

Indicadores de ciencia, tecnología e innovación para la inteligencia competitiva de sistemas regionales de innovación*

INDICATORS OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION FOR
THE COMPETITIVE INTELLIGENCE OF REGIONAL INNOVATION SYSTEMS

Ronald Cancino Salas¹, Jorge Petit-Breuilh², Patricio Padilla³,
Yenniel Mendoza⁴, Mauricio Garcia⁵, Mario Gatica⁶, Felipe Mellado⁷,

RESUMEN

El artículo propone que, en el actual proceso de profundización del Sistema Nacional de Innovación en Chile, es necesario construir y potenciar Sistemas Regionales de Innovación como estrategia para incorporar los procesos de localización de la innovación, de manera tal que sea posible articular las prioridades nacionales (clusterización selectiva) con los procesos emergentes de innovación territorial potenciados desde el nivel subnacional (regiones). En este contexto, se propone un modelo de gestión regional de la innovación y se examina la propuesta metodológica de Inteligencia Competitiva Regional, en sus dimensiones de análisis regional de las capacidades y potencial de Ciencia Tecnología e Innovación. Se propone una estrategia, un conjunto articulado de técnicas e indicadores relativos a Capital Humano Avanzado, generación de redes tecnoeconómicas y tecnocientíficas, indicadores de focos de CTI, de prioridades de inversión pública y de la dinámica económica sectorial/regional. Estos indicadores, son

ABSTRACT

The article proposes that the current process of deepening the National System of Innovation in Chile, it is necessary to build and enhance regional innovation systems like strategy for incorporating the localization processes of the innovation in the way that could be possible to articulate national priorities (Selective clustering) with the emerging innovation processes from the territory enhanced from sub-national level (regions). In this context, we propose a model for regional innovation management and its examines the methodology of Regional Competitive Intelligence in its magnitude of regional analysis of the capabilities and potential of STI. Its proposes a strategy, a set articulated of techniques and indicators for related Advanced Capital Human, build of techno economics networks and techno scientifics, indicators of focus of STI, of priorities of public investment and of economic dynamics of sectoral / regional. These indicators are built with the horizon to

* El artículo, es una versión revisada de la Presentación al VII Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Sao Paulo, Fapesp, 23,24 y 25 de Mayo del 2007. Este trabajo, forma parte del proyecto "Bases para la instalación de la inteligencia competitiva regional en la Araucanía", financiado por CONICYT, PBCT. Correo electrónico: rcancino@ufro.cl.

¹ Master en Desarrollo Regional. Licenciado en Antropología, Coordinador de Investigación y Desarrollo, Instituto de Desarrollo Local y Regional IDER Universidad de La Frontera Temuco - Chile. Director Ejecutivo RanDom [I+D+] S.A.

² Ingeniero Civil Industrial. Coordinador de Gestión y Planificación, Instituto de Desarrollo Local y Regional IDER Universidad de La Frontera Temuco - Chile. Dr. Proyectos I+D I S.A. Temuco Chile.

³ Sociólogo. Analista de redes tecnocientíficas. Instituto de Desarrollo Regional y Local, Universidad de la Frontera, Chile.

⁴ Economista. Master en Economía. Investigador Asociado Instituto de Desarrollo Regional y Local, Coordinador Observatorio del Desarrollo Económico y Social, Universidad de la Frontera.

⁵ Master en Desarrollo Regional. Investigador Asociado Instituto de Desarrollo Local y Regional IDER. Dr. Estudios RanDom [I+D+] S.A.

⁶ Sociólogo. Expertos en análisis estadístico y construcción de bases de datos

⁷ Ingeniero Comercial. Analista Instituto de Desarrollo Regional y Local, Universidad de la Frontera, Chile.

Artículo Tipo I. De Investigación científica y tecnológica. Según clasificación Colciencias.

Fecha de Recepción: Enero de 2008

Fecha de Aprobación: Marzo de 2008.

construidos con el horizonte de iniciar procesos de modelación y simulación de Sistemas Regionales de Innovación en procesos de prospectiva tecnológica.

Palabras clave: Indicadores, Inteligencia Competitiva, Sistema Regional de Innovación, Política Tecnológica

initiate processes of modeling and simulation of Regional Innovation System in technology foresight processes.

Key Words: Indicators, Competitive Intelligence, Regional Innovation System, Technology Policy.

INTRODUCCIÓN

En Chile, se experimenta en la actualidad un intenso proceso de profundización de la política de Ciencia, Tecnología e Innovación, el que es posible de entender como una profundización del Sistema Nacional de Innovación, que incluye transformaciones del diseño institucional, de la estructura de financiamiento a la actividad de CTI, una nueva política de infraestructura para la innovación, una nueva generación de políticas de educación y de fomento productivo. Este proceso, no ha estado exento de polémicas y debates públicos, en torno al rol de los actores regionales en la definición de políticas y toma de decisiones de inversión en fomento a la CTI.

En este contexto, el artículo sostiene que en el actual proceso de rediseño y profundización del Sistema Nacional de Innovación, es necesario construir y potenciar Sistemas Regionales de Innovación, para (a través del análisis y gestión de la localización de la innovación) resolver las tensiones entre la priorización/decisión de la inversión y la relación clusterización-territorialización del desarrollo tecnológico. En términos metodológicos, ello consiste en el desarrollo de un modelo de análisis y gestión denominado Inteligencia Competitiva Regional, que implica un módulo de Gestión Regional de la CTI, y un módulo monitoreo y vigilancia de Sistemas Regionales de Innovación compuesto por indicadores de Capital Humano Avanzado, Redes tecnoeconómicas y tecnocientíficas, Indicadores de Focos de CTI, Indicadores de Prioridades de la inversión pública y de la estructura de los sectores económicos.

De este modo, el artículo propone el siguiente análisis:

La primera sección examina en términos generales, los principales procesos de transformación del Sistema Nacional de Innovación en Chile, los

debates asociados y las tensiones existentes en proceso de resolución. Se extraen de aquí aprendizajes en torno a la necesidad de modelos de gestión regional de la CTI y de Monitoreo y Vigilancia de los Sistemas Regionales de Innovación.

La segunda sección expone el modelo conceptual de Inteligencia Competitiva Regional para los Sistemas Regionales de Innovación, en el marco de una mirada teórica sistémica, prospectiva y territorial conducente a la modelación y simulación dinámica de la CTI.

La tercera sección, expone la estrategia metodológica, los métodos y técnicas utilizados en el proceso de construcción de la Inteligencia Competitiva Regional para la Región de la Araucanía.

I. TRANSICIÓN DE FASE DEL CHILE ACTUAL: EL REDISEÑO DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN, DEBATES Y PROPUESTAS.

En los diversos análisis de procesos de innovación tecnológica, existe una diversidad de propuestas teórico-metodológicas para comprender las causas de emergencia y sostenibilidad del progreso técnico y la competitividad. En términos generales, se trata de analizar como la innovación tecnológica no constituye un proceso lineal incremental (como muestra el análisis del apartado anterior), sino más bien, resulta de la interacción y relación sostenida entre múltiples agentes económicos, tecnológicos, científicos, y políticos. En lo medular, se trata del paso de análisis centrados en lo que se denomina un “modelo lineal de innovaciones” donde una institución crea tecnología, otra la adapta, y otra la introduce en el mercado. La triada lineal universidad-instituto tecnológico-empresa, (y a la que corresponden los esfuerzos de Planificación Tecnológica y Sistemas de Ciencia y Tecnología) ha sido reemplazado en la actualidad por el análisis

sistémico de la innovación. Aquí, se concibe que es la asociatividad y la cooperación entre los agentes la que hace emerger una innovación tecnológica, y la que permite la sostenibilidad (el logro de la madurez en el ciclo). De este modo, emergen una serie de conceptos que quieren explicar esta transición fundamental. Los principales desarrollos, tienen que ver con “Sistemas Nacionales de Innovación” (Lundvall, 1992; Freeman, 1995), “Sistemas Regionales de Innovación” (Cooke, 1997); (Maillat, 1995), “Distritos Industriales”, “Cluster”, “Sistemas Territoriales de Innovación”, “Sistemas Sectoriales de Innovación”. Así mismo, el desarrollo asociado a la Triple Hélice (Etzkowit, 1994, 1997). Este conjunto de aproximaciones, ponen en el centro el problema de la “articulación territorial de las firmas” como mecanismo clave de la “competitividad”. Nos interesa aquí identificar los ejes de esta discusión, y de otro diferenciar las características claves de cada enfoque-herramienta de política.

De un lado, estas aproximaciones se concentran en el problema de la “interconexión”, redes o “network” de firmas y/o analizan el proceso de la dinámica industrial como una “dinámica sistémica” (Dicken, Meter y Malmberg, Anders, 2001). De otro, se trata de identificar las variables que deben ser analizadas (y sus dimensiones) para comprender a las “firmas interconectadas” (López, 1998), así como las externalidades positivas que este proceso genera.

El enfoque que mayor desarrollo teórico y político ha tenido, es el de Sistema Nacional de Innovación, desarrollado inicialmente por Lundvall (1992) y que viene a ser en la actualidad el modelo que reemplaza al modelo de Sistema de Ciencia y Tecnología en América Latina, así como constituye el modelo central adoptado por la OCDE (2002). La emergencia de este enfoque, estaría dada por la observación de que en la década del 70 y 80, el éxito de las innovaciones habría estado dado no sólo por el Gasto en I&D, las interconexiones entre firmas, sino también, con las instituciones de ciencia y tecnología, así como el modo como esta interconexión permitiría la importación, mejora, y difusión de innovaciones.

En el último informe de la OCDE de Ciencia y Tecnología, se indica que el éxito de un SIN está dado por el proceso de crecimiento que este tiene en el tiempo, visualizado ya no como una dinámica

sistémica, sino como un “sistema dinámico”, en el que cobran cada vez más relevancia las innovaciones “no tecnológicas”: humanas, de conocimiento, etc. y que requieren por tanto una visualización y una política global. (OCDE, 2002).

En este sentido, existen diferencias en los matices de las definiciones. Por un lado, el SNI se centra en los agentes y las redes de instituciones de Ciencia y Tecnología, por otra, una definición más amplia indica que un SIN implica interacción de firmas, instituciones dedicadas a la innovación tecnológica, e incluso aquellos procesos menos formales o menos directamente vinculados a la innovación, como la educación. En este sentido, se propone que un SIN se compone por una estructura productiva y un entorno institucional, de manera que, siguiendo el desarrollo de Pérez, se propone que el SNI se compone de entidades tecnoeconómicas y socioculturales (Johnson y Lundvall, 1994). Edquist, otro de los autores relevantes, ha elaborado una aproximación sistémica a los SNI, proponiendo que sus características centrales son el concentrarse en las instituciones y organizaciones (“reglas del juego” y firmas) en la interacción (no solo la interacción, sino el carácter de “embebido” o “embedded” de la interacción en un sistema social), el problema de la demanda (frente al análisis de la oferta de los modelos anteriores), los niveles del sistema (supranacional, nacional, regional), el análisis de las diferencias y la comparación (entre sistemas, territorios y en términos temporales) y la relevancia (diferencial en distintos sistemas de innovación) (Edquist, 1999).

Por otro lado, frente a este tipo de análisis, emerge en la literatura la discusión respecto de la pertinencia del nivel nacional para el análisis de Sistemas de Innovación. Se argumenta aquí que los impactos territoriales de la globalización, la internacionalización de la innovación generaría un impacto o la emergencia de una dimensión espacial de los sistemas de Innovación (Cooke, 1997). De este modo, el concepto de Sistema Regional de Innovación, aúna el análisis de “distritos industriales”, “Sistemas Sectoriales de Innovación” y “Sistemas Supranacionales de Innovación”. El tema central es el surgimiento de especificidades locales-territoriales en los procesos o trayectorias de innovación, fundamentalmente dado el carácter diferencial de los sistemas regulatorios políticos (centralización-

descentralización) que resultan aun más relevantes en contextos de países en desarrollo (Freeman, op.cit), y la emergencia de heterogeneidades espaciales (Lundvall, op.cit).

En la dinámica global/local entonces, el Sistema Regional de Innovación, emerge como concepto que permite observar, comprender y promover los diferentes procesos de innovación en una escala espacial-local, y permite así la identificación de los específicos mecanismos que en ellos operan.

En este contexto, las principales transformaciones del actual Sistema Nacional de Innovación en Chile, operan al menos en torno a los siguientes ejes:

- **Diseño de la Arquitectura Institucional:** el Consejo Nacional de Innovación está generando una nueva Estrategia Nacional de Innovación, que define prioridades, rediseño de atribuciones y competencias de la institucionalidad de fomento a la CTI, así como su estructura de financiamiento.
- **Transformación del marco normativo del sistema nacional de educación, incluida la educación superior:** en este campo, hay un cambio en la estructura de financiamiento asociado a certificación de la calidad de la oferta, instrumentos de fomento a la Asociatividad, a la vinculación universidad-empresa, los modelos de gestión universitaria, acreditación de competencias, sistemas de incentivos a la productividad académica, etc.
- **Transformaciones del fomento productivo:** existe aquí un doble proceso de transformación. De un lado, se redefinen los sistemas de incentivos a la empresa, se definen prioridades nacionales, se fomenta la Asociatividad empresarial, la formación de capital humano mediante el enfoque de competencias. De otro, se fomenta la emergencia de encadenamientos productivos territoriales.

Este proceso de verdadera transición de fase en materia de Ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento en Chile, ha generado un debate público nacional que ha hecho evidente las tensiones o controversias existentes a este respecto, en tanto se constata que, dados los procesos de globalización, la innovación resulta

cada vez más “localizada”. En este sentido, se encuentran:

- **Tensiones entre la priorización y decisión de la inversión para el fomento a la innovación y el desarrollo productivo:** Las prioridades, definidas a nivel nacional, se condicen con la toma de decisiones nacional sobre los principales instrumentos de financiamiento.
- **Falta de articulación de las políticas de clusterización selectiva (definición de los 8 principales cluster innovativos) y las políticas de territorialización de los encadenamientos productivos locales:** De un lado, la política se clusteriza, y de otro, emergen territorios y una red interinstitucional de fomento que opera en la lógica de construcción social de acuerdos público-privados.
- **Necesidad de fortalecimiento de las competencias, atribuciones y capital humano para la gestión regional de la CTI:** la institucionalidad subnacional (regional) y sectorial, se encuentra pensionada por la falta de atribuciones para alinearse en torno a las políticas regionales de fomento productivo e innovación tecnológica. El proceso de creación de una nueva institucionalidad, como las Agencias Regionales de Desarrollo Productivo de reciente creación, experimenta en la actualidad esas tensiones.

En este contexto de transformaciones y debates, resulta fundamental avanzar en un mecanismo capaz de resolver las controversias para sustentabilizar y dar mayor gobernabilidad al Sistema Nacional de Innovación. En este horizonte, se presenta en la siguiente sección una propuesta de política y de medición para el monitoreo y vigilancia de los niveles Subnacionales del Sistema Nacional de Innovación.

II. SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACION E INTELIGENCIA COMPETITIVA REGIONAL EN CHILE.

El proceso de transformaciones se encuentra en la actualidad en Chile en su punto de máxima inflexión. El análisis contextual e histórico del comportamiento del Sistema Nacional de Innovación³, permite identificar como un aprendizaje institucional, al necesidad de

fortalecer el Sistema Nacional de Innovación, mediante el fortalecimiento e instalación de Sistemas Regionales de Innovación a través de potencias una estrategia de Inteligencia Competitiva Regional, que suponga tanto un modelo de gestión regional, como un sistema de medición y monitoreo de los SRIs y su comparabilidad.

Lo anterior implica dar respuesta a una serie de emergentes necesidades de gestión, generación de información y medición. En este sentido:

- **Necesidades de Gestión:** En la actualidad, y de manera cada vez más urgente, es necesario construir un modelo de Gestión Regional de la CTI, de carácter flexible y diferenciado, que implica construir de manera prospectiva Políticas y Modelos de Gestión Regionales de CTI que contengan al menos (1) una *política tecnológica de nivel meso regional* que desarrolle una estrategia de generación de entornos innovadores, relaciones entre actores y carteras de proyectos de innovación, y (2) una *estrategia de articulación de los procesos de clusterización nacional o interregional con los procesos de emergencia de encadenamientos productivos locales*.
- **Necesidades de Medición, monitoreo y vigilancia:** se requiere utilizar el know-how acumulado en torno a indicadores de CTI para comprender procesos micro y meso de la actividad, que significa, al menos: comparación a nivel subnacional de las regiones entre sí; identificar los sistemas de innovación emergentes; identificar las Capacidades y potencial CTI de las regiones, incluidas sus trayectorias; la capacidad de articulación y generación de redes de actores disponible, incluidas sus trayectorias, y el stock de Capital Humano Avanzado. Es central en este sentido, la comprensión de estos procesos en relación a los sectores productivos existentes.

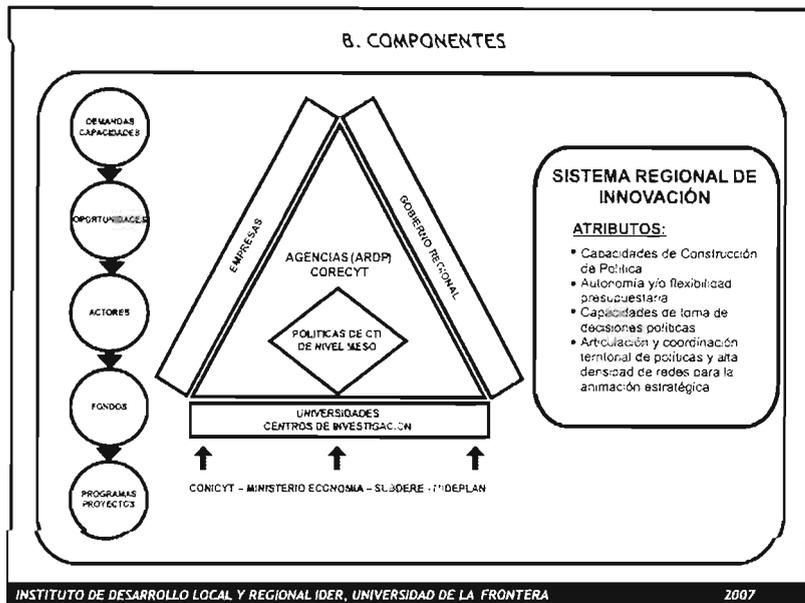
A partir de lo anterior entonces, se desarrolla en y desde la Región de la Araucanía un proceso orientado hacia la generación de las condiciones necesarias para un aumento en escala de la introducción de innovaciones tecnológicas en el mercado. Este proceso, se desarrolla en torno a dos ejes:

1°.- Potenciar Sistemas Regionales de Innovación, entendidos como un *sistema de actores e instituciones que interactúan y generan aprendizajes para la producción e introducción de innovaciones tecnológicas en focos de desarrollo de ciencia, tecnología e innovación prioritarias*. Ello implica, en lo político, la definición de prioridades –construidas prospectiva y sistémicamente– que ponen en el centro la innovación tecnológica, así como la disponibilidad de atribuciones, competencias y funciones de la institucionalidad pública para direccionar la política hacia la innovación científico-tecnológica. En relación a los actores, implica la generación de mecanismos de articulación en redes y la construcción de una cultura asociativa de innovación para la generación de aprendizajes interactivos. Implica también la articulación estratégica entre las diversas trayectorias tecnológicas (innovaciones tecnológicas, las investigaciones aplicadas, centros de excelencia, etc.) (Cancino, 2006)

2°.- El modelo de Inteligencia Competitiva Regional consiste en *Desarrollar un proceso estratégico y metodológico para fortalecer la Gestión Regional de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación para la producción de innovaciones en un territorio, a través de la generación de mecanismos de interfaz entre las capacidades y el potencial científico-tecnológico y las demandas (reales y potenciales) de las empresas, desde una mirada sistémica, prospectiva y territorial*⁹. Lo anterior, implica la articulación estratégica entre métodos prospectivos de planificación y gestión, sistemas de vigilancia tecnológica y desarrollo y manejo de indicadores del Sistema Regional de

⁹ Si bien no es materia del presente artículo, la evolución de las políticas chilenas de fomento a la CTI, indica la existencia de un permanente proceso de intento por resolver dos controversias centrales: la existencia de un doble vínculo entre la política científica tecnológica como depositaria de políticas culturales (dependencia histórica de la institucionalidad científica del ministerio de educación, por ejemplo) frente a la necesidad de articular la CTI al desarrollo productivo. Por su parte, una segunda controversia es la relación jerárquica/heterárquica entre la red institucional, dada la estructura política centralizada de Chile. Cfr. Cancino, Ronald (2005) *Sistemas Regionales de Innovación: hacia la producción de dinámicas endógenas de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. El caso de la Región de la Araucanía, Chile. Tesis de Maestría, IDER/UFRO.

⁹ Este proceso en la actualidad se desarrolla a través de la construcción de la Agenda de Desarrollo Productivo de la Región de la Araucanía, y en el proceso de construcción de las bases para una Agenda de Ciencia, Tecnología e Innovación.



Fuente: Elaboración propia

Innovación, elaboración de mapas estratégicos de la relación entre redes y producción de conocimiento-innovación, así como indicadores del nivel meso y micro de las trayectorias tecnológicas, desarrollo de negocios tecnológicos y fortalecimiento del Capital Humano Avanzado de Gestión de la CTI.

A partir de lo anterior, se exponen a continuación los Objetivos y Productos asociados a la instalación y dinamización de Sistemas Regionales de Innovación en Chile:

En este horizonte, se expone en la siguiente sección el desarrollo metodológico del proceso de monitoreo y vigilancia de Sistemas Regionales de Innovación.

III. PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA MEDICION, MONITOREO Y VIGILANCIA DE LA INTELIGENCIA COMPETITIVA REGIONAL (ICR).

En la actualidad existe una gran cantidad de estrategias y enfoques para la medición de la ciencia, la tecnología y la innovación. Podríamos

	OBJETIVOS DE LA ICR	PRODUCTOS DE LA ICR
SISTEMA REGIONAL DE INNOVACION	Fortalecer las capacidades de Gestión Regional de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Formación Capital Humano Avanzado de Gestión de la CTI (público, empresarial, territorial, universitario) • Gestión en Redes • Sistema comunicación actores
	Construir visiones de futuro y políticas de largo plazo en las regiones e interregiones en materia de CTI	<ul style="list-style-type: none"> • Escenarios • Escenario Apuesta • Plan Estratégico y Operativo • Requerimientos Capital Humano de CTI
	Vincular las capacidades y potencial de CTI regional a las prioridades y demandas sociales y económicas regionales y locales	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Vigilancia Tecnológica Regional • Indicador de Innovación Empresarial • Indicadores Capacidades de Innovación • Base de Datos Oferta/Demanda de CTI
	Articular actores públicos, privados y académicos en las regiones en torno a la innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Agenda de Inversiones en CTI • Carteras Anuales de proyectos asociativos de CTI
	Potenciar y atraer Capital Humano Avanzado en Ciencia, Tecnología e Innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Fortalecimiento del Capital Humano Avanzado en Focos y Gestión de la CTI • Atracción y Formación de Capital Humano Avanzado en Gestión de la CTI y focos especializados de CTI

Fuente: Elaboración propia

identificar 2 grandes campos o “arenas” en estos enfoques metodológicos: entre los llamados *ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA* podemos agrupar a la llamada Cienciometría concentrada en el diseño y utilización de indicadores de CyT, tiene como característica central, el diseño de indicadores para la comparación entre países y regiones (nivel supranacional). Se distinguen indicadores de insumo, de producto, de innovación e indicadores de impacto social y percepción pública de la ciencia. Estos dos últimos son los más recientemente desarrollados; (b) Los Estudios de Laboratorio, corresponden al uso de métodos y técnicas antropológicas y etnográficos para la comprensión del modo de construcción del conocimiento científico. Deriva de los estudios pioneros de Bruno Latour y el aporte etnometodológico de Steve Woolgar; (c) El Programa Fuerte: corresponde al desarrollo iniciado en Inglaterra (Edimburgo) llamado EPOR – empirical programme of relativism- y se orienta en lo básico a dar cuenta de las construcciones sociales del conocimiento científico. Responden a esta línea el llamado constructivismo de sistemas tecnológicos. Se concentra en las nociones de controversias y grupos sociales relevantes. Finalmente, podríamos agrupar en otro conjunto, lo que podríamos denominar “estudios estratégicos”, donde caben los métodos y técnicas desarrolladas en la *prospectiva y previsión tecnológica* (Matriz insumo/producto desde la economía; Matriz impactos cruzados, Análisis Estructural, etc.), la *gestión estratégica* (matriz tecnologías/productos, matriz ADL, árbol genealógico dual, matriz atractivo-tecnológico-posición tecnológica, racimos, etc.) la *gestión tecnológica (árbol de decisiones de productos, extrapolación de tendencias, Delphi, Análisis de Escenarios, etc.)*. En una tercera línea, encontramos los estudios de las “ciencias del desarrollo regional”, que se concentran en por un lado la comprensión espacial de la innovación tecnológica, y en la identificación de los elementos que hacen comprensible el desarrollo territorial y sus vínculos con la innovación tecnológica.

En este marco, la medición de la innovación tecnológica debe hacerse cargo de las necesidades indicadas por Martínez y Albomoz respecto de América Latina¹⁰. Este desafío puede ser asumido en el cruce de varios de los enfoques y estrategias metodológicas indicadas arriba. Esto significa, aunar en una estrategia metodológica algunas de las técnicas desarrolladas en los campos mencionados. En este sentido, el estudio propuesto se encuentra en el cruce de varias de esas estrategias metodológicas, que significan asumir los desafíos metodológicos:

- Quiere comprender como emergen innovaciones tecnológicas de alta incorporación de conocimiento científico: interesa el análisis de “*proyectos endógenos de investigación científica...y el estudio de los procesos de innovación tecnológica locales y las capacidades técnicas*” (Ibid.)
- Así mismo, significa comprender estas innovaciones en términos territoriales: para el estudio, esto significa avanzar hacia la formulación y el uso de indicadores de innovación que permitan la comparabilidad en distintos niveles/escala: internacional, interregional, intraregional.
- Finalmente, dadas las necesidades de generación de acuerdos entre los actores para reducir incertidumbres y eficientar el diseño y posterior aplicación de la encuesta. significa para el estudio la definición de un Panel de Expertos que asesore el análisis en los aspectos críticos del diseño, como son: los componentes de la encuesta, los indicadores. el diseño muestral y el contexto de aplicación, todo ello desde la perspectiva comparativa de las mejores practicas internacionales.
- Estos desafíos metodológicos en la medición de la innovación tecnológica en un marco territorial-regional, significa también –de acuerdo al desarrollo teórico de sistemas nacionales y regionales de innovación- considerar el tipo de

¹⁰ Dicen los autores: “La primera prioridad debería ser el análisis de proyectos endógenos de investigación científica y el estudio de los procesos de innovación tecnológica locales y las capacidades técnicas (donde, como, cuando se lleva a cabo la innovación), dirigido hacia la formulación y el uso de indicadores basados en productos e interrelaciones tangibles, y en opiniones de especialistas (y también dirigido a contribuir al avance de formulaciones teóricas). Naturalmente, ello presupondría la necesaria reformulación de conceptos y nociones sobre la investigación científica y el desarrollo tecnológico en nuestros países, lo que permitiría identificar las variables relevantes, cuya medición se persigue” (Eduardo Martínez y Mario Albomoz. 1998: 19-20).

información que debe ser relevada. En específico, en la actualidad el análisis debe trabajar con información respecto de:

- **Actores del proceso de innovación:** las instituciones productoras, intermediarias u usuarios de la innovación tecnológica y los sujetos que realizan las actividades científicas y tecnológicas. De este modo, el centro para el diseño y la aplicación de la encuesta, estará dada por la concentración en los sujetos y las instituciones
- **Conocimientos Científicos y Tecnológicos:** las disciplinas científicas y los sectores de aplicación
- **Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación:** los programas nacionales y los instrumentos de fomento de la innovación, así como su presencia e impacto en el nivel regional.

III.1. ETAPAS

Para el logro de cada uno de los objetivos planteados se propone desarrollar una metodología sistémica y prospectiva territorial de análisis centrada en el diseño de la inteligencia competitiva regional. Para ello es necesario identificar los expertos en CTI de la región, los principales problemas, debilidades y fortalezas del sistema, los actores relevantes y las relaciones entre estos, para construir así el plan estratégico operativo de CTI regional.

Para ello, la mirada sistémica, prospectiva y territorial significa:

- **Mirada sistémica:** análisis sobre las operaciones fundamentales del sistema CTI Regional y sus condicionantes sistémicas en la interacción de los diferentes actores relevantes.

- **Mirada Prospectiva:** construcción de escenarios probables, posibles y deseables para los problemas sistémicos identificados. Ello permitiría construir Metas e Indicadores de seguimiento para el Sistema CTI Regional.
- **Mirada Territorial:** operativizar en Proyectos y/o Programas territoriales de CTI, en niveles regionales. Ello, mediante el análisis y/o la recopilación de información de los expertos en CTI en la Región.

Lo anterior debe servir para la construcción de lo que se puede denominar un Plan Estratégico Operativo de CTI Regional. Esto es, un conjunto de lineamientos, programas, metas, indicadores y acciones que permitan llevar a cabo la instalación del tema en la Región.

La metodología esta organizada en fases, etapas y actividades:

Etapas 1, Diseño de Niveles de Medición: se desarrollan aquí los modelos e indicadores básicos para la medición de las capacidades del Sistema Regional de Innovación Araucanía.

Etapas 2, Levantamiento de Información base de Capacidades Regionales: se sistematiza aquí información secundaria disponible en diversas fuentes públicas y bases de datos existentes. Específicamente, se concentra el procesamiento en Capacidades Económicas Regionales y Capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación.

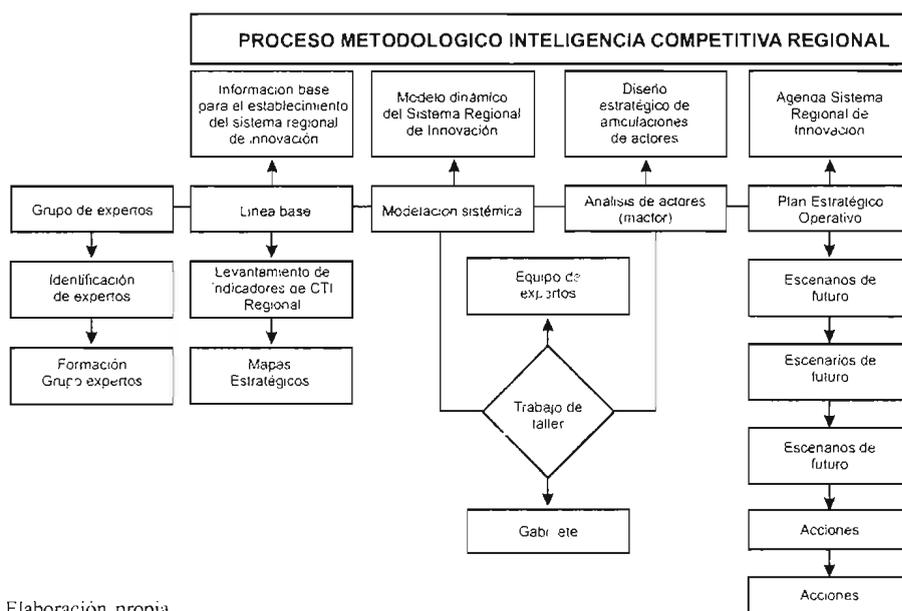
Etapas 3, Análisis de las Capacidades: se realiza aquí la sistematización y análisis económico-productivo y cuentométrico de la región de la Araucanía.

Etapas 4, Construcción Mapas Estratégicos: aquí, se realiza un análisis integrado de la información, produciendo mapas estratégicos de la región de la Araucanía, específicamente en relación a los Sectores económicos emergentes y dinámicos¹¹ y Focos de Ciencia, Tecnología e Innovación.

¹¹ En esta etapa, el proyecto Bases para la Instalación de Inteligencia Competitiva Regional en la Región de la Araucanía, se articula poniendo a disposición información y metodología, al proceso de construcción de la Agenda Regional de Desarrollo Productivo para la Agencia Regional de Desarrollo Productivo. ARDP.

Etapa 5, Análisis de Las Capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación en relación a las prioridades regionales: aquí, se construyen Escenarios de Futuro, análisis de las Cadenas de Valor de 3 sectores prioritarios de la Araucanía y se identifican Desafíos Estratégicos de I+D+i.

Etapa 6, Levantamiento de las Bases para una Agenda Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Araucanía: Aquí, se desarrollan talleres con el Subcomité de Innovación de la ARDP-Araucanía y se construyen Lineamientos Estratégicos.



Fuente: Elaboración propia

III.2. NIVELES DE MEDICION

La Inteligencia Competitiva Regional asume lo que se entiende en la literatura como un Paradigma Complejo de Investigación (Ibáñez, 1996). Que articula estratégicamente técnicas cualitativas y

cuantitativas y que corresponde a lo que el modelo entiende como los tres niveles de análisis de un Sistema Regional de Innovación: Sistema, Foco y Red. Esto implica que tanto la recolección-producción, como el análisis de la información será organizada en estos tres niveles básicos. Esto

NIVELES DE INVESTIGACIÓN	TRAYECTORIA DE INNOVACION TECNOLÓGICA EN UN SISTEMA REGIONAL	NIVELES SISTEMICOS DE INNOVACION
DISTRIBUTIVO Sociometría de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: -Catastro de Instrumentos de Fomento a la Innovación y su impacto en el nivel regional: Catastro de proyectos de investigación científica y tecnológica -Análisis de redes tecnocientíficas		RED <i>red de actores y conocimientos científicos y tecnológicos que están en proceso de hacer emerger una innovación mediante la articulación/no articulación con los sistemas productivos locales</i>
ESTRUCTURAL Análisis de Focos de Innovación Tecnológica Identificación y caracterización Focos de Innovación Articulación de Focos a Pilares del Desarrollo Regional:		FOCO <i>conjunto de conocimientos y tecnologías en torno a un proceso no lineal de producción de innovaciones tecnológicas</i>
DIALÉCTICO Análisis Sistémico de coexistencia y heterogeneidad dinámica de Focos y Redes de Innovación Cualidades emergentes de un Sistema Regional de Innovación	SISTEMA <i>Coexistencia dinámica y heterogénea tanto en el sentido de focos de innovación, como de redes de innovación.</i>	

Fuente: Elaboración propia

permite comprender la innovación tecnológica como una “trayectoria” desde el primer nivel de cooperación-competencia de actores (red tecnocientífica) hasta la producción de innovaciones (Foco de innovación) que serán visualizadas en el tercer nivel (sistema de

**NIVELES DE MEDICIÓN
DE LA INTELIGENCIA COMPETITIVA REGIONAL**

NIVEL	CAPITAL HUMANO	REDES	CTI	INVERSION	ACTIVIDAD ECONOMICA
META	Capital humano elevado (+ CH avanzado/años escolaridad)	Indicador “poder” (síntesis otros indicadores)	Indicador de innovación	Coefficiente de especialización	Encadenamiento hacia delante y hacia atrás de sectores productivos según matriz insumo producto
MESO	Composición de CH (bajo, medio, alto + AVANZADO)	Análisis estadístico instituciones Indicador de red	Tipología de proyectos Tipos de innovaciones Tipología ejecutores	Composición: Tipología de proyectos	Participación de las empresas (número / ventas / tamaño) en la economía regional
MICRO	Tipo ocupación por sector en cadena de valor Capital humano empresarial, emprendedor y administrativo.	Indicador por estabon	Conocimiento local incorporado en cadena de valor	Tipo inversión por cadena valor	Tipologías de cadenas de valor por sector productivo

Fuente: Elaboración propia

innovación) como heterogeneidad de redes y focos de innovación.

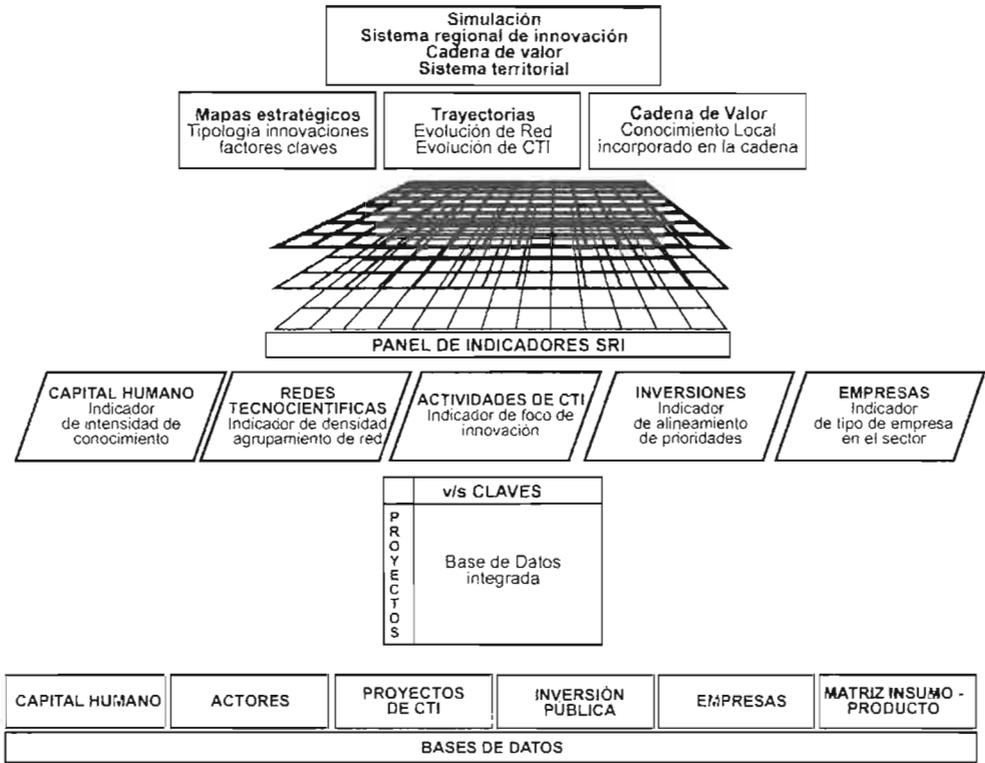
A partir de este diseño estratégico general, se construyen niveles de medición (META, MESO, MICRO) que permiten, para los 5 ejes de análisis del modelo, identificar las medidas necesarias sobre las cuales se construyen los indicadores. En detalle:

- **Nivel Macro:** Se mide en este nivel la disponibilidad de capital Humano Avanzado, la construcción de un Indicador síntesis de redes, la medición de la capacidad de innovación, el coeficiente de especialización de la inversión pública y el análisis de los encadenamientos hacia atrás y hacia delante que arroja la Matriz Insumo/Producto.
- **Nivel Meso:** Interesa en este nivel el análisis de los sectores productivos, identificando la

composición del Capital Humano disponible en el sector en cuestión, el análisis del tejido institucional junto a indicadores de redes sociales, la identificación de la tipología de proyectos de CTI en el sector, los tipos de innovaciones y la tipología de ejecutores de proyectos; se caracteriza la tipología de proyectos de inversión pública y se analiza la situación empresarial del sector económico.

- **Nivel Micro:** en este nivel, se analiza en detalle la cadena de valor de los sectores productivos, identificando: el capital humano ocupado en los eslabones de la cadena de valor, el capital humano empresarial, emprendedor y administrativo de las empresas, se construye una medida micro de redes para cada eslabón de la cadena de valor; se analiza la inversión pública en relación a la cadena de valor y se construyen tipologías de cadena de valor por sector económico.

MODELO SISTEMA REGIONAL DE INNOVACION (SRI)



Fuente: Elaboración propia

Si bien en la actualidad no se considera la medición de un nivel Meta, se espera en el futuro realizar estudios comparativos de Sistemas Regionales de Innovación.

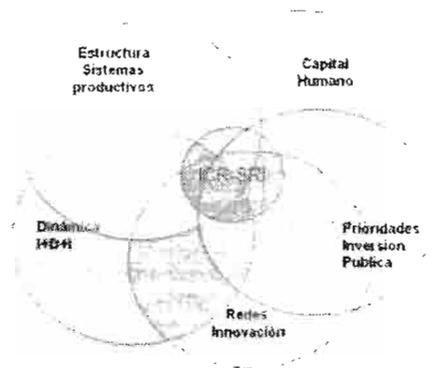
- **Construcción de Redes de Innovación:** interesa medir las capacidades de generación de redes de actores, a través del análisis de redes sociales aplicado a redes tecnocientíficas y tecnoeconómicas.

III.3. PRINCIPALES INDICADORES

Lo anterior, significa la necesidad de medir 5 ejes complementarios, de manera coherente con los ejes de Gestión Regional de la CTI. Estos son:

- **Estructura sistemas productivos:** interesa medir aquí la participación de los sectores productivos en la economía regional. Ello se realiza a través del análisis de información estadística secundaria, así como con el análisis de la Matriz Insumo Producto.
- **Disponibilidad de Capital Humano Avanzado:** interesa aquí caracterizar el stock y flujo de capital humano avanzado presente en el sistema regional. Se realiza mediante la construcción de una base de datos regional del Capital Humano Avanzado, así como con información Censal.

LA INTELIGENCIA COMPETITIVA REGIONAL DESDE UNA OPTICA SISTEMICA



Fuente: Elaboración propia

- Focos de Innovación:** interesa medir aquí la especialización de la actividad de CTI en los sectores productivos, ya sea en actividades de ciencia básica, infraestructura de CTI, investigación aplicada, I&D, transferencia tecnológica y/o innovación tecnológica.
- Prioridades de Inversión pública:** interesa medir aquí la especialización de la inversión pública sectorial e intersectorial, ya sea en proyectos de capacitación, desarrollo productivo, Infraestructura, transferencia tecnológica, etc.

EJE	MEDIDA	INDICADOR	FUENTE DE LOS DATOS
CAPITAL HUMANO	Capital Humano Avanzado	Número de Postgraduados/Número profesionales del sector	Base de datos capital humano Avanzado Censo
	Capital Humano Alto	Años de Escolaridad de la Población/Número de ocupados del sector	Censo
	Capital Humano Medio	Años de Escolaridad de la Población/Número de ocupados del sector	Censo
	Capital Humano Bajo	Años de Escolaridad de la Población/Número de ocupados del sector	Censo
REDES DE INNOVACION	Cohesión de la Red	Densidad de Red por actor y sector	
	Centralidad de la Red	Grado por actor y sector	
		Intermediación por actor y sector	
FOCOS DE INNOVACION	Infraestructura de CTI	Número de proyectos por actor y sector	Base de datos de Proyectos CTI
		Participación de la Infraestructura en total inversión del sector	
		Especialización de la inversión en Infraestructura de CTI	
	Investigación básica	Número de proyectos por actor y sector	
		Participación en total inversión del sector	
		Especialización de la inversión de CTI	
	Investigación y Desarrollo	Número de proyectos por actor y sector	
		Participación en total inversión del sector	
		Especialización de la inversión e de CTI	
	Desarrollo Tecnológico	Número de proyectos por actor y sector	
		Participación en total inversión del sector	
		Especialización de la inversión de CTI	
	Transferencia Tecnológica	Número de proyectos por actor y sector	
		Participación en total inversión del sector	
		Especialización de la inversión de CTI	
Innovación Tecnológica	Número de proyectos por actor y sector		
	Participación en total inversión del sector		
	Especialización de la inversión de CTI		
INVERSION PUBLICA	Inversión Pública Sectorial	Número de proyectos por actor y sector	Base de datos de inversión pública
	Inversión Pública intersectorial	Participación en total inversión del sector	
	Especialización de la Inversión	Especialización de la inversión de CTI	
SECTORES ECONOMICOS	Encadenamientos Hacia adelante y hacia atrás	Número de transacciones entre Sectores Ventas totales entre sectores	Matriz Insumo/Producto

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores propuestos, tienen el objetivo de ser correlacionados para identificar los procesos de convergencia y divergencia en el proceso del Sistema Regional de Innovación.

Los principales indicadores se presentan en la matriz siguiente:

III.4. AGENDA DE MODELACION Y SIMULACION

Modelación y Simulación del Sistema Regional de Innovación

Como se describió anteriormente, existe la necesidad de construir indicadores para medir el desarrollo y la evaluación de los distintos fenómenos que forman parte del desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación dentro de un sistema. En este caso se consideran las medidas de foco de innovación, asociativismo y red, capital humano avanzado, foco de inversión pública y actividad empresarial. Un segundo paso para poder describir y explicar los sistemas de innovación regional es la construcción de modelos de simulación, de manera de poder generar hipótesis, estudio de escenarios en el marco de procesos prospectivos de construcción de política.

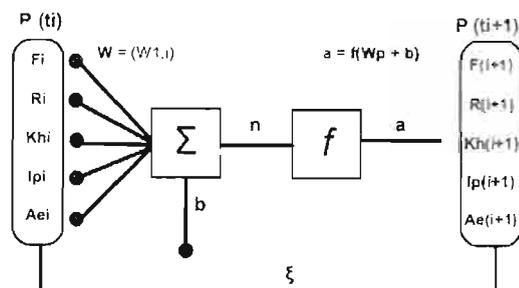
Se propone utilizar métodos de simulación compleja como redes neuronales, modelos fuzzy, híbrido, entre otros. El objetivo del proceso de simulación es ajustar los distintos parámetros del modelo, de manera de poder ser utilizado para predecir o reducir incertidumbre sobre el futuro. El modelo se compone de los siguientes componentes:

- **Variables de entrada:** correspondientes a los indicadores construidos para describir el comportamiento de los distintos sectores de producción de ciencia, tecnología e innovación en la Región estos son:
 1. **Fi** = indicador de foco, que es el número de proyectos en función del tipo de proyecto y el sector al que corresponden
 2. **Ri** = indicador de densidad de Red, considerado como el número de relaciones directas e indirectas de un determinado actor.
 3. **Khi** = indicador de Capital Humano Avanzado, considerado como el número de personas que tienen postgrado

(doctorado, magister, especialidad médica) por el número total de profesionales que forman parte de un sector determinado.

4. **Ipi** = coeficiente de especialización de la inversión pública, que da cuenta de las prioridades de inversión por parte del gobierno.
5. **Aei** = indicador de actividad empresarial, medida que da cuenta del número de empresas por tamaño y ventas en función del sector productivo al que corresponden.

- **Pesos Específicos (w):** existe una ponderación diferente para cada variable de entrada, este factor de peso esta en función del grado de influencia y dependencia que tenga cada variable; de esta manera se puede jerarquizar la importancia de cada indicador.



Fuente: Elaboración propia

- **Factor de Ganancia (b)** : entendido como un factor que constante que corrige la relación entre los pesos y las variables de entrada.
- **Parámetro de salida (n)**: este parámetro corresponde al “promedio ponderado” entendido como la sumatoria de los pesos específicos con cada una de las variables de entrada en sus distintos estados, además se suma el factor de ganancia b. Esta relación puede ser expresada como:
 1. $n = w_{1,1} * p_1 + w_{1,2} * p_2 + \dots + w_{1,r} * p_r + b$
 2. $n = W * P + b$ (Matriz de Peso W y Matriz de Entrada P)
- **Funciones de Transferencia:** esta corresponde a una función que opera sobre el parámetro de salida n , la cual puede ser una función lineal o no lineal, y que será escogida dependiendo de las especificaciones del problema que el modelo deba resolver. Algunas de las funciones que se utilizan para la construcción del modelo son:

1. Función limitador fuerte (Hardlim)
2. Función limitador fuerte simétrico (Hardlims)
3. Función de transferencia línea positiva (Poslin)
4. Función de transferencia lineal (Purelin)
5. Función de transferencia lineal saturado (Satlin)
6. Función de transferencia sigmoideal (Logsig)
7. Función tangente sigmoideal hiperbólica (Tansig)
8. Función limitante competitiva (Comp)

El resultado de la aplicación de las funciones de transferencia entregan el parámetro **a**, que forma parte del vector de variables de salida, que para el caso de modelo de predicción es el vector $P(t+1)$, esto es la variable que se desea conocer en un período de tiempo superior al de las variables de entrada.

Como el modelo es dinámico y aprende a medida que transcurren las series de tiempo, el vector $P(t-1)$ forma parte de la matriz de entrada en un segundo momento de serie de tiempo.

- **Proceso de entrenamiento:** consiste en la optimización del función objetivo $\min(\hat{I})$ donde \hat{I} es el error entre los datos reales correspondientes en una serie de tiempo y los calculados por el modelo. Una vez que el proceso de entrenamiento ha minimizado el error, el modelo esta terminado para ser utilizado en la predicción de indicadores para series de tiempo futuras. Se debe considerar que se requieren 5 series temporales hacia atrás para predecir con precisión una hacia adelante.

IV. CONCLUSIONES

La configuración de un sistema regional de innovación necesariamente debe ir acompañado de mecanismos que permitan autoobservarse, es decir, generar diagnósticos de capacidades

científico tecnológicas: detección de los principales gestores de ciencia y tecnología junto a sus áreas de mayor desarrollo y potencialidad, diagnósticos relacionados con la estructura productiva regional, redes de innovación: análisis y alineamiento estratégico de actores permitiendo, además de su identificación específica, (gestores, investigadores, instituciones) conocer mecanismos para la producción de redes de inteligencia competitiva regional, los dispositivos de observación y política que permitan hacer el puente o interfase entre la producción científica de las Universidades y centros Tecnológicos (Los focos de innovación) y las necesidades y demandas del mundo productivo, social, regional y en general detectar patrones de comportamiento que permitan orientar y focalizar estrategias de desarrollo e innovación.

Para promover procesos endógenos de desarrollo, una región debe poseer un conjunto de “dotaciones” de capital, tangible e intangible, que puedan permitir el proceso de desarrollo. Es decir, para lograr el desarrollo, se debe ya tener el conjunto de características inmanentes para desarrollar ese proceso: para llegar a ser desarrollados, debemos ya ser desarrollados. Esta paradoja, más allá de su lógica, constituye un problema real y grave en contextos como los nuestros, regiones subdesarrolladas en un país subdesarrollado (Cancino, 2006).

En este sentido, el sistema regional en una primera etapa se autoobserva para luego permitir su direccionamiento y elaboración de estrategias que permitan articular sus propias potencialidades con las requeridas por el entorno. La metodología expuesta en este artículo constituye una primera etapa para generar mecanismos que permitan la configuración de los actores de un sistema regional de innovación, las redes y el tipo de vinculamiento entre estos, junto a las iniciativas y proyectos con potencial de desarrollo tras previo monitoreo y evaluación de posibilidades para un buen funcionamiento de estos. En esta lógica, avanza la propuesta metodológica aquí presentada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cancino, R. (2002). Elementos para el análisis de sistemas regionales de innovación: endogeneidad y autoorganización en regiones con heterogeneidad dinámica. Mimeo.
- Cancino, R. & Samaniego, M. (2000). Tecnología, Innovación y Sociedad en la producción científico tecnológica de la IX Región de la Araucanía. Informe Final de Investigación. Vicerrctoria Académica, Universidad Católica de Temuco.
- Cancino, R. & Gómez, A. (1998). Modernidad, Consumo y Sociabilidad. En Rev. Soñando el Sur. N° 1, Año 1. Pp. 67-74.
- Cancino, R. & Morales, M. (1998). "Elementos para una antropología de la Tecnología". En Actas del Segundo Congreso Chileno de Antropología, Tomo II. pp. 810-817.
- Cancino, R., García, M. & Mora, F. (2003). Propuestas de cambio de la institucionalidad para la emergencia de proyectos políticos regionales: hacia una institucionalidad pública y mixta regional transectorial. Instituto de Desarrollo Local y Regional, mimeo. Ponencia presentada al I Encuentro de Estudios Regionales, Red Sinergia regional. Caldera.
- Cancino, R., García, M. & Mora, F. (2002). "*Propuestas de Cambio de la Institucionalidad*", Instituto de Desarrollo Regional, Mimeo, Diciembre 2002.
- Cancino, R., García, M. & Mora, F. (2002). *Estrategias comunicacionales para la emergencia de una institucionalidad y un proyecto político regional*. Instituto de Desarrollo Regional y Local. mimeo. Diciembre, 2002.
- Cancino, R. (2006). Sistemas regionales de innovación hacia la producción de dinámicas endógenas de la ciencia, la tecnología y la innovación. El caso de la IX Región. Tesis de magister Desarrollo Humano Local y Regional. Instituto de Desarrollo Local y Regional. Universidad de la Frontera.
- Cook, P. (1997). Regional Innovation Systems: an evolutionary approach. Mimeo.
- Cook, P., Gómez, M. & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and Organizational Dimensions. En Research Policy N° 26. Pp. 475-491.
- Dicken, P.M. & Malmberg, A. (2001). Firms in territories: A relational perspective. En Rev. Economic Geography, Worcester. Pag. 45.
- Edquist, C. (1999). Innovation Policy -- A systemic Approach. Ponencia presentada a la Conferencia "Druid Conference on National Systems of Innovation, Rebyld, June 9-12 de 1999". En <http://www.business.auc.dk>
- Edquist, C. (Ed.) (1997). Systems of Innovation. Technologies, Institutions and organizations. Pinter, London.
- Etzkowitz, H. (1994). Academic-Industry Relations: A Sociological Paradigm for Economic Development, en Leydesdorff, H., Van den Besselaar, P. (Eds.), Evolutionary Economics and Chaos Theory: New directions in technology studies.
- Etzkowitz, H. (1997). The Triple Helix: academy-industry-governement relations and the growth of neo-corporatist industrial policy in the U.S., en S. Campodall'Orto (ed.), Managing Technological Knowledge Transfer, EC Social Sciences COST A3, Vol. 4, EC Directorate General, Science, Research and Development, Bruselas.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. En Cambridge Journal of Economics Volume 19 Number 1.
- Freeman, C. (1989). "Ondas largas e Innovación Tecnológica". En Prospectiva Científica y Tecnológica en América Latina. UNAM, México.
- Ibañez, J. (1996). *El regreso del Sujeto*. Ed. Amerinda.
- Ibañez, J. (1996). "El diseño de investigación social en la perspectiva estructural" En, El Análisis de la Realidad Social. Ibañez, J. y García Ferrando (comps). Ed. Alianza, Madrid, España.
- Johnson, B. & Lundvall, B. (1994). Sistemas Nacionales de innovación y aprendizaje institucional. En Rev. Comercio Exterior, vol. 44, No 8.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London.
- López, A. (1998). La reciente literatura sobre la economía del cambio tecnológico y la innovación. En Rev. Industria y desarrollo. Año 1, N 3. B.A.

- Maillat, D. (1995). Desarrollo Territorial, milieu y política regional. En Vasquez-Barquero (1995). Desarrollo Económico Local en Europa. Colegio de Economistas, Madrid.
- Martínez, E. & Albornoz M. (1999). *Indicadores de Ciencia y Tecnología: estado del arte y perspectivas*. (ed.), Venezuela, UNESCO, CYTED, Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología Universidad de Quilmes, RICYT, 1998.
- OCDE (2002). Dynamiser les systèmes nationaux d'innovation. En <http://www.oecd.org>
- Woolgar, S. (1994). Ciencia: abriendo la caja negra. Ed. Anthropos.