, medianas y grandes empresas, contribuyendo por esta vía a la generación de empleo y oportunidades de negocios. Propiciar el uso del agua desalada para las diferentes actividades económicas y de la población, lo que posibilitará sustentar el PBI Regional.	Tarapacá
CICITEM	Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería	Entre sus objetivos prioritarios está crear conocimiento de la biodiversidad de ambientes áridos, semiáridos e hiperáridos del Desierto de Atacama, además de otros sitios específicos y contribuir a la materialización del	Antofagasta

³ En Chile, los Gobiernos Regionales son los encargados de la administración superior de cada una de las regiones. Tienen por objeto el desarrollo social, cultural y económico de la región. Para el ejercicio de sus funciones, el gobierno regional goza de personalidad jurídica de derecho público y tiene patrimonio propio.

		proyecto Cluster Minero Regional, impulsando el desarrollo regional y aportando al conocimiento científico - tecnológico de la industria minera.	
CRIDESAT	Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama	Entre sus objetivos se encuentra el desarrollo de capacidades para generar alternativas productivas en minería industrial, para mejorar y generar tanto los cultivos agrícolas como los cultivos acuícolas para la región, el establecimiento de una plataforma para el desarrollo de un sistema integral del manejo productivo sustentable (minero, agrícola y acuícola) y crear nuevas capacidades para desarrollar una plataforma de investigación y desarrollo e innovación que logre impulsar la zona en su desarrollo económico de forma sustentable.	Atacama
CEAZA	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas	El objetivo principal del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas es estudiar el impacto de las oscilaciones climáticas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en las zonas áridas del norte-centro de Chile, centrado en la Región de Coquimbo.	Coquimbo
CREAS	Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables	Su objetivo principal constituirse en un Centro Interdisciplinario de excelencia, referente nacional e internacional en investigación, desarrollo e innovación en productos alimentarios saludables, que alcanzará su auto-sustentabilidad respondiendo a las demandas del consumidor actual.	Valparaíso
CEAF	Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura	Centro destinado a desarrollar y potenciar la actividad científico-tecnológica de la fruticultura de la región.	O'Higgins
CEAP	Centro de Estudios Avanzados Alimentos Procesados	Centro destinado a desarrollar y potenciar la actividad científico-tecnológica en la industria agroalimentaria de la región.	Maule
CIPA	Centro de Investigación de Polímeros Avanzados	Tiene como objetivo principal ser un centro de investigación de nivel internacional en el área de la ciencia de los polímeros.	Bío Bío
CGNA	Centro de Genómica Nutricional Agro Acuícola	Entre sus objetivos se encuentra generar una plataforma de investigación, negocios tecnológicos y transferencia tecnológica, desarrollar la genómica funcional, proteómica y el análisis genómico aplicado a la calidad nutricional de materias primas vegetales para la industria agro acuícola y desarrollar capacidades en bioprocesos y transformaciones tecnológicas de productos vegetales	Araucanía

		orientados a la cadena agro acuícola y otros sectores de la cadena agroalimentaria.	
CIN	Centro de Ingeniería de la Innovación	Uno de sus principales objetivos es generar un portafolio de posibles áreas aplicadas y generar o promover el desarrollo tecnológico necesario para realizar una aplicación comercial.	Los Ríos
CIEN Austral	Centro de Investigación en Nutrición, Tecnología de Alimentos y Sustentabilidad	Entre sus objetivos se cuenta crear nuevos conocimientos y tecnologías de vanguardia para apoyar y asesorar el desarrollo sustentable de la producción animal a nivel regional y nacional.	Los lagos
CIEP	Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia	Como objetivo general el Centro contempla desarrollar investigación científica de excelencia orientada a identificar y conocer la estructura, procesos e interacciones entre cuencas, sistemas fluviales, lacustre, estuarinos y marinos (mar interior y océano adyacente).	Aysén del General Carlos Ibañez del Campo
CEQUA	Fundación Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica	Tiene por objetivo fortalecer en Magallanes disciplinas relativas al medio ambiente cuaternario (presente, pasado y futuro), formando una masa crítica de investigadores jóvenes en Punta Arenas.	Magallanes

Fuente: elaboración propia en base a la información del Programa Regional de Conicyt

Transcurridos cinco años de la creación de la primera generación de Centros Regionales, se hizo necesario conocer los resultados y el impacto de éstos para poder monitorear su accionar, evaluar posibles cambios al diseño de la política y conocer qué aspectos deben ser fortalecidos. Los Centros que forman parte del estudio fueron los siguientes: CIHDE, CEAZA, CIBS⁴, CIPA y CEQUA. De esta forma, en el presente artículo se expone la metodología utilizada para efectuar esta medición junto con los principales resultados obtenidos de tal proceso. Por lo tanto, el artículo intenta aportar tanto en la difusión de la ruta chilena para la gestión de la ciencia y tecnología en regiones como en la propia discusión respecto a los enfoques, metodologías e instrumentos para medir los resultados y el impacto científico-tecnológico.

II. Propuesta metodológica para la medición de resultados e impactos para centros de investigación de carácter regional

El espíritu de la metodología utilizada hace hincapié en la necesidad de comprender cómo emergen innovaciones tecnológicas de alta incorporación de conocimiento científico con una mirada territorial, esto significa avanzar hacia la formulación y el uso de indicadores de innovación que permitan la comparabilidad en distintos

⁴ El CIBS es el Centro de Investigación en Biotecnología Silvoagrícola, operaba en la Región del Maule, no fue descrito en la tabla debido a que dejó de funcionar por sus malos resultados.

niveles/escala: internacional, interregional e intrarregional, considerando además dos aspectos relevantes a la hora de evaluar centros de Investigación regionales en el contexto latinoamericano donde la disposición de recursos económicos siempre son escasos. Esto implica considerar dos aspectos fundamentales:

- a. *La naturaleza del conocimiento científico propio de cada centro:* es importante considerar que el tipo de conocimiento que los centros producen, gestionan y/o transfieren, define un potencial de vinculación con el entorno, de producción y/o transferencia de tecnologías y de impactos científicos. Por ello, el tipo de vinculación e impactos que los centros generan, debe ser considerado en este contexto que define potencialidades y limitaciones caso a caso.
- b. *Los desplazamientos de enfoque de la política regional de ciencia y tecnología en Chile:* progresivamente las prioridades se han venido desplazando desde la generación de capacidades a la producción de vínculos con el entorno regional en el entendido que allí radica la producción de innovaciones tecnológicas. Este desplazamiento se condice con el proceso del Sistema Nacional de Innovación chileno, pero a la hora de evaluar los resultados e impactos de un centro, deben considerarse los diseños fundacionales del mismo.

Con estas consideraciones fue posible situar el proceso de evaluación de resultados e impacto de acuerdo a la literatura especializada en esta temática, pero enmarcado dentro de las dimensiones y naturaleza propias de estos centros.

A continuación se explicarán las grandes etapas y componentes de la evaluación con las que se realizó el estudio: 1) Construcción de un panel de indicadores de evaluación; 2) Normalización y sensibilización de Indicadores, y 3. Construcción de un modelo de indicadores relacional para el impacto científico tecnológico.⁵

Se expondrá lo medular de cada etapa, enfatizando en los procedimientos metodológicos, y en algunos casos, se expondrán los resultados principales de la aplicación de éstos dando cuenta de los niveles de eficacia y eficiencia del enfoque metodológico utilizado.

1. Construcción de un panel de indicadores de evaluación

El panel de indicadores utilizado obedece en primer lugar a las referencias de la literatura especializada sobre la medición de resultados e impacto de la ciencia y tecnología, en segundo lugar a las prioridades en materia productivas generadas por las regiones, y en tercer lugar a los requerimientos señalados por los encargados e investigadores de los mismos centros. Además, los indicadores deben hacer confluir estándares de medición de capacidades de ciencia, tecnología e innovación (de ahora en adelante CTI) con la Plataforma para la Innovación utilizada en la actual estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad (2008). Para esto será necesario sistematizar objetivos, indicadores y medios de verificación de los centros. Con ello, se organizan los indicadores en torno a insumos, procesos y productos.

⁵ Es necesario destacar que estas etapas se construyeron participativamente y cada una fue validada por los encargados e investigadores de los centros evaluados y actores pertenecientes al sector público ligado a los Centros Regionales.

Estos indicadores junto a las dimensiones claves en los que se identifican se presentan a continuación:

Tabla 2. Dimensiones e indicadores de análisis

Dimensión	Definición	Indicadores
Capacidades I+D+i	<p>-Se refiere a las capacidades de investigación, desarrollo e innovación que se traducen en la ejecución de proyectos, desarrollo de publicaciones, solicitud y generación de patentes, el grado de conexión entre las disciplinas y líneas de investigación.</p> <p>-Los indicadores propuestos se diferenciaron además por las líneas de investigación al interior los de los centros lo que permitió hacer evaluaciones más detalladas.</p>	<p>1. Análisis de la producción científica</p> <p>-Número de papers según indexación.</p> <p>-Número de proyectos de investigación.</p> <p>-Número de libros y capítulos de libros.</p> <p>-Número de patentes generadas y solicitadas por el centro.</p> <p>2. Impacto científico de las publicaciones trabajadas por los centros en relación al país</p> <p>-Evolución del impacto por áreas científicas desarrolladas por los centros.</p> <p>-Análisis del factor de impacto ISI.</p> <p>3. Análisis de redes de investigación</p> <p>-Redes de investigación al interior del centro.</p> <p>-Redes de investigación del centro con investigadores de Chile y el extranjero.</p>
Capital Humano	<p>-Masa crítica presente en los centros regionales, grado académico de sus investigadores, procesos llevados a cabo por los centro para la formación de estos (becas, pasantías, etc.). Comprende además los mecanismos de retención/atracción de capital humano y la estructura de las plantas científicas.</p>	<p>1. Grados académicos de los investigadores</p> <p>-Número de técnicos.</p> <p>-Número de profesionales.</p> <p>-Número de licenciados.</p> <p>-Número de magíster.</p> <p>-Número de candidatos a doctor.</p> <p>-Número de doctores.</p> <p>2. Modalidad de contrato de los investigadores</p> <p>-Número de investigadores contratados por el centro.</p> <p>-Número de investigadores con contrato institucional.</p> <p>-Número de becarios.</p>
Vinculo con el entorno	<p>Se refiere al grado de conexión entre el quehacer de los centros regionales con los actores del entorno como servicios públicos, el sector privado, la sociedad civil y las mismas comunidades científicas. Estas redes son consideradas a nivel nacional e internacional y pueden comprender asesorías, proyectos en común, actividades de divulgación e información a la comunidad, realización de seminarios,</p>	<p>1. Análisis de redes institucionales</p> <p>-Redes con instituciones del ámbito local/regional.</p> <p>-Redes con instituciones del ámbito nacional.</p> <p>-Redes con instituciones del ámbito internacional.</p>

	congresos, etc.	
Recursos, finanzas y marco normativo	Capacidades de atracción de recursos externos, inversiones e implementación de sistemas de control de gestión de ingresos y gastos. Características de la estructura organizacional de los centros y el nivel de autonomía en su gestión interna y externa.	1. Análisis económicos financiero -Composición de los fondos para la creación de los centros de acuerdo a las instituciones participantes. -Análisis de los flujos anuales. 2. Análisis organizacional -Estructura organizacional de los centros. -Grado de relación/dependencia con instituciones fundantes.

Fuente: elaboración propia

El levantamiento de estos indicadores tuvo dos finalidades: primero la de servir como línea de base para conocer el estado del centro en estas variables clave analizadas mayormente de forma descriptiva; en segundo lugar, permitió alimentar el modelo de sensibilización de indicadores mediante la simulación de indicadores y posteriormente contribuir, en algunos aspectos, a conocer el tipo de impacto generado por los cinco centros estudiados.

1.1. Análisis descriptivos

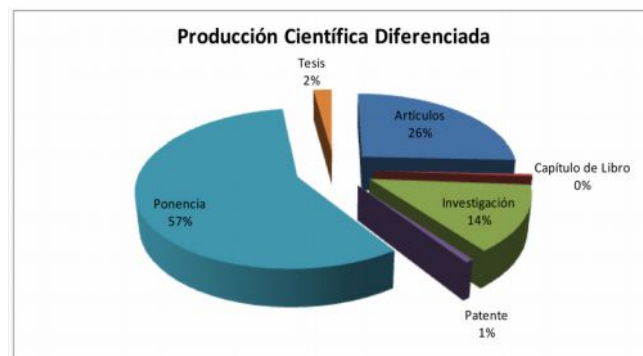
En esta etapa se levantaron más de 30 indicadores que en total contienen más de 100 gráficos y análisis que para efectos de este artículo es imposible exponer en su totalidad. Sin embargo, se presentarán los más importantes por cada eje de análisis y aplicado a un centro a la vez, como una forma de retratar la diversidad de análisis que se hicieron necesarios para asumir el estudio de impacto de una forma multidimensional e interdisciplinaria.

1.1.1 Análisis de la productividad científica

Este análisis consideró de forma específica las capacidades científicas de los centros según los distintos tipos de productos científicos que puede generar un centro de investigación.

Para el caso del CIPA, su productividad científica en términos generales fue de alto nivel, destacó el desarrollo de artículos, investigaciones en ciencia básica y aplicada, presentaciones en congresos nacionales internacionales y la adjudicación de tres patentes.

Gráfico 1. Producción científica del CIPA (2002-2007)



Fuente: elaboración propia

Grafico 2. Producción científica del CIPA por líneas



Fuente: elaboración propia

El gráfico 2 representa la producción científica del centro diferenciada en sus líneas de investigación. Para el caso del CIPA, esta situación se puede interpretar, a simple vista, como una actividad poco balanceada entre sus distintas líneas. Sin embargo, esto no refiere a un comportamiento negativo del resto de las líneas de investigación sino al trabajo escalonado y encadenado que generan éstas, donde *Desarrollo de Polímeros* es la que incorpora los conocimientos generados por el resto de las líneas y finalmente los transforma en productos científicos específicos.

Por esta razón es que, además de tener los datos sobre los productos científicos desarrollados en los centros, fue necesario conocer la naturaleza del conocimiento trabajado en éstos, ya que la sola utilización de estadísticas descriptivas puede generar imágenes distorsionadas de la realidad.

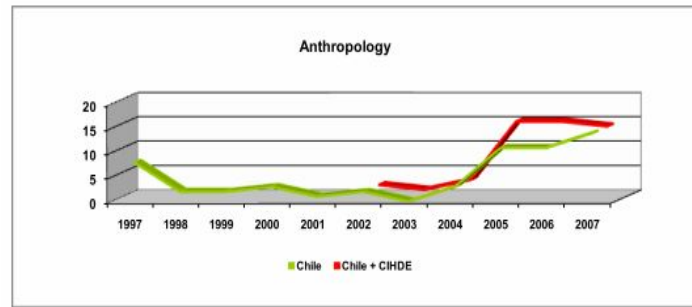
1.1.2 Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico se realizó en dos sentidos: el primero para determinar el impacto científico de las publicaciones en áreas científicas trabajadas por los centros en relación al país y el segundo se basa en el conocido análisis del factor de Impacto ISI.

a) Evolución de categorías científicas ISI: Este análisis aborda la evolución de las categorías científicas (subject categories) anidadas en Thomson ISI que han sido más desarrolladas en artículos por los centros. Para esto se identifican las categorías científicas donde el centro tiene mayor especialidad y se analiza el comportamiento que tenía el país en el desarrollo de esa categoría antes y después de la creación del centro. Con ello es posible identificar, en parte, cómo ha influido el centro en un campo científico específico.

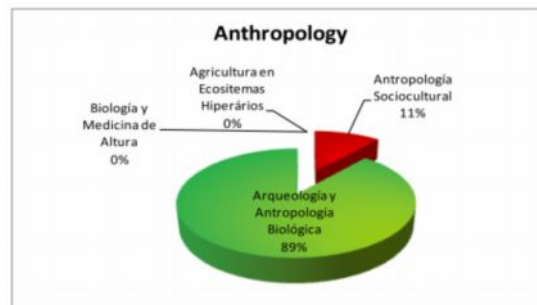
Para el caso del CIHDE, las áreas más desarrolladas en el período estudiado fueron fisiología (physiology), oncología (oncology), políticas públicas ambientales y de salud ocupacional (public environmental & occupational health) y, por último, antropología (anthropology), categoría que se analizará a continuación:

Grafico 3. Evolución de categorías científicas (CIHDE)



Fuente: elaboración propia

Grafico 4. Categorías científicas por líneas (CIHDE)



Fuente: elaboración propia

Desde que nace el centro en 2002, el desarrollo de esta categoría en Chile fue muy escaso. Sin embargo, durante los años 2005 y 2006 tiene un aumento respecto al total nacional, otorgado exclusivamente por la actividad del centro y adscrito mayormente a la línea *Arqueología y Antropología Biológica*. Cabe destacar que estos resultados se explican, en parte, por el desarrollo de la revista ISI "Chungará" de la Universidad de la Serena, misma institución que alberga al centro y fue receptor de muchas de las publicaciones del mismo.

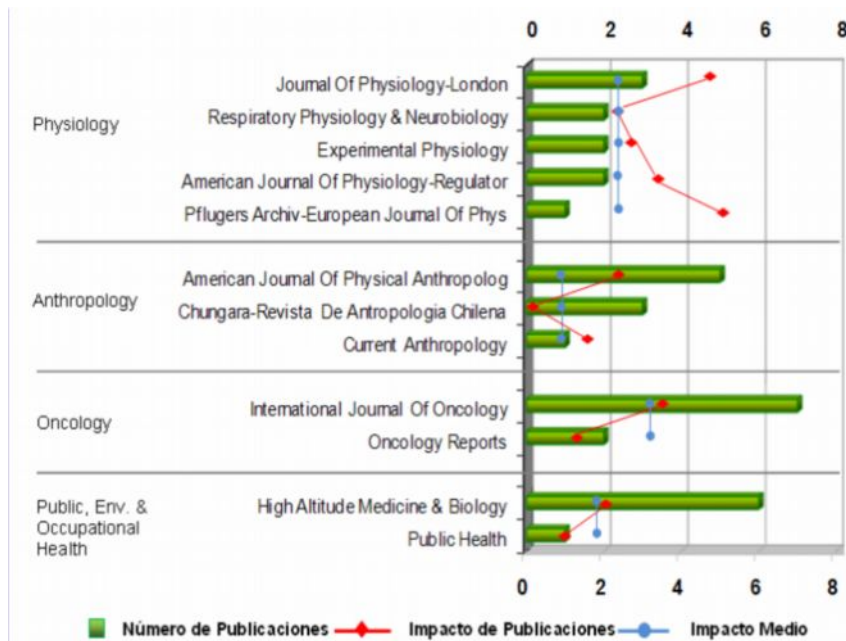
b) Análisis del factor de impacto ISI: A grosso modo, la lógica del factor de impacto ISI supone que las revistas de mayor prestigio en cada especialidad ISI tienden a atraer las publicaciones ligadas a las investigaciones más importantes y sobresalientes de cada área, por lo que se asume que las mejores revistas se encuentran en este sistema (Garfield, 2005: 20).

El análisis que se utilizó para conocer el factor de impacto⁶ ISI consideró además, en un solo indicador, el número de artículos en revistas indexadas y el impacto medio⁷ de éstas.

⁶ *Factor de impacto:* se calcula con base en un periodo de dos años; por ejemplo, el factor de impacto en 2004 para publicación específica se calcula de la siguiente manera:

A = Número de veces en que los artículos publicados en el periodo 2002-2003 han sido citados por las publicaciones a las que se les da seguimiento a lo largo del año 2004

Grafico 5. Análisis factor de impacto e impacto medio (CIHDE)



Fuente: elaboración propia

Las revistas científicas ISI que han publicado artículos CIHDE poseen un impacto destacable dentro de las áreas correspondientes. Esto porque una mayoría poseen un impacto superior al impacto medio de la categoría científica o especialidad correspondiente, ubicándolas en el 50% de revistas con más impacto de cada especialidad.

El CIHDE posee mayor relevancia en las especialidades de *physiology* y *antropology*, debido a que en ellas el impacto de las revistas supera ampliamente al impacto medio. Con ciertos matices, lo mismo ocurre en las disciplinas de salud *oncology* y *public, environmental & occupational health*, donde si bien existen artículos publicados en revistas destacadas, éstas se encuentran cercanas al impacto medio.

1.1.3 Análisis de redes de I+D+i

El análisis de redes de I+D+i tiene como objetivo identificar la estructura de los vínculos de carácter académico y científico entre los investigadores del mismo

B = Número de artículos publicados en el periodo 2002 - 2003.

Factor de impacto 2004 = A/B

En la actualidad el factor de impacto no está exento de críticas, existe una discusión abierta acerca del alcance de su aplicación.

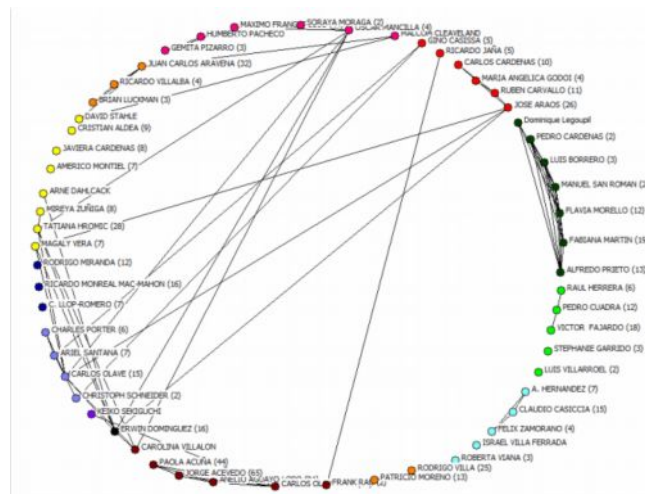
⁷ *Impacto medio*: se define a través de la medida de tendencia central *mediana estadística*. Ésta se calcula ordenando todos los valores de impacto de las revistas de la categoría ISI y seleccionando el valor central que divide al grupo en dos partes iguales. Como resultado se obtiene un número que permite determinar el 50% de las revistas con mayor y el 50% con menor impacto.

centro, además de los vínculos que poseen los investigadores con sus pares de otras instituciones tanto en el país como en el extranjero.

Las vinculaciones entre investigadores del centro permiten visibilizar el grado de interdisciplinariedad y conexión que existe al interior del centro. En cambio, las redes con investigadores de otras instituciones permitieron conocer el tipo de conexión entre la actividad científica de los centros con la desarrollada en Chile y el mundo.

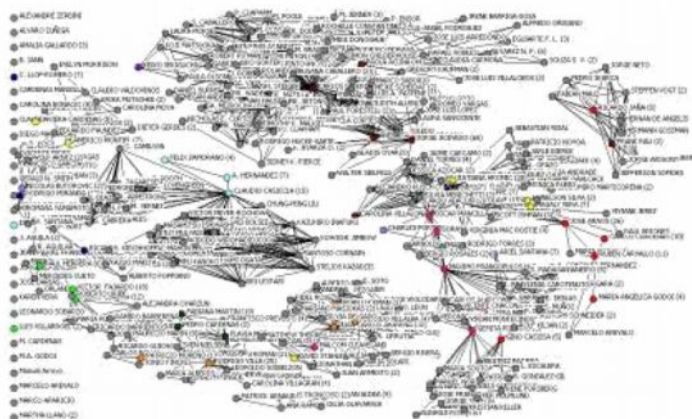
A continuación se expondrán los resultados del análisis de redes de I+D+i para el CEQUA.

Grafico 6. Redes internas del CEQUA



Fuente: elaboración propia

Grafico 7. Redes externas del CEQUA



Fuente: elaboración propia

En las redes internas, los distintos nodos representan investigadores del centro, los que se distinguen por color de acuerdo a sus líneas de investigación. El análisis reflejó un bajo nivel en la vinculación entre investigadores de las distintas líneas del CEQUA, ya que el trabajo realizado, en el período estudiado, fue mayormente parcelado y reducido al quehacer de cada línea de investigación sin conexión con las demás.

Las redes externas son bastante más confusas en el gráfico debido al alto número de investigadores nacionales e internacionales con las que el CEQUA poseía vínculos científicos para la realización de estudios, artículos y proyectos de investigación. Además de ello, se identificaron programas y convenios formales de cooperación con instituciones extranjeras.

1.1.4 Estructura del capital humano

El análisis del capital humano incorporó dos dimensiones. La primera correspondiente al grado académico de los investigadores de cada centro: a) técnico profesional, b) licenciado, c) magíster, d) candidato a doctor y e) doctor. La segunda dimensión identifica la modalidad de contrato de los mismos: a) contrato centro: contrato exclusivo a jornada completa del investigador al centro, es decir, investigadores con 100% de su jornada asignada al centro y financiada por éste; b) contrato institucional: investigadores que tienen un contrato con alguna de las instituciones participes del centro, trabajan en éstos pero son financiados sólo por alguna de estas instituciones y no con cargo directo al centro; finalmente, c) becarios: corresponden a aquellos investigadores que participan en el centro pero su filiación es mediante el patrocinio y/o financiamiento de programas de postgrado, principalmente becas doctorales.

Gráfico 8. Grados académicos del CIBS



Fuente: elaboración propia

Grafico 9. Tipo de contratos en el CIBS



Fuente: elaboración propia

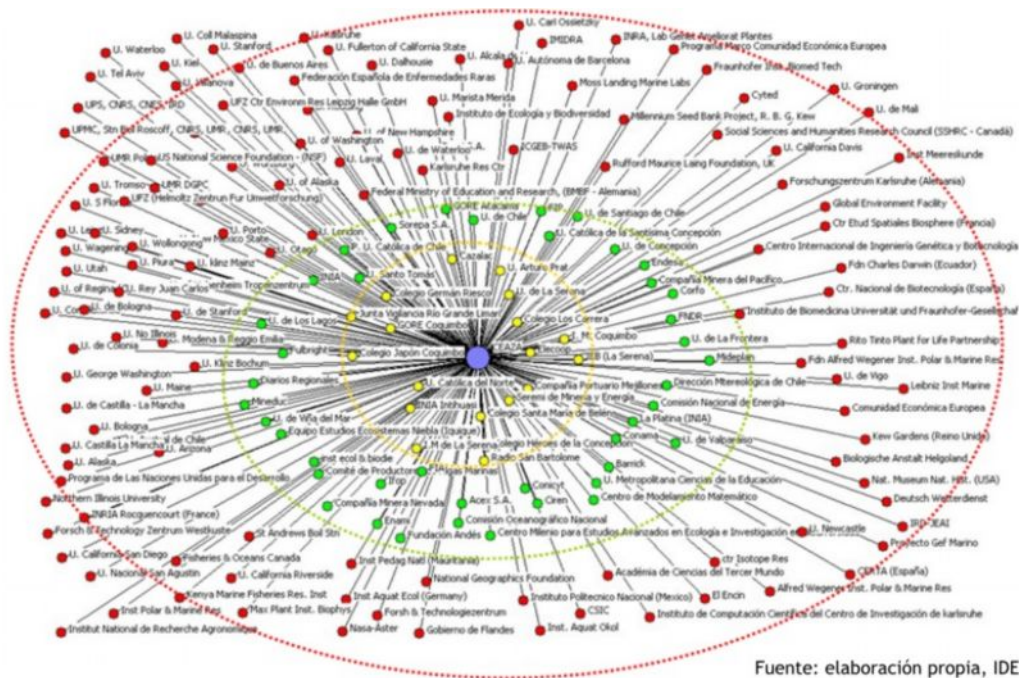
En el CIBS existió mucha disparidad al interior de las líneas del centro en lo que respecta a los grados académicos y el número de investigadores que lo componen. Sin embargo, existe una supremacía de doctores, seguido de licenciados y candidatos a doctor, quienes presentan igual número de investigadores (8) y magíster en una última ubicación con un total de 4. No existen investigadores con grados académicos de profesional o técnico.

Según la modalidad de contratos del CIBS, existe una similar cantidad de investigadores con contrato institucional (46%) y becarios (43%), mientras que un 13% de los investigadores poseen contrato con el centro. La distribución de tipos de contratos al interior de las líneas es muy diferenciada, sin la existencia de un claro comportamiento. El tipo de contrato es propio y funcional a cada línea y no a una estructura basada en alguna política de capital humano.

1.1.5 Vínculos con el entorno

Este análisis permite identificar la estructura de los vínculos que poseen los centros con instituciones de carácter público, privado, académico y social. El análisis se realizó complementando dos técnicas de análisis: 1) Análisis de redes, de corte cuantitativo, donde mediante las actividades realizadas por los centros se pudo extraer las relaciones que ha establecido con otras instituciones y así obtener un grafo de vínculos. 2) Análisis cualitativo, donde se realizaron diversas entrevistas y conversaciones en profundidad con otros actores vinculados por los centros. El motivo fue conocer las expectativas de estos actores en los centros, conocer experiencias de trabajo en conjunto y en general el quehacer de éstos en su región.

Gráfico 10. Vínculos con el entorno del CEAZA



A *nivel regional* existe un buen número de instituciones con las que se relaciona el CEAZA. Esta vinculación se produce principalmente en proyectos de investigación y divulgación; dentro de éstas destaca la vinculación con diversos colegios de la región para la divulgación del conocimiento científico generado en el centro y pertinente para estudiantes. También posee vínculos con el sector público y privado, mientras que en el *nivel nacional* se vincula principalmente con universidades y empresas en ámbitos de investigación, destacándose dentro de las instituciones nacionales algunas de carácter público. Sin embargo, las vinculaciones con instituciones de *nivel internacional* son las más numerosas, desarrolladas primordialmente en proyectos de investigación, publicaciones y, en menor medida, en congresos y seminarios.

2. Normalización y sensibilización de Indicadores

En esta etapa se realizó un análisis de indicadores estructurales utilizando el método de sensibilización de *Monte Carlo*⁸, técnica que permite medir el nivel de sensibilidad ante cambios y/o modificaciones de un sistema en sus variables críticas y estructurales, para este caso, de un Centro de Investigación Científica y Tecnológica, lo que significa conocer aquellos componentes en los que el centro

⁸ La simulación de Montecarlo es una técnica cuantitativa que se remonta a las investigaciones del movimiento aleatorio de neutrones de Stan Ulam y John Von Neuman en el laboratorio de Los Álamos en la década del '40. Permite emular el comportamiento de un sistema no dinámico donde el comportamiento aleatorio se transforma en algo crucial para la comprensión del mismo; esta es la razón de su nombre que proviene de la ciudad de Mónaco, característica por sus casinos de juego donde aleatoriedad, el azar y la probabilidad son parte de ella todo el tiempo.

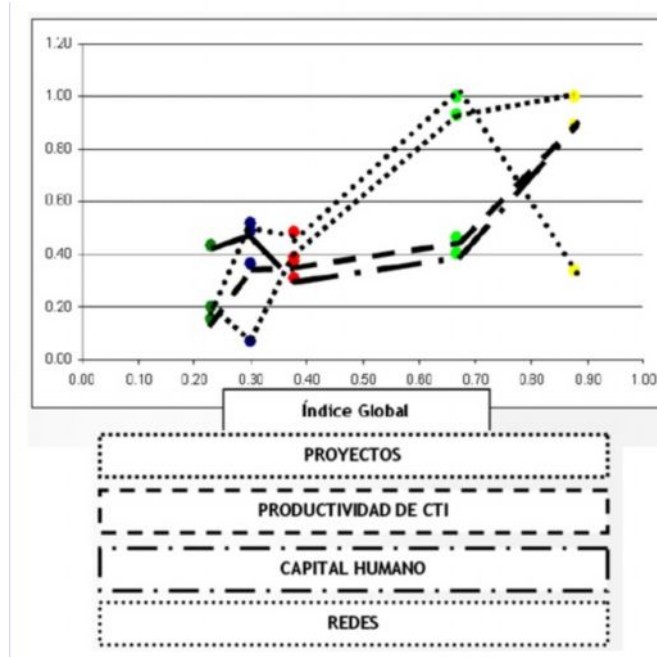
está consolidado, otros que debe fortalecer y los componentes o variables en las que el centro es muy sensible a los cambios.

Para este análisis se han seleccionado diversos indicadores los que se agrupan los siguientes ámbitos:

- 1) *Proyectos de I+D+i*: este ámbito corresponde a los proyectos adjudicados, ejecutados y en ejecución de cada centro en estudio; las principales variables para desarrollar este ámbito tienen que ver con el tipo de financiamiento.
- 2) *Productividad de Ciencia, Tecnología e Innovación*: este ámbito considera los resultados del desarrollo de proyectos de CTI en cada centro. Las principales variables corresponden a publicaciones por tipo de indexación, ponencias y participaciones en congresos, seminarios y esfuerzos de innovación medidos a través de la solicitud de patentes.
- 3) *Capital Humano*: para el análisis de este ámbito se consideran las variables que tienen relación con el capital humano presente en cada centro, el que comprende desde el equipo de apoyo a la investigación, hasta el capital humano avanzado como doctores, magíster y becarios.
- 4) *Redes*: en este ámbito se consideran las variables de vínculos con el entorno que poseen los investigadores a título individual y aquellos vínculos con instituciones que posee cada centro.

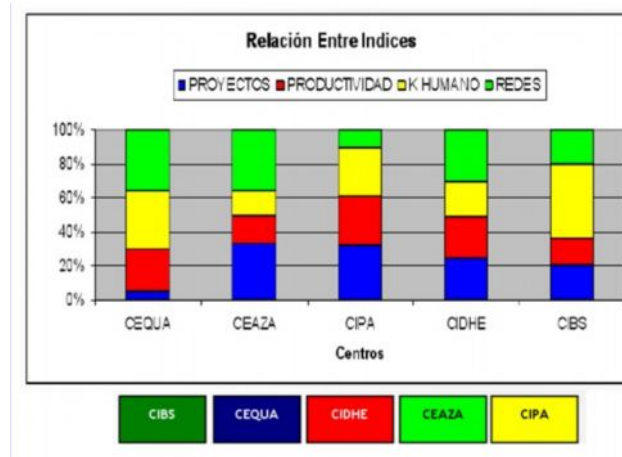
Para el desarrollo del análisis se construyó una matriz con los indicadores mencionados. Posteriormente la matriz se normalizó, esto quiere decir que el conjunto de indicadores se llevaron a la misma escala de medida para poder ser comparados; la escala utilizada es de (0,1). El proceso de normalización se realizó utilizando el método del cociente en relación al máximo valor de cada indicador específico. Una vez normalizada la matriz, se definieron los factores de peso para cada uno de ellos utilizando distintos escenarios promedios.

Grafico 11. Índice global



Fuente: elaboración propia

Grafico 12. Relación entre índices



Fuente: elaboración propia

Los resultados en síntesis arrojaron que en el CIHDE existe una alta generación de redes, seguida de ejecución de proyectos y productividad científica. Para el caso del CEAZA, su mayor desarrollo lo tiene en la ejecución de proyectos y en la generación de vínculos, seguido por su productividad científica y el capital humano. En el CIBS se observa un alto peso en capital humano, el que corresponde a investigadores institucionales, una baja productividad científica adscrita al centro y una moderada ejecución de proyectos y de generación de redes. Para el caso del CIPA se observa un desarrollo bastante equilibrado en las dimensiones de proyectos, productividad y capital humano, siendo menor la de redes y vinculaciones. Se puede apreciar que el CEQUA posee su mayor desarrollo en la generación de redes y vinculaciones, seguido de su capital humano (sobre todo becarios), y en tercer lugar la productividad científica y con una baja ejecución de proyectos de CTI.

Además se analizó la posición competitiva de los centros, lo que se desarrolla realizando una comparación entre las posiciones de los siguientes índices de los centros:

- Relación competitiva de centros entre Proyectos de I+D+i y Capital Humano.
- Relación competitiva de centros entre Productividad de y Capital Humano.
- Relación competitiva de centros entre Proyectos de I+D+i y Redes.
- Relación competitiva de centros entre Proyectos de I+D+i y Productividad.

Este análisis se complementó finalmente con las variables que se relacionan con el diseño de los centros y su productividad. Por diseño de los centros se entienden las variables estructurales como la cantidad de recursos con los que se construyeron, el margen de recursos adjudicados por el centro durante su existencia, su modelo de gestión de conocimiento y gestión tecnológica, sus vínculos con el entorno, redes de investigación y las características de recursos humanos. Por productividad se entienden las variables ligadas al número y tipo de proyectos adjudicados y ejecutados, el tipo de publicaciones, artículos de divulgación y patentes solicitadas y generadas por el centro.

3. Construcción de un modelo de indicadores relacional para el impacto científico tecnológico

De acuerdo a la propuesta desarrollada por Villaveces (2005) y aplicada para los programas nacionales de biotecnología en Colombia por Orozco (2007) la dimensión de impacto se entenderá en base a tres componentes fundamentales: Productos, Logros y Efectos. A su vez, éstos se diferenciarán de acuerdo a los ejes claves del quehacer de centros de investigación científica y tecnológica definidos anteriormente: Capacidades de I+D+i, Capital Humano, Vínculo con el Entorno, Marco Normativo, Recursos y Finanzas. Esta última diferencia por ámbitos apunta a la taxonomía de los niveles macro, micro y meso que señala Albornoz junto con las consideraciones teóricas para medir impactos social de la ciencia y tecnología.

- a. Por *Productos* se entienden los resultados tangibles, verificables y puestos en circulación, que son los más fáciles de medir. A lo largo del Estudio éstos ya se han develado, por lo que ahora se identificarán y sintetizarán.
- b. Los *Logros* son el grado de cumplimiento de los objetivos planteados por los centros para lo cual se ha considerado como indicadores los resultados esperados formulados inicialmente y su contrastación con la información disponible: resultados científicos mencionados en la memorias institucionales y las actividades registradas en la base de datos de productividad científico-tecnológica de los centros regionales, generada a partir de este estudio.
- c. Finalmente, los *Efectos* son los resultados no medibles directamente ya que corresponden a las redes y vínculos de los centros que potencialmente se pueden constituir en un futuro beneficio tangible para éstos. Éstos se entenderán como redes de investigación, redes con instituciones locales, nacionales y extranjeras, considerando convenios o vínculos no formales generados a través de proyectos, asesorías, transferencia, entre otras actividades.

De esta forma, la matriz propuesta quedaría para el caso de la medición de impactos de los centros de investigación regionales en Chile de la siguiente forma:

Tabla 3. Matriz de indicadores para el análisis de impacto, Centros Regionales de CTI

Dimensiones	Productos		Logros	Efectos
Capacidades de I+D+i	Cantidad y tipo de Proyectos	Cantidad y tipo de Publicaciones	Proyectos y publicaciones obtenidos de acuerdo a lo declarado en los objetivos del Programa.	Publicaciones: Factor de impacto ISI
Vínculo con el Entorno	Redes generadas locales, regionales nacionales e internacionales		Relación con metas	Generación de convenios Redes institucionales
Capital Humano	Grados académicos		Relación con metas	Redes de investigación

Marco Normativo	Tipo de institución		Relación con metas	No aplica
Recursos y Finanzas	Composición de la adquisición de recursos		Relación con las metas	No aplica

Fuente: elaboración propia

Los resultados fundamentales para cada uno de los centros analizados fue el siguiente:

Para el caso del CIHDE, su impacto radica en el desarrollo de una gran cantidad de productos: muchos proyectos focalizados en ciencia básica, artículos y variadas actividades de vinculación con el entorno. Sin embargo, este contacto con el entorno es mayormente con entidades académicas e investigadores nacionales e internacionales que con la región donde opera. A pesar de que el CIHDE ha cumplido de buena manera con sus propios objetivos, se hace necesario incorporar en sus metas que vayan en beneficio de su vinculación con el entorno local y el mejoramiento de su capital humano. En el ámbito estrictamente científico el CIHDE ha tenido presencia importante en la producción de artículos relacionada a sus áreas temáticas a nivel mundial.

El CEAZA posee un altísimo número de productos, es de los buenos centros regionales, posee una gran concreción de sus objetivos institucionales y un nivel de apalancamiento de recursos muy elevado. El CEAZA ha realizado una excelente labor, aunque la sugerencia es que incorpore objetivos relacionados con vínculos con el entorno, capital humano, marco normativo y recursos y finanzas. Uno de los aspectos cruciales para los buenos resultados de este centro es la presencia de un gestor tecnológico en su orgánica; algunas de sus funciones son: administración de recursos económicos, búsqueda de iniciativas e instancias para generar proyectos y coordinación técnica y administrativa.

EL CIBS tuvo un mal desempeño, baja cantidad de productos, objetivos cambiados en poco tiempo y así no cumplidos. También tuvo un bajo nivel de vinculaciones con el entorno, una estructura disfuncional y un bajo nivel de apalancamiento de recursos. El CIBS, debido a sus escasos logros, no pudo continuar sus funciones y terminó de operar definitivamente en el año 2007.

El CIPA es otro de los buenos centros regionales, pues posee un alto y variado número de productos científicos de alto impacto. El CIPA tiene una gran ventaja en términos organizacionales, ya que disponen de objetivos en muchas de sus áreas. Esto permite encausar su accionar de forma más equilibrada, que contempla metas en variados ámbitos. Una sugerencia para el CIPA sería una mayor vinculación con instituciones regionales.

EL CEQUA también ha tenido un buen desempeño a pesar de que sus productos no han sido tan cuantiosos. Sin embargo, como se señalaba anteriormente, esta situación obedece a la estrategia adoptada por el CEQUA en materia de capital humano, relevando para una segunda etapa el mayor desarrollo de sus líneas de investigación debido al retorno de sus becarios. Sugerencias para este centro serían desarrollar fondos de investigación aplicada, mejorar el número de artículos científicos y mantener la buena vinculación con instituciones regionales que ha

consolidado como las que posee con jardines infantiles y radios donde se realiza una labor de divulgación científica.

III. Principales resultados y conclusiones

Las conclusiones de este artículo abordan los aspectos relacionados con los resultados de la realización del estudio y las conclusiones pertinentes a la dimensión metodológica.

1. Resultados de la evaluación de los Centros de Investigación Científico-Tecnológicos

Los resultados del estudio evidenciaron profundas diferencias entre los distintos centros, las que no se explican únicamente por el tipo o naturaleza del conocimiento trabajado en cada centro, sino además por la mayor y menor eficacia de la gestión científica y administrativa en cada uno de ellos.

En el ámbito de las *Capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación*, la producción de los centros depende del tipo de conocimiento gestionado. Por ejemplo, el CIPA ha tenido un alto desarrollo de productos y soluciones tecnológicas, en cambio el CEQUA ha elaborado un alto vínculo con el entorno. Por otra parte, estos centros se encuentran en una tensión entre la necesidad de responder ante una lógica científica, donde los centros deben generar productos científicos como el desarrollo de estudios y artículos indexados, pero además con la necesidad de vincularse con las temáticas regionales aportando a su desarrollo, es decir, vincularse con el tejido productivo regional. Estas actividades en Chile y en países de América Latina muchas veces son disociadas y el conocimiento científico generado rara vez es aprehendido por la empresa; también influye la poca relación que los mismos científicos establecen con la industria, dejando el conocimiento almacenado únicamente en artículos científicos. Esta situación es analizada por Krauskopf, Krauskopf y Méndez (2007) como una subestimación del valor global de los conocimientos producidos en Chile, por la sociedad en su conjunto, en particular por los responsables políticos, economistas, empresarios y los mismos científicos, ya que los autores muestran que muchas patentes generadas en Estados Unidos han utilizado como referencias artículos científicos de investigadores pertenecientes a instituciones chilenas.

Esta situación genera la necesidad de no cerrar en demasía los criterios de evaluación pensando exclusivamente la vinculación con el entorno productivo regional como leitmotiv de los centros, sino también la producción científica y académica como parte de su rol, puesto que el propio conocimiento científico puede detonar prioridades en sus descubrimientos, e incluso puede otorgar un carácter diferenciador a la región donde se produce, estableciendo, por ejemplo, una imagen de región inexistente pero potencial hasta el momento.

Respecto a los *Vínculos con el Entorno*, existe un proceso de diferenciación de producción de éstos. A ello puede denominarse una "escalera de la vinculación": desde el contacto informal entre investigadores, posteriormente al convenio, a la implementación del convenio y al establecimiento de efectos o acumulación de capacidades sistémicas en el centro. Así, es común en los centros encontrar vínculos informales, centrados en las capacidades de los investigadores, lo que no se codifica, pero se requiere tender hacia la instalación de una cultura del vínculo y

a un mecanismo permanente de acompañamiento y codificación de vínculos. Son escasos los vínculos con el sector privado, situación que se manifiesta desde la misma creación de estos centros donde interviene fundamentalmente el sector público y el académico, pero aún con dificultades para generar un modelo espiral de innovación (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998). El CIPA es el único con un mayor contacto con empresas regionales y nacionales debido a su quehacer orientado a soluciones tecnológicas. Los centros poseen actualmente una naturaleza mayormente académica pero poco a poco se encuentran vinculándose a los procesos productivos regionales.

En lo que concierne al *Capital Humano*, existen tres elementos fundamentales que arrojó el estudio. El primero se relaciona con las diferencias en la membresía que poseen los investigadores, ya que en algunos centros éstos poseen afiliación institucional tanto del centro como a la universidad que alberga al mismo. Esto repercute en que los centros no disponen de suficiente capital humano con dedicación exclusiva y sobre todo disponer de investigadores con capacidades de coordinación, liderazgo y experiencia que puedan conducir las líneas de investigación y así poder consolidarlas. El segundo aspecto refiere a la inexistencia de planes de atracción/formación/retención de capital humano. En casos como el CEQUA, muchos de sus investigadores son becarios, lo que fue en desmedro de sus capacidades, ya que éstos se encontraban perfeccionándose en el extranjero de forma simultánea. Finalmente, el tercer aspecto se relaciona con el general bajo nivel interdisciplinario entre los investigadores al interior del centro; muchas líneas de investigación trabajan de forma aislada y poseen poco conocimiento del trabajo de sus pares. Casos donde hay un notable mayor nivel de interacción es en el CEAZA, donde la misma infraestructura del centro facilita el encuentro entre los investigadores. El CIPA funciona mediante un trabajo encadenado entre sus líneas de investigación, donde las soluciones tecnológicas desarrolladas son realizadas en distintas etapas en las que participan muchas líneas de investigación.

Finalmente, respecto a los ámbitos de *Marco Normativo* y el de *Recursos y Finanzas*, el aspecto más crítico refiere a la autonomía institucional de los centros. El modo como las instituciones fundantes inciden en las operaciones y las decisiones define las facilidades y proyecciones de los centros. En este sentido, cada centro posee un doble vínculo con el Gobierno Regional y con el Programa Regional de Conicyt. Los centros tienen una tensión permanente en sus relaciones con estas instituciones. De un lado, reciben requerimientos de prioridades productivas del Gobierno Regional y se les percibe como excesivamente científicos, y de otro, reciben requerimientos administrativos del programa regional. Este "doble vínculo" introduce dificultades de operaciones permanentes y sobre todo de oportunidad del financiamiento que genera problemas serios de gestión.

2. Conclusiones respecto a la metodología utilizada

Como se señaló en la primera sección de la metodología, las dimensiones utilizadas fueron: 1) Capacidades I+D+i; 2) Capital Humano; 3) Vínculo con el entorno, y 4) Recursos y finanzas. Como se puede observar, dimensiones como por ejemplo infraestructura, sustentabilidad y medio ambiente, u otros ámbitos que fuesen específicos a la realidad de cada Centro Regional, no se incorporaron debido a que su selección obedece a dos criterios fundamentales: el primero se relaciona con mantener ciertos niveles de equivalencia con la actual política chilena para la innovación impulsada por el Consejo nacional de Innovación para la Competitividad (2008) e incorporar variables que permitan conocer y analizar de mejor manera la

realidad de los centros de investigación. Las dimensiones de análisis recogidas en este estudio recogen, por una parte, estas dimensiones acentuadas por esta política nacional y además las variables claves para el estudio de centros de investigación científica y tecnológica.

A pesar de esto, otro aspecto con el que se debe maniobrar es la disponibilidad de recursos para la realización de la evaluación. El método que se ha abordado en este artículo no es una síntesis de la literatura especializada respecto a la medición de resultados e impactos de centros de investigación, sino una adaptación y construcción de procedimientos e instrumentos que permitieran, por una parte, incorporar la mayor cantidad de elementos pertinentes para la realización de esta evaluación, pero también desarrollar una metodología acorde con la disponibilidad de recursos económicos para su ejecución. La recogida de esta información no fue exclusivamente con datos de investigación o datos numéricos, sino que además incorporó entrevistas en profundidad con actores relevantes del sector académico, público y privado. Esto ya que las tres grandes fases de esta metodología parten de una plataforma distributiva que corresponden básicamente a datos de investigación. En este sentido, como se infiere de Huaylupo (2008), al realizar un análisis basado exclusivamente en datos, pensando en éstos como representaciones absolutas de la realidad, se corre el riesgo de una independización del dato, de la realidad de la cual forma parte, además de los sujetos que lo han construido para usos específicos. Esto trae como consecuencias que esa valoración puede atenuar o reemplazar la interpretación al objetivar superficialmente una realidad compleja. Es decir, si los datos no son fidedignos o contienen algún tipo de sesgo, las fases posteriores de análisis incorporarán todas estas dificultades y pueden entregar resultados distorsionados de la realidad que se pretende estudiar.

Por otra parte, la matriz de impactos desarrollada por Villaveces, Orozco, Chavarro, Olaya y Suárez (2005) ofrece grandes posibilidades ya que permite la diferenciación de distintos tipos de niveles permitiendo circunscribir el objeto que se desea analizar y determinar sus impactos. Esta diferenciación en su primera etapa refiere a los outputs para la medición del impacto, donde se encuentran los productos, logros y efectos que permiten distinguir el tipo de medición de resultados como medida de impacto, pero separándolos de acuerdo a su distinta naturaleza y composición. La segunda diferenciación obedece a la escala del impacto en sus tres niveles: nivel micro, centrado mayormente en grupos de investigación, el nivel intermedio centrado en la suma de los niveles micro o en alguna política, plan o programa de ciencia y tecnología, y el nivel macro que refiere a la suma de todos estos programas, planes o políticas nacionales pero en su conjunto.

Finalmente, el proceso de identificación y construcción de indicadores e índices permite conocer el estado de una o más variables en un momento determinado. Sin embargo, al poseer distintos indicadores, en distintos ámbitos o dimensiones, se genera la dificultad de tener que discernir entre variables más importantes que otras para la toma de decisiones. Esta situación se encuentra muy presente en estudios de evaluación de resultados e impactos, ya que un observador, en este caso el evaluador, debe ajustar criterios para poder considerar "más valioso" un determinado tipo de resultados por sobre otros. Además de ello, como señala claramente Gutiérrez (2009), la construcción de indicadores corresponde a un proceso de construcción de atributos empíricos del objeto de estudio donde el sujeto se sitúa frente a la realidad y define lo que observa a partir de la teoría y los conceptos que forman parte de sus saberes. Es decir, para este caso los indicadores

construidos no emergen de la observación a los aspectos críticos de los centros de investigación, sino de los cuerpos teóricos utilizados que los investigadores (el sujeto) proponen para realizar dicha construcción.

El estudio que se expone en este artículo no estuvo ajeno a la situación explicada en el párrafo anterior ya que en la etapa de validación metodológica, por parte de actores pertenecientes a los centros de investigación y al sector público, se señaló la necesidad de disponer de distintos parámetros para evaluar determinada información como más prioritaria o relevante que otra. Un ejemplo de esto fue la mayor importancia que algunos centros le otorgaron a las actividades de vinculación con instituciones educacionales del medio regional en desmedro de los vínculos con el tejido productivo de sus regiones. Además, otros actores consideraron mayor relevante el desarrollo de artículos científicos antes que el disponer de una buena gestión administrativa o apalancamiento de recursos económicos. En este sentido, considerando las distintas visiones respecto a la mayor o menor importancia que cobran los indicadores, en los distintos actores partícipes de estas metodologías el método de sensibilización y simulación de escenarios con el análisis de *Montecarlo* permite obtener una radiografía del comportamiento que poseen todos los indicadores en diferentes escenarios donde el peso de cada indicador es distinto en cada uno de ellos. De esta forma, el análisis cualitativo de expertos, y su interpretación de los resultados, de ninguna forma es invalidado, sino que puede complementarse de mejor manera con este tipo de modelos que permiten detectar tendencias o corrientes no observables a simple vista en base a una visión encapsulada de distintos ejes o dimensiones de análisis.

Bibliografía

ALBORNOZ, M., ESTÉBANEZ, M. y ALFARAZ, C. (2005): "Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología", *CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Vol. 2, N° 4, pp. 73-95.

CANCINO, R. (2009): "Sistemas Regionales de Innovación en Chile: estado actual y escenarios de futuro", en Von Baer, Heinrich (Ed.): *Pensando Chile desde sus regiones*, Temuco, Ediciones Universidad de la Frontera, pp. 361-370.

CNIC (2008), *Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad, Volumen II*, Chile, CNIC.

CISTERNAS, L. y MORALES, P. (2007): *Ciencia y tecnología en las regiones de Chile*, Santiago, J-C Sáez Editor.

ETZKOWITZ, H. y LEYDESDORFF, L. (1998): "A Triple Helix of university-industry government relations", *Industry & Higher Education*, Agosto.

GARFIELD, E. (2005): "The agony and the ecstasy. The history and meaning of the Journal Impact Factor", Artículo presentado en el International Congress on Peer Review and Biomedical Publication, Chicago.

GUTIÉRREZ, D. (2009): "La construcción de indicadores como problema epistemológico", *Cinta de Moebio*, N° 34, pp. 16-36.

HUAYLUPO, J. (2008): "La Relatividad y Significación de los Datos", *Cinta de Moebio*, N° 34, pp. 127-152.

KRAUSKOPF, M., KRAUSKOPF, E. y MÉNDEZ, B. (2007): "Low awareness of the link between science and innovation affects public policies in developing countries: The Chilean case", *Scientometrics*, Vol. 72, N° 1, pp. 93-103.

OROZCO, L., CHAVARRO, D. L., OLAYA, D. y VILLAVECES, J. (2007): "Methodology for measuring the socio-economic impacts of biotechnology: a case study of potatoes in Colombia", *Research Evaluation*, Vol. 16, N° 2, pp. 107-122.

VILLAVECES, J., OROZCO, L., OLAYA, D., CHAVARRO, D. y SUÁREZ, E. (2005): "¿Cómo medir el impacto de políticas de ciencia y tecnología?", *CTS- Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Vol. 2, N° 4, pp. 125-146.