



CCADET

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Instrumentos Sistémicos de Política Pública para Inducir Auto-organización de Redes Colaborativas

Silvia Irene Almanza Márquez

17 de enero de 2016

Proyecto de Investigación

Financiamiento interno

Instrumentos Sistémicos de Política para Inducir Auto-organización de Redes Colaborativas

Silvia Irene Almanza Márquez

Grupo de Cibernética y Sistemas Complejos

Departamento de Tecnologías de la Información

Este Manual presenta elementos teórico-conceptuales y operativos para guiar a los tomadores de decisiones en la identificación y diseño de instrumentos sistémicos de política pública no lineal de innovación, específicamente para la vinculación ciencia – industria, en localidades industrialmente rezagadas. Con base en el enfoque de Dinámica de Sistemas Complejos y de Sistemas de Innovación, se integra la dimensión sociocultural. El trabajo está enfocado a los instrumentos de política adaptable no lineal, para una primera fase de implementación. Asumiendo una precariedad de capacidad colaborativa local, se resalta el proceso de conformación de redes heterogéneas o capital social productivo, para favorecer el intercambio y uso eficiente de conocimiento entre los involucrados en el proceso innovador. De carácter pragmático, se analiza una diversidad de elementos y conceptos relacionados con esta problemática. Se muestran los principales instrumentos y mecanismo sistémicos de política mencionados en la literatura, que podrían adecuarse a la realidad de México. El objetivo de los instrumentos es favorecer la agilización del intercambio de conocimiento por vía del aprendizaje colectivo, para potenciar las capacidades colaborativa, de absorción tecnológica y de innovación a nivel local. El estudio incluye una gama de elementos teórico-conceptuales y operativos consistentes con el carácter facilitador de las políticas sistémicas adaptativas, que van desde sus fundamentos teóricos, hasta el diseño de sus instrumentos, mecanismos y acciones de intervención. Se explica cómo, a través de este abordaje se pueden aumentar las probabilidades de acelerar los procesos de vinculación por vía del aprendizaje colectivo, para favorecer la generación de confianza, credibilidad y visión de sentido compartido, requeridos localmente para conjuntar productivamente distintas esferas de actividad y generación de sinergias. El objetivo final de política sería la conformación de entornos innovadores (*milieux*), y la revitalización tecno-industrial en contextos de rezago.

Índice

Introducción	1
1 Dinámica de Sistemas Complejos de Innovación	1
1.1 Estructuración y Funcionalidad del Sistema de Innovación	2
1.1.1 Estructura	2
1.1.2 Funciones	3
1.1.3 Fallas Sistémicas	4
1.1.4 Función Vinculación Ciencia - Industria.	4
1.2 Interacciones y Relaciones en el Sistema de Innovación	5
1.2.1 Colaboración	5
1.2.2 Cooperación	5
1.2.3 Comunicación	5
1.3 Capacidades Relacionales Productivas	6
1.3.1 Capital Relacional	7
1.3.2 Capital Social.	7
2 Elementos de Política de Vinculación Adaptativa No Lineal	
2.1 Principios de Política Adaptativa No Lineal.	8
2.1.1 Consistencia y Coherencia	8
2.2 Política No Lineal de Innovación	9
2.3 Política de Vinculación: Impulso al Intercambio de Conocimiento	10
2.4 La Visión Estratégica	11
2.4.1 Modelo Triple Hélice para la Vinculación	11
2.4.2 Contextualización de la Política	12
2.5 Por qué intervenir: El Problema	13
2.6 La Complejidad en la Desvinculación	14
2.7 Métodos Técnicas Para la Implementación	15
2.7.1 Microanálisis Sintético	15

2.7.2	Acción Adaptativa	15
2.7.3	Análisis de Redes Sociales / Dinámica de Redes Sociales	16
2.8	Los Factores y Patrones de Comportamiento	20
2.9	La Visión Dinámica Deseable	22
3	Implementación	25
3.1	Esquema Estratégico General	25
3.1.2	Elementos Básicos para Estrategia de Vinculación en Primera Fase	25
3.1.3	Definición de Objetivos Estratégicos Generales	26
3.2	Intervención desde los Factores Clave como Objetivos	27
3.3	Factores Convertidores para Acciones Específicas	29
4	Instrumentación Sistémica para Potenciar Capacidades Colaborativas	32
4.1	Tendencias en el Diseño de Instrumentos de Política	33
4.2	El Portafolio de Instrumentos	34
4.3	Instrumentos de Política	35
4.3.1	Instrumentación Sistémica	36
4.3.2	Ejemplos de Instrumentos Sistémicos para la Vinculación	37
4.4	Mecanismos	38
4.4.1	Organismos de Interfaz	38
4.4.2	Conformación de Redes Colaborativas (<i>Networking</i>)	40
4.4.3	Benchmarking	40
4.4.4	Prospectiva y Planeación de Escenarios	41
4.4.5	Movilidad Humana	41
4.5	Acciones Inductoras de Cambio	42
5	Conclusiones	43
Anexo Glosario de Términos		
Referencias Bibliográficas		

Introducción

Para muchas regiones o localidades de países en desarrollo –usualmente bajo condiciones de rezago tecno-industrial –, el éxito de la implementación de políticas públicas de fomento industrial /de innovación, asociadas con el problema de la vinculación academia-industria es un tema no resuelto. En México, el enfoque predominante en el accionar público – aún en sus programas estratégicos-, la vinculación suele ser enfocada de forma limitada, inconexa, de corte lineal, centrada en el extremo final de la cadena de valor del conocimiento – la comercialización / transferencia de conocimiento. Esta situación se refleja necesariamente en sus instrumentos de política, tanto de apoyo al subsistema de investigación como al industrial. Instrumentos que si bien contribuyen a la movilización de algunos productos, están lejos de lograr los efectos esperados con respecto al proceso de desarrollo tecno-industrial del país, basado en conocimiento.

Para contribuir a subsanar esta situación, este trabajo busca aportar nuevos elementos teórico-conceptuales desde el enfoque de sistemas complejos. Aquí, la innovación es considerada como un proceso complejo, sistémico, no lineal. Su dinámica relacional asociada con la vinculación ciencia – industria es vista en un sentido amplio y profundo. Tiene que ver con el intercambio y uso eficiente de conocimiento siempre cambiante, como un proceso perpetuo de aprendizaje social interactivo, que se crea y se recrea al paso del cambio tecnológico. Tomando en cuenta la realidad particular en el nivel local, se plantea la necesidad de integrar en el diseño de políticas la dimensión socio-cultural, idiosincrática para inducir el cambio hacia una actitud colectiva favorable a la colaboración y a la pertinencia, como precondition para el desarrollo tecno-industrial. Favorecer la conformación local de redes de aprendizaje /conocimiento heterogéneas - el capital social -, para potenciar la vinculación academia industria es el objetivo inicial, primario, de una intervención pública de largo plazo, integral, flexible, adaptativa, con instrumentos consistentes a sus principios.

El estudio comprende cinco secciones. La primera sección abre con una explicación básica sobre dinámica de sistemas complejos en relación con el concepto de sistema de innovación; aquí se sientan las bases para dar coherencia y consistencia para el diseño de instrumentos sistémicos, relevantes para la formulación de políticas de vinculación academia industria. La segunda sección se ocupa propiamente de la conceptualización de política de vinculación adaptativa no lineal. La tercera sección se ocupa propiamente de la implementación desde un punto de vista estratégico, que dará consistencia a la gama de instrumentos, mecanismos y acciones presentados en la cuarta sección. La quinta sección presenta las conclusiones. Se incluye al final un Anexo de Glosario de Términos especializados, relacionados con este trabajo.

1. Dinámica de Sistemas Complejos de Innovación

Los sistemas de innovación son sistemas sociales, adaptables, complejos, cuyo eje es el intercambio y uso de conocimiento. Por ello, para abordar los temas relacionados con la implementación de políticas de vinculación academia –industria, en este trabajo el sistema de innovación será abordado desde una perspectiva de Dinámica de Sistemas Complejos. Cabe señalar entre paréntesis que en sistema adaptativo complejo (CAS, por sus siglas en inglés *complex adaptive system*) es un tipo especial de sistema complejo. Es complejo por ser diverso y conformado por múltiples elementos interconectados (Holland, 1996). Es adaptativo, porque tener la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia. Los sistemas sociales complejos son dinámicos, multidimensionales, conformados por procesos no lineales. Se trata de una técnica para analizar y modelar el comportamiento temporal de sistemas y entornos complejos, identificando los bucles de realimentación que existen entre los elementos y los retrasos de información y materiales. Esto puede hacerse con el apoyo de programas de software, como el Stella. Lo que hace diferente este método de otros usados para estudiar problemas complejos es el análisis de los efectos de los *bucles o ciclos de retroalimentación*.

El corazón de la innovación es el intercambio y uso eficiente de conocimiento. Los requerimientos y las fuentes de conocimiento en el proceso innovador pueden ser muy variados. Pueden venir de la I+D, de las destrezas de ingenieros y diseñadores, de la habilidad para absorber conocimiento de fuentes externas, etc. Algunas veces surgen bienes o servicios completamente nuevos; otras, la

capacidad innovadora se expresa en actualizaciones de lo que ya existe. Sea como sea, se trata de un proceso de aprendizaje interactivo, tanto con otras empresas, como con la infraestructura científico-tecnológica y de información. El nivel de estado de acoplamiento adecuado –es decir, las condiciones particulares de las relaciones del sistema productivo /innovación en el tiempo son determinantes para la capacidad innovadora local.

La complejidad de los flujos del conocimiento científico y tecnológico se han definido a través de dos grandes modelos de explicación: el modelo lineal y el modelo no lineal, sistémico. Según el modelo lineal, el flujo del conocimiento que conduce a una innovación nace en un descubrimiento científico de las ciencias básicas y luego, a través de las ciencias aplicadas, se convierte en innovación, bajo un esfuerzo de ingeniería y desarrollo hasta llegar a ser un producto comercial. Este modelo, por ejemplo, ha sido el predominante en la esfera política de la investigación académica en México. En esta visión, se considera que la innovación es “jalada” de manera lineal, por el progreso del conocimiento científico, y que su origen es externo al sistema económico.

El modelo no lineal, por el contrario, considera que el punto de partida para el desarrollo tecnológico está dado por las condiciones favorables al intercambio de conocimiento. Los actores utilizan los conocimientos de diversos tipos, que estén a su alcance para responder oportunamente al mercado cambiante, dentro de un proceso de aprendizaje continuo. Es claro que con ello se logra una acumulación tecnológica que le otorga ventajas competitivas sostenidas a una organización, una región o un país. Como puede verse, estas ideas vienen asociadas con el aprendizaje tecnológico. El desarrollo tecnológico es generado por la interacción entre las empresas, sus entidades de apoyo e infraestructura. El desarrollo de los espacios interactivos de conocimiento a través del aprendizaje tecnológico es considerado fundamental para el desarrollo de las capacidades requeridas para enfrentar el cambio técnico. Lo importante a destacar aquí es que en política es necesario considerar estructura y función.

1.1. Estructuración y Funcionalidad del Sistema de Innovación

En términos generales, los sistemas de innovación consisten de actores, mercados, redes e instituciones. Es importante comprender el carácter de tales sistemas, y mirar más allá de la superficie. Para ello es útil el concepto de “función” (Bergek *et al.*, 2008). El Sistema de Innovación es la conjunción del trabajo de todos los agentes que intervienen en el proceso integral de generación de conocimiento y que con la interacción adquieren la capacidad de aprender de manera interactiva y relacionada con el entorno (Lundvall, 1996). El Sistema de Innovación se encuentra definido bajo el modelo no lineal, en el que los flujos de conocimiento entre los diferentes entornos regionales (productivo, científico, tecnológico, económico) permiten el desarrollo tecnológico a través de la innovación tecnológica (Lundvall, 1992). Una clara connotación del concepto de Sistema de Innovación es la existencia de trayectorias “sociales”, las cuales son determinadas en gran medida por el contexto social en el cual operan los diversos agentes (nacional, regional, local, sectorial, etc.).

Inherente a la visión sistémica es la noción de que todos los componentes del sistema contribuyen a uno o más objetivos del sistema, o no podrán ser considerados parte de ese sistema (los sistemas sociales, por definición son teleológicos). Las organizaciones e instituciones son los principales componentes de los sistemas de innovación, aunque la especificación de estos componentes varía entre sistemas. La contribución de un componente o un conjunto de componentes para el objetivo es lo que se conoce como una función.

1.1.1. La Estructura.

Se refiere a los componentes del sistema de innovación. El sistema de innovación en general, está compuesto por una diversidad de elementos interactuantes, entre los que ocurre un variado y complejo intercambio de datos, información y conocimiento dentro de una dinámica de aprendizaje sin fin. Las *organizaciones y las instituciones* son los actores. Las organizaciones son estructuras formales con un propósito explícito y son conscientemente creadas (Edquist and Johnson 1997). Los actores organizacionales y los individuos involucrados trabajan concertadamente. La base de conocimiento incluye un abanico de organizaciones que proporcionan educación, entrenamiento e investigación, incluyendo instituciones de educación superior y organismos públicos de investigación; la comunidad de negocios, comprometida más o menos con investigación; organismos de apoyo a la comercialización, a la movilización y al intercambio; organizaciones intermediarias; un ambiente fiscal. En su entorno inmediato tienen lugar un rango de actividades

colaborativas y de inversión que conforman el paisaje del sistema de innovación particular. El contexto transaccional está dado por las políticas públicas locales, regionales y nacionales. Algunas organizaciones importantes en los sistemas de innovación son las empresas (que pueden ser proveedoras, clientes o competidoras en relación a otras empresas); las universidades; las organizaciones de capital de riesgo; las agencias de política pública de innovación. Las *instituciones*, por su parte, son los hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos, grupos y organizaciones (Edquist & Johnson, 1997). Aunque poco estudiado, el papel del Estado y sus agencias son determinantes importantes para el funcionamiento – bueno o malo –, de cualquier sistema de innovación. Por ejemplo, muchas leyes, reglas y mecanismos de apoyo son generados por el Estado a través de sus instituciones, políticas y acciones. Por supuesto, el sistema y la sociedad a su vez, ejercen influencia sobre el Estado. Ejemplos de instituciones importantes en los sistemas de innovación son los marcos jurídicos y regulatorios, como las leyes de ciencia y tecnología e innovación, las regulaciones de inversión extranjera directa, las leyes de patentes y normas que influyen las relaciones entre universidades y empresas Para Lundvall (1992), las instituciones son las reglas del juego, y este es el sentido que se le dará aquí.

1.1.2. Las Funciones.

Las actividades que ocurren dentro del sistema de innovación contribuyen a la generación y difusión de conocimiento. Del conjunto de tales actividades que ahí tienen lugar resulta la innovación y el cambio tecnológico. Debido a que en los sistemas de innovación tienen lugar múltiples actividades diferentes, no es factible mapearlas todas, sino tan sólo aquellas que son más relevantes. Es decir, aquellas que influyen en el objetivo general del sistema de innovación. El objetivo de cualquier sistema de innovación es desarrollar, aplicar y difundir nuevo conocimiento (tecnológico). Las actividades que contribuyen al logro de los objetivos de los sistemas de innovación (tanto positiva como negativamente) son llamadas “funciones de sistemas de innovación.

El concepto de función permite acceder a evaluar el desempeño de un sistema de innovación, analizando su funcionalidad, es decir, qué tan bien o mal han estado servidas las funciones. Cuando no se cubren tales funciones, como la de vinculación, se le llama “falla sistémica”. El concepto de función es útil para el análisis de las relaciones entre cómo y qué tan bien están siendo servidas las funciones en el sistema (Bergek *et al.*, 2008). Por lo tanto, es importante tener claro lo que entendemos por “bien servido” en el caso particular de interés para la intervención.

Liu and White (2001) señalan cinco actividades en los sistemas clave:

1. Investigación (básica, desarrollo, ingeniería)
2. Implementación (manufactura)
3. Uso final (clientes de la salida del producto o proceso)
4. Vinculación (reunir todo el conocimiento complementario) la vinculación es una función del sistema de innovación
5. Educación

Bergek *et al.* (2008) definen cinco funciones:

1. Crear nuevo conocimiento
2. Guiar la dirección de los procesos de búsqueda
3. Proporcionar recursos
4. Facilitar la creación de economías externas positivas (en forma de intercambio de información, conocimiento y visiones)
5. Facilitar la formación de mercados

El enfoque de Bergek *et al.* (2008) está en línea con las recomendaciones dadas por Lundvall *et al.* (1992), quienes declaran que es necesario hacer más dinámico el concepto de sistemas de innovación, y aconsejan enfocarse en todos los aspectos de construcción de competencias (no sólo en el sentido estrecho de actividades científicas y basadas en ciencia). Esto es lo que hace el conjunto de funciones señalados por Bergek *et al.* (2008). En relación con la intervención pública, la importancia de integrar el enfoque funcional del sistema de innovación es que hace factible hacer la comparación en términos de desempeño entre sistemas de innovación con diferentes establecimientos institucionales. Adicionalmente, la perspectiva de funciones permite un método más sistemático de mapear los determinantes de la innovación; incrementa el poder analítico, sobre todo cuando se hace análisis longitudinales: “La dinámica externa de la innovación puede ser estudiada haciendo mapas de patrones funcionales en el

tiempo. Las dinámicas internas son creadas por la interacción de funciones, lo cual hace posible que aparezca la causación acumulativa y circular. Estudiando los bucles de retroalimentación entre las funciones hace posible obtener un cuadro de la dinámica interna del sistema” (Bergek et al., 2008). Un aporte importante de esta perspectiva es que facilita definir un conjunto claro de objetivos políticos, así como los instrumentos para alcanzarlos. El desempeño del sistema puede ser evaluado en términos de funcionalidad de un sistema de innovación particular, es decir, qué tan bien son servidas las funciones dentro del sistema. El significado de “bien servidas” para el desarrollo de la industria diferirá dependiendo de la etapa particular de evolución en que esté una industria particular (Bergek et al., 2008). Cuando esto no ocurre, hay un problema, una falla sistémica.

1.1.3. Fallas Sistémicas.

Dentro del marco de sistemas de innovación una identificación de las causas detrás de los problemas es lo mismo que identificar deficiencias en el funcionamiento del sistema. Es cuestión de identificar las funciones que no están siendo cumplidas o que son inapropiadas y que conducen al “problema” en términos de desempeño comparativo. A estas funciones deficientes se les conoce como “fallas del sistema” (Intarakumnerda y Chaminade, 2011). Es importante identificar el carácter de la falla del sistema, para pensar en cómo influir o cambiar funciones, organizaciones, instituciones, interacciones entre ellos. Entre las principales fallas sistémicas están las siguientes:

- Las funciones en el sistema de innovación pueden ser inapropiadas o ausentes
- Las organizaciones pueden ser inapropiadas o ausentes
- Las instituciones pueden ser inapropiadas o ausentes
- Las interacciones o vínculos entre estos elementos en el sistema de innovación pueden ser inapropiadas o ausentes.

La disfuncionalidad y desestructuración de un sistema de innovación en localidades rezagadas, resultante en una situación de desvinculación, se considera una falla sistémica. Para estos contextos, sin cultura colaborativa, aprender a vincularse es una precondition, y por consiguiente un objetivo primario de política de cara al fomento para revitalización tecno-industrial. “Capacidad para innovar” como aspiración en este contexto, significa llegar a tener como mínimo, la capacidad de resolver los propios problemas tecno-industriales básicos, como fase inicial.

1.1.4. Función Vinculación Ciencia – Industria

La vinculación Ciencia – Industria es una función clave servida por el sistema de innovación. Vista aquí en un sentido amplio, como un problema político asociado con la producción e intercambio de conocimiento relevante, concierne a todos los involucrados en el proceso de innovación. Se trata pues, de un problema de carácter social. La vinculación academia industria se refiere aquí a los diferentes tipos de interacciones que ocurren para la interconexión de la industria con el sector científico-tecnológico y con el gubernamental, orientadas al intercambio de conocimiento y tecnología. Es decir, ha de entender las interdependencias, las interacciones y los flujos de conocimiento entre productores y usuarios. Su gestión, por lo tanto, ha de tener presente la manera de facilitar y armonizar la misión e intereses de la académica con los de su mercado, en todas sus actividades. Y asumir que tanto sus interacciones como sus productos, resultados y beneficios podrán ser tanto tangibles como intangibles; que los retornos económico-sociales se podrán expresar de muy diversas formas y en tiempos variables, y que no necesariamente vendrán en forma de dinero en el corto plazo - lo que no quita para que eventualmente lo pueda obtener.

Un aspecto importante de la motivación para interaccionar es la limitación natural de los seres humanos para abarcar en un mismo individuo el acceso y procesamiento de información y convertirla en conocimiento e innovación. Si bien es posible acceder a la información de manera relativamente fácil, procesarla, transformarla en conocimiento (y contar con el personal, la infraestructura y el equipo necesarios) dentro de una sola organización es prácticamente imposible. De aquí la motivación para generar un esfuerzo combinado y cooperativo interinstitucional de mutuo beneficio. Este principio, llamado de “racionalidad limitada” por Simon, (1957), implica también arreglos organizacionales particulares que faciliten el establecimiento de lazos perdurables y el flujo de conocimiento, dentro de un proceso continuo de aprendizaje, que deben ser tomados en cuenta en la planeación.

Finalmente, cabe señalar que para la organización débilmente vinculada con su entorno, como suele ocurrir en América Latina, lo primero es entender qué pretende lograr al reforzar la interacción

con los posibles usuarios. En una primera etapa, sería deseable orientar los esfuerzos hacia el desarrollo de redes de aprendizaje / conocimiento - capital social productivo -, sustentadas en un clima de confianza mutua y credibilidad. La confianza y la credibilidad son esenciales para el entendimiento y articulación subsecuentes de las necesidades tecno-industriales. Este es el paso más crítico que la intervención pública tiene que cuidar en su primera fase de implementación.

1.2 Interacciones y Relaciones en el Sistema de Innovación

La innovación es un proceso colectivo, social, complejo. Es por las interconexiones, interacciones y relaciones que el conocimiento va adquiriendo su valor dentro de un proceso de aprendizaje social. En los sistemas de innovación las relaciones pueden ser de mercado y no mercantiles. Los mercados sólo coordinan transacciones, o sea, ítems vendidos y comprados. No tienen que ver con otro tipo de relaciones. Los mercados son importantes, pero otros mecanismos no mercantiles que median las relaciones entre los componentes del sistema también son importantes, como la colaboración y los procesos de aprendizaje. Son relaciones interactivas entre organizaciones concernientes al intercambio de elementos de conocimiento y colaboraciones, las cuales no son fácilmente manejadas a través de transacciones de mercado.

Las relaciones entre las organizaciones y las instituciones son importantes para la innovación y para el funcionamiento de los sistemas de innovación. Las organizaciones están fuertemente influenciadas y conformadas por las instituciones; puede decirse que las organizaciones están incrustadas dentro de un ambiente institucional o conjunto de reglas, que incluye el sistema legal, normas, estándares, etc. Pero las instituciones también están “arraigadas” en las organizaciones. Existe aquí una complicada relación de doble vía, de arraigamiento mutuo entre organizaciones e instituciones, y esta relación influye los procesos de innovación y por lo tanto el desempeño y cambio de la innovación (Edquist y Johnson, 1997).

Otro tipo de relación entre organizaciones e instituciones es que algunas organizaciones directamente crean instituciones. Por ejemplo, organizaciones que crean estándares y organizaciones públicas que formulan e implementan reglas que llamamos políticas de innovación (Edquist y Johnson 1997). Las instituciones pueden también ser la base para la creación de organizaciones, por ejemplo, cuando un gobierno hace una ley que conduce al establecimiento de una organización. También puede haber importantes interacciones entre diferentes instituciones, por ejemplo, entre las leyes de patentes y las reglas informales concernientes al intercambio de información entre organizaciones. Instituciones de diferentes clases pueden apoyar y reforzarse unas a otras, pero pueden también contradecir y crear conflicto unas con otras.

1.2.1. Colaboración

La innovación tecnológica rara vez ocurre a través de las actividades de una sola organización. Es más común un resultado de insumos de una variedad de organizaciones, trabajando conjuntamente como clientes y proveedores, o en varias formas de alianzas. Una política de innovación ha de incluir por lo tanto, la colaboración tecnológica, el manejo de las alianzas tecnológicas y las redes.

1.2.2. Cooperación

La cooperación es el proceso de apoyar o actuar juntos, lo cual puede ser realizado por agentes tanto intencionales o no. En su forma más simple involucra que las cosas funcionen en armonía, mientras que en sus formas más complicadas, puede involucrar algo tan complejo como el funcionamiento interno de un ser humano, o los patrones sociales de una nación. Es la alternativa a trabajar compitiendo separadamente.

1.2.3. Comunicación

Es la actividad de transferir información significativa. Requiere de un transmisor, un mensaje y un receptor intencionado, aunque el receptor no necesita estar presente o ser consciente de la intención del transmisor de comunicarse en el momento de la comunicación. Así, la comunicación puede ocurrir a través de grandes distancias en el tiempo y en el espacio. La comunicación requiere que las partes compartan un área comunicativa común. El proceso de comunicación queda completado una vez que el receptor ha entendido al transmisor.

1.3. Capacidades Relacionales Productivas

La innovación es un fenómeno sistémico, en donde competencia y colaboración obedecen a una dinámica de interdependencias. Aunque en el mundo de los negocios la competencia es una gran motivación para innovar, los patrones de colaboración formal e informal ocurren muy frecuentemente entre los interesados. La continua solución de problemas del día con día, que muchas veces están fuera del alcance de las capacidades de los individuos y las organizaciones, hace necesaria la colaboración intersectorial local. Es así como van tomando vida las nuevas ideas, y los patrones de comportamiento. Para que los sistemas de innovación funcionen debidamente, han de tener pues, ciertas capacidades relacionales, colaborativas, perdurables, más allá de las meras transacciones mercantiles. Para que ocurra el intercambio de conocimiento con fluidez, han de existir ciertas capacidades locales incorporadas en los participantes, directos o indirectos: la capacidad innovadora local expresa en el fondo, la capacidad de colaborar que tiene una localidad /comunidad, para hacer uso eficiente del conocimiento. Una sociedad bajo situación de desvinculación inhibe - directa o indirectamente -, las posibilidades de intercambio de conocimiento y la concomitante capacidad de absorción tecnológica (Cohen y Levinthal, 1990), requeridas para potenciar la capacidad innovadora, el crecimiento económico y, deseablemente el desarrollo y bienestar social. Entender las capacidades requeridas y sus interconexiones es fundamental para la formulación de políticas sistémicas, así como para el diseño de sus instrumentos para la implementación.

La vinculación puede verse como la capacidad y habilidad de colaboración social local. La conexión entre creación de conocimiento y capital social, es puenteado por la capacidad de absorción tecnológica local que puentea ambos procesos, en un proceso de retroalimentación que reflejará el grado de cohesión sistémica, expresada en la función de vinculación. Es así como en la visión deseable se vislumbra la interconexión del concepto de auto-organización de *capital social*, con capacidad de absorción tecnológica y flujo de conocimiento (Figura 1).



Figura 1. Dinámica deseable

El capital social (productivo) es un concepto que integra al capital humano calificado con su capacidad para establecer relaciones productivas (ver más abajo). Este concepto está íntimamente relacionado con el concepto de *redes* por varios autores, quienes observan que las redes sociales favorecen el acceso a los recursos y el apoyo social (Franke, 2005, y Putnam; Goss (2002) Estos autores las refieren como redes sociales que derivan de normas de reciprocidad generalizada. Desde la perspectiva de la construcción de la capacidad innovadora regional, la conformación de capital social productivo se vuelve un factor determinante. Ella expresa capacidad local de la fuerza de trabajo de su sector productivo, para interrelacionarse, auto-organizarse en redes colaborativas de aprendizaje e *intercambiar conocimiento*; para poder resolver cada vez más y mejor sus propios problemas tecno-industriales básicos. Por ello, en contextos de regiones o localidades industriales rezagadas, un objetivo inicial de la intervención pública local sería agilizar las interrelaciones del sistema tecno-industrial / de innovación, para potenciar esta forma elemental de capacidad innovadora. Es como “activar” un *germen de futuro*, en donde la inducción del proceso de auto-

organización de capital social relevante potenciará el uso eficiente de conocimiento. Visto así, el capital social es un recurso regional que eventualmente dará *ventaja colaborativa* a la localidad. La *ventaja colaborativa* es un concepto puente - no acabado -, entre lo social y lo económico, que al conjuntar ventaja competitiva con capacidad colaborativa, se puede ubicar en un orden evolutivo superior, al vincular desarrollo de conocimiento con crecimiento económico y responsabilidad social (Johnsen y Ennals, 2012). Desde nuestro enfoque, y de cara a la visión estratégica de política, la apuesta sería hacia el potenciamiento de la ventaja colaborativa local, por ser un factor asociado al desarrollo, que confiere resiliencia sistémica.

1.3.1. Capital Relacional. La capacidad innovadora depende no sólo de las características internas de la empresa. Hoy se reconoce que existen otros determinantes, otras variables explicativas que son factores externos a la empresa. Aquellas derramas de conocimiento que reciben las empresas del ambiente en el que operan, ocurre a través de lo que se conoce como su capital relacional. El capital relacional se define como el conjunto de todas las relaciones – de mercado, de poder, de cooperación –, establecidas entre las empresas, instituciones y gente, que brotan de un fuerte sentido de pertenencia y una alta capacidad de cooperación típica de gente e instituciones culturalmente similares (Capello, 2002). La existencia de un capital relacional alto en un área dada, genera un ambiente de cooperación estable y un mercado de trabajo local eficiente, con una alta movilidad interna de empleados y empresas locales emergentes, consideradas como los principales canales a través de los que se desparrama el conocimiento sobre el área local. Así pues, el capital relacional es un activo intangible basado en el mantenimiento y cultivo de relaciones de alta calidad con cualquier organización, individuo o grupo que influya en el negocio, incluyendo clientes, proveedores, empleados, gobiernos, socios, otros accionistas e incluso a veces, competidores. Una organización con fuerte capital relacional tiene una amplia red de estas relaciones, que son bien manejadas y cultivadas consistentemente. Adicionalmente, tal organización tiene vínculos saludables con todos sus contactos clave, en oposición a enfocarse solo a un grupo de interés. Es la fuerza de todas las relaciones la que construye en el largo plazo, una ventaja competitiva que es difícil de replicar por sus competidores.

1.3.2. Capital Social. James Coleman (1988) acuñó el concepto de capital social. El capital social representa la predisposición a la ayuda interpersonal basada en la confianza en que el “otro” responderá de la misma manera cuando sea requerido. Fukuyama (1995), citando Coleman, define el capital social como “el componente de capital humano que permite a los miembros de una sociedad dada, confiar el uno en el otro y cooperar en la formación de nuevos grupos y asociaciones”. El capital social puede considerarse como una colectividad de agentes (o actores) que al interactuar entre sí y adaptarse al entorno produce fenómenos o propiedades emergentes, que derivan y van más allá de las propiedades inherentes a los actores individuales; por ejemplo, en el ámbito social, la innovación y el desarrollo tecnológico, las normas sociales, etc. Al igual que otras formas de capital, el capital social tiene una connotación productiva. Por ejemplo, un grupo cuyos miembros manifiestan confiabilidad, y confían ampliamente unos en otros, estará en capacidad de lograr mucho más en comparación a un grupo donde no existe la confiabilidad ni la confianza. El concepto de capital social viene asociado con la existencia de actores sociales organizados, es decir con la existencia de “una cultura de la confianza” entre actores, (Fukuyama, 1995) y Luhman, 1998) así como con la capacidad de negociación de actores locales y con la participación social, identidad cultural y relaciones de género. Bourdieu (2001) a su vez, enfoca al capital social como una red relacional, y lo define como “el conjunto de recursos actuales o potenciales vinculados a la posesión de una red duradera de relaciones más o menos institucionalizadas, de conocimiento y reconocimiento mutuo; es decir, a la pertenencia a un grupo, como conjunto de agentes que poseen no sólo propiedades comunes (capaces de ser percibidas por el observador, por los demás y por ellos mismos), sino que están también unidos por vínculos permanentes y útiles”. El capital social puede verse como el conjunto de recursos que son inherentes a la estructura de las relaciones de los actores, vinculando las acciones de individuos y de colectividades (Bourdieu, 1986; Portes, 1998). Méndez señala que los recursos del capital relacional son de tipo cognitivo –como la información-, o recursos normativos –como la confianza, la credibilidad, etc. (Méndez, 2006). Dependiendo de la calidad e intensidad del capital social de que se disponga – es decir, de la composición y funciones de la red actual -, los actores locales

tendrán mayor o menor capacidad para resolver localmente sus propios problemas tecno-industriales. Es decir, la capacidad de generar e incorporar conocimientos para dar respuestas creativas a los problemas del presente, característica del *milieu* innovador o creativo. Por otro lado, Lin (2001) señala que el capital social puede verse como el conjunto de activos relacionales que son compartidos por los miembros de una comunidad o grupo social. Con fines analíticos, el capital social puede ser desagregado en lazos extracomunitarios (que facilitan la autonomía); lazos intracomunitarios (que contribuyen a la identidad y a la cohesión social); y las instituciones políticas que emanan de la estructura social, que ayudan a resolver problemas de coordinación (Woolcock, 1998).

2. Elementos de Política de Vinculación Adaptativa No Lineal

En términos generales, la *política* (entendida aquí como *policy*) puede definirse como “*un curso de acción propositiva seguida por uno o varios actores para enfrentar un asunto de preocupación. Las políticas públicas son aquellas desarrolladas por cuerpos gubernamentales y oficiales*” (Anderson, 1990). Para que las políticas sean exitosas en un mundo complejo y adaptativo, las políticas necesitarán ser ellas mismas adaptables. La noción de *políticas adaptables* incluye políticas que respondan a cambios en el tiempo y que hagan explícita la disposición para el aprendizaje. Este enfoque requiere que el aprendizaje y la adaptación de la política sean explícitos desde el principio, y que los inevitables cambios políticos se vuelvan parte de un proceso mayor, reconocido, y que no sean forzados a ser hechos repetidamente sobre una base a propósito (Walker y Marchau, 2003). En este trabajo se adopta el enfoque de políticas adaptables, integrales, no lineales.

2.1. Principios de Política Adaptativa No Lineal

La formulación de políticas, para ganar credibilidad, ha de reconocer y abrazar la complejidad, la incertidumbre y la imprevisibilidad, como una nueva forma de pensar. La *política adaptativa no lineal* es un enfoque que se apoya en la planeación estratégica y procedimientos administrativos que *facilitan* la innovación, la capacidad de respuesta y experimentación, así como los procesos de decisión que *conjuntan aprendizaje con acción* (Walker y Marchau, 2003). Bajo este enfoque, las políticas han de ser “*adaptativas – diseñadas no para ser óptimas para un futuro estimado mejor, sino robustas a través de un rango de futuros*”. Lo que importa, por lo tanto son *los caminos conducentes a un nivel de estado superior*. Sus principios de política se han resumido en la Tabla 1.

Principios Básicos de Adaptable Política No Lineal
• La formulación ha de ser adaptable en el tiempo, en su alcance y en sus recursos • Visión de largo plazo, que avanza por fases, hacia un <i>atractor</i> siempre movable (siempre se puede mejorar). Por lo tanto, sólo puede aspirar a resultados mejorados. • No plantea por lo tanto, soluciones definitivas del problema; se trabaja con probabilidades, se busca allanar caminos • Cada cuestión es esencialmente única; las políticas han de contextualizarse • Cada cuestión compleja puede ser considerada como un síntoma de otro problema • La existencia de una discrepancia representando una cuestión compleja puede ser explicada de muchas maneras • La elección de la explicación determina la naturaleza de la resolución de la cuestión.
Fuente: Elaboración propia con base en texto de Walker y Marchau (2003)

Tabla 1. Principios básicos de política adaptable no lineal

Para el caso particular del problema de la desvinculación, aplican los siguientes principios:

1. *Carácter facilitador.* La intervención pública enmarcada en el enfoque de sistemas complejos, asume un carácter catalizador más que controlador. Su papel será el de inducir y facilitar procesos de auto-organización, como el de conformación de capital social, para potenciar las actividades colaborativas requeridas por el sistema. Sus instrumentos de apoyo han de ser consistentes con este enfoque.

2. *Visión integral, de largo plazo.* En el supuesto de que existiese voluntad política para la revitalización industrial en zonas rezagadas, una premisa es considerar una visión integral de política, de largo plazo, de tipo sistémico, con sus instrumentos y mecanismos adaptables a las distintas condiciones y necesidades de las esferas productivas y contextos locales. En otras palabras, una sola política, con diferentes frentes de ataque, adecuados al contexto local y a las distintas esferas de actividad, para comenzar.

3. *Implementación por etapas. Centrarse en los pre-condicionantes, como primer paso.* Si los problemas sociales complejos no se resuelven con soluciones simples, problemas como la revitalización tecnológico-industrial asociados al bajo desempeño innovador y la desvinculación academia – industria – gobierno en condiciones de rezago, no podrán ser enfrentados con políticas superficiales, simplistas, de corte lineal. Dicho en términos de complejidad, el primer paso en este camino es ocuparse de los pre-condicionantes –como la inducción de la auto-organización de capital social, que consideramos aquí-, para ir construyendo progresivamente un paisaje de aptitud propicio, que incremente las probabilidades de que el sistema se aleje del equilibrio, hacia el borde del caos (diríamos, de la languidez derivada de la desestructuración y disfuncionalidad sistémicas). El capital social, entendido como redes de aprendizaje, es lo que dará cohesión al sistema, con lo cual se potenciará el uso eficiente de conocimiento, y todas las bondades que le acompañan. Agilizar las redes locales será entonces el objetivo estratégico inmediato, dentro un horizonte que tiene como objetivos deseables el *milieu* innovador y la ventaja colaborativa

2.1.1. Consistencia y Coherencia. La noción de *políticas adaptativas* incluye políticas que respondan a cambios en el tiempo y que hagan explícita la *disposición para el aprendizaje*; que los inevitables cambios o ajustes políticos se vuelvan parte de un proceso mayor de desarrollo, reconocido, y no que sean forzados a ser repetidos, sobre la base de un producto ilusorio, como se plantea en el enfoque lineal, mecanicista. Es necesario considerar los procesos de retroalimentación subyacentes y los factores que les afectan. La no linealidad. Por su carácter complejo, es fundamental cuidar la consistencia y la coherencia entre la formulación y la implementación de la política, así como la flexibilidad para irse adecuando a la dinámica misma del proceso de desarrollo.

La política adaptativa puede verse como un enfoque más modesto en aspiraciones, pero más congruente con la realidad y por lo tanto, con mayores probabilidades de ser efectivo en términos de resultados. La intervención pública bajo este enfoque, asume un papel facilitador – conductor, en el sentido cibernético-, más que controlador, de arriba abajo. Se busca la consistencia entre las características propias de los problemas complejos, las respuestas políticas y los principios de liderazgo que conviene asumir, como se muestra en la Tabla 2.

Consistencia Política		
Características de Problemas Complejos	Respuestas Políticas	Principios de Liderazgo/Gobernanza
Los intentos repetidos de solución al problema han fallado persistentemente No tienen una formulación definitiva. Cada cuestión es esencialmente única Cada cuestión compleja puede ser considerada como síntoma de otro problema. Una cuestión compleja puede ser explicada de muchas maneras Involucran profundo desacuerdo por conflictos de valor. Siempre habrá perspectivas de operación divergentes Los problemas no están consolidados, son movedizos, confusos; aparecen nuevas causas. Problemas interdependientes, multifacéticos. El comportamiento del sistema no es predecible debido a la presencia de bucles de retroalimentación; las diferentes maneras que tiene la gente de construir significados de su experiencia. Por el libre albedrío de los seres humanos. No tienen límites en alcance; las cuestiones se dispersan hacia fuera y se interconectan con muchos otros problemas	Adaptabilidad en el tiempo, alcance y recursos. Incrementar probabilidades; Allannar caminos. Contextualizar las políticas, instrumentos y mecanismos Una política integral con múltiples frentes de ataque. La elección de la explicación determinará la naturaleza de la resolución en cuestión. Pensar sobre el gran cuadro Adoptar enfoque pluralista –acepta y promueve la coexistencia de diferentes marcos de referencia –por eso hay que enmarcar bien el problema y pueden variar en el tiempo Contemplar procesos de retroalimentación. Manejar y responder a la imprevisibilidad, más que tratar mecánicamente de determinar productos. Las diferentes perspectivas resaltarán diferentes problemas y diferentes mejoras por hacer; y acomodarán el desacuerdo más que la fragmentación institucional. Esto es crucial para desarrollar mejoras genuinas en los problemas complejos Enfocarse más en relaciones, procesos y mejoras (en oposición a datos, metas y soluciones).	Visión integral, holística Reconocer los límites de las soluciones existentes. Permitir que las soluciones emerjan de diferentes fuentes. Asumir papel facilitador Diseñar instrumentos de política sistémicos y mecanismo consistentes Distribuir el poder a la gente con capacidad para resolver efectivamente una cuestión. Rechazar ser desviado y aprender del fracaso. Liderazgo significa influenciar a la comunidad para que enfrente sus problemas.

Tabla 2. La Consistencia Política

2.2. Política No Lineal de Innovación

El sistema de innovación puede considerarse como “todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales y otros, que influyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones” (Edquist, 1997). El enfoque sistémico de innovación trata sobre los determinantes de la innovación, no simplemente sobre sus consecuencias (en términos de crecimiento, cantidad de empleo, condiciones de trabajo, etc.). La política de innovación es la acción pública que influye sobre el cambio técnico y la innovación. Incluye elementos de política de I+D; política económica; política regional, política educativa, etc. Es, por lo tanto, una conceptualización amplia, orientada al desarrollo tecno-industrial, que engloba la de Política de Ciencia y Tecnología. Un tema crucial de política es identificar aquellos factores determinantes importantes – que pueden ser llamados actividades o funciones en los sistemas de innovación, dice Edquist. Es un asunto que trata sobre “qué es producido y cómo” (Edquist, 2001). En política de innovación, hablar de causas de problemas es lo mismo que hablar de deficiencias en las funciones del sistema (Edquist, 2001). La intervención pública se justifica cuando existen problemas para que las organizaciones involucradas

cumplan con sus objetivos. En este sentido, la política está para facilitar y complementar las funciones del sistema, no para remplazarlas, duplicarlas, controlarlas u obstaculizarlas. Es necesario, por lo tanto, que el estado y sus agencias públicas tengan la habilidad y la voluntad política para resolver o mitigar los problemas. La no intervención – como la mala o equivocada intervención – en este caso, puede considerarse un signo de fracaso, que puede resultar muy costoso. La vinculación es una función servida por el sistema de innovación. Su objetivo es el intercambio fluido de conocimiento. La desvinculación es por lo tanto, un problema de política.

2.3. Política de Vinculación: Impulso al Intercambio de Conocimiento

Las tendencias estratégicas asociadas con la movilización /intercambio de conocimiento conciernen a la función de vinculación del sistema de innovación. Las modalidades predominantes en el mundo (desarrollado) después de la Segunda Guerra Mundial hasta hoy pueden resumirse de la siguiente manera (Landry, 2006):

Difusión Pasiva: después de la Segunda Guerra Mundial – publicación de los resultados de investigación no estratégica (no militar).

Diseminación activa: 1970s: estrategia de “empujar: diseminación activa de lineamientos prácticos y educación para la interpretación y adaptación local. Privatización industrial de la I+D y evaluación tecnológica. Teoría social de la difusión de innovación, transferencia de la investigación y utilización de la investigación. El sector privado desarrolla modelos de cadena de valor y estrategias de mercadotecnia.

Traducción del conocimiento (TC): 1990s – nuevo milenio: el concepto se acuña para enfatizar la importancia de nuevos modelos para vincular e intercambiar conocimiento (IDRC, 2005). Esto, debido al vasto acervo de conocimiento sub-utilizado y no traducido lo suficientemente rápido en nuevas o mejores políticas, productos, procesos, servicios o resultados. La brecha entre lo que es conocido y lo que llega a ser hecho pasa a ser resaltada (por ejemplo, en las Metas de Desarrollo del Milenio, 2005), enfatizando los déficits en equidad, calidad de los servicios (por ejemplo, en el sector salud). Sin embargo, la traducción del conocimiento surgió bajo una Interpretación limitada: enfoque lineal entre “productos” y “usuarios” que intercambian conocimiento como un bien. Hoy se reconoce que el conocimiento también puede ser creado por fuentes distintas al ámbito científico: se abre al responder a la curiosidad para enfocarse a propósitos y solución de problemas (Modo 2 de Gibbons: contexto de aplicación). La traducción de conocimiento se define como “la síntesis, intercambio y aplicación de conocimiento por grupos de interés relevantes para acelerar los beneficios de la innovación global y local” (WHO, 2006). Hoy, se reconoce la complejidad del proceso de traducción del conocimiento. Se refiere a la creación, transferencia y transformación del conocimiento de una unidad social u organizacional a otra en una cadena de creación de valor: es un proceso interactivo que depende de los seres humanos y su contexto (Landry, 2006). Con base en la literatura, Landry señala que la transferencia de conocimiento de una comunidad o unidad organizacional a otra enfrenta normalmente cinco problemas: acceso al conocimiento, conocimiento incompleto, asimetría del conocimiento valoración del conocimiento e incompatibilidad del conocimiento (Cummings y Teng, 2003; Simonin, 1999; Contractor, 2002; Kale y Permuter, 2000).

2.4. La Visión Estratégica

La política de modernización industrial tiene por objeto crear un marco regulatorio para impulsar el desarrollo y modernización de la industria nacional en los ámbitos en los que el Estado puede intervenir eficazmente para incrementar la competitividad. Por la situación histórica de desvinculación, en países como México, la emergencia de sistemas de innovación funcionales no ocurre espontáneamente. Bajo condiciones de rezago, la intervención pública es ineludible y ha de orientarse a romper, como primera objetivo, las inercias socio-culturales que inciden negativamente en la articulación sistémica. Actuar estratégicamente para favorecer sinergias conducentes a la revitalización tecno-industrial y el desarrollo basado en conocimiento; integrar consistente y coherentemente los procesos conducentes al cambio –a generar las condiciones objetivas favorables para la vinculación ciencia – tecnología – industria –, es el primer desafío de política. Con respecto al problema particular de política para la vinculación, consistente con nuestro enfoque de sistemas adaptables complejos es el modelo de la Triple Hélice.

2.4.1. Modelo Triple Hélice para la Vinculación. Un enfoque analítico complementario al de sistema de innovación - de clara orientación estratégica para la formulación de políticas -, más centrado en el problema de la vinculación, es el modelo de la Triple Hélice, introducido en 1996 (Leydesdorff and Etzkowitz, 1996). El modelo sugiere que en una sociedad basada en el conocimiento, los límites entre el sector público y el privado, la ciencia y la tecnología, la universidad y la industria, se están desvaneciendo crecientemente, para dar lugar a un sistema de interacciones que se superponen, que no existía anteriormente. En relación con este fenómeno, dicen estos autores, ha surgido un nuevo ambiente organizacional en el cual la industria, el gobierno y la academia tienden a integrar sus propios intereses y metas cuando llevan a cabo y regulan las actividades económicas y de investigación. Entre los mecanismos operativos más importantes es la conformación de redes heterogéneas, trilaterales, así como la creación de organizaciones híbridas para llevar a cabo las interconexiones entre los diversos ámbitos (Figura 2).



Figura 2: La Triple Hélice.
Fuente : Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000).

En el modelo Triple Hélice las universidades asumen tareas anteriormente asignadas a las empresas y viceversa, facilitadas por los gobiernos que ven en la innovación la puerta hacia el crecimiento económico y el desarrollo de sus países. Esta superposición de intereses, la visión compartida de futuro y el *diseño consistente de políticas orientadas hacia un objetivo común* permite que los diversos grupos de interés se comuniquen y cooperen con el objetivo de construir una visión compartida. En el esquema de la Triple Hélice, la *movilización del conocimiento entre los actores es crucial*. En este sentido, es reconocido que las negociaciones y transacciones en la interface rinden sus mejores beneficios cuando se cuenta con organizaciones híbridas que representan los intereses de todos los implicados, al actuar como catalizadoras para la movilización del conocimiento. De aquí que uno de los instrumentos más importantes en las nuevas políticas públicas de modernización industrial basada en conocimiento, se impulse la implementación de sistemas de transferencia de tecnología.

La Triple Hélice toma como referencia la espiral de la innovación (frente al modelo lineal tradicional), para establecer relaciones recíprocas entre la universidad, la empresa y el gobierno. Estas tres esferas, que bajo condiciones disfuncionales trabajan de manera independiente, se visualizan en este modelo como que han de trabajar interactivamente, para formar *un entramado a manera de red* en donde la división del trabajo se vuelve flexible y funcional más que estructural (Leydesdorff y Etzkowitz, 2000). Según esto, los actores que intervienen en él son los investigadores académicos, convertidos en empresarios de sus propias tecnologías, los empresarios que trabajan en un laboratorio universitario o una oficina de transferencia tecnológica, los investigadores públicos, los investigadores académicos y los investigadores industriales, que dirigen agencias regionales responsables de la transferencia tecnológica. Las relaciones universidad - industria - gobierno pueden considerarse como una Triple Hélice de redes de comunicación en evolución (Etzkowitz and Leydesdorff, 1998) que tiende a incrementar implícita o explícitamente la capacidad

innovadora de una región o país. Las variantes de este modelo, por supuesto, responden al contexto y momento particular en donde se exprese la triple hélice.

Una política de modernización industrial basada en conocimiento, basada en el modelo triple hélice combina un enfoque horizontal, que tiene por objeto garantizar la coherencia y las sinergias entre los distintos ámbitos estratégicos, y un enfoque sectorial, que permita tener en cuenta las especificidades de los diferentes sectores. Según este modelo, el actor tomará decisiones de acuerdo con el marco normativo y los incentivos financieros existentes. Cabe señalar que este modelo de política, al igual que en el enfoque de sistemas de innovación, se omite el problema el papel del capital social. Esto se podría explicar por el contexto en el que han surgido estos modelos, con niveles de desarrollo más avanzados.

Las variantes de este modelo responden al contexto y momento particular en donde se exprese la triple hélice. Así, una política de modernización industrial basada en conocimiento, favorable a la triple hélice – como sería la que se sigue en la Unión Europea –, combina un enfoque horizontal, que tiene por objeto garantizar la coherencia y las sinergias entre los distintos ámbitos estratégicos; y un enfoque transversal, sectorial, que toma en cuenta las especificidades de los diferentes sectores. La estrategia de desarrollo y modernización industrial ha de basarse en las oportunidades y desafíos para el país o región, y sus sectores prioritarios. Aunque los instrumentos de este tipo de política pueden variar entre los países – según los retos a superar –, algunos factores del ambiente, a tener en cuenta, aparecen en todas. Entre ellos aparecen la simplificación legislativa y administrativa; gestión de los cambios estructurales en la industria manufacturera; transferencia de tecnología y manejo de los derechos de propiedad intelectual; y un enfoque integrado en materia de investigación e innovación industriales.

2.4.2. Contextualización de la Política El paradigma dominante para la formulación de políticas de reconversión industrial es el de las llamadas *políticas de innovación*. Estas se sustentan primordialmente dentro del paraguas conceptual que ofrece el modelo de Sistema de Innovación para favorecer el uso eficiente del conocimiento.

El sistema de innovación es considerado actualmente un poderoso concepto para la explicación del fenómeno de la innovación. El enfoque de sistemas de innovación tuvo su origen en países avanzados, con una connotación *ex post*, para estudiar e intervenir en aquellos sistemas ya articulados, como resultado de un proceso co-evolutivo a través del cual, sus economías fueron avanzando y desarrollándose. Allí, históricamente se fue gestando una cultura que premiaba y reconocía la inventiva, la creatividad y la adaptación al cambio. Aunque existen elementos comunes a todos los sistemas de innovación, es erróneo trasladar mecánicamente el concepto al contexto de países en desarrollo, donde no existen muchas de las condiciones objetivas subyacentes para su buen funcionamiento. Las regiones tecno-industriales en situación de rezago presentan problemas de carácter socio-cultural particulares, que requieren atención en otros aspectos. La intervención pública ha de tomar en cuenta la dimensión social, y ser contextualizada. Entre los problemas de desarrollo industrial que enfrentan los países tecnológicamente rezagados (Global Innovation Index 2012) o en estado de *pre-catching up*, (Narula 2004) como México, está el de la heterogeneidad de niveles de desarrollo tecno-industrial, expresado en la disparidad, desestructuración y disfuncionalidad de muchos de sus sistemas de innovación. Disfuncionalidad que se expresa a menudo, en una incapacidad para resolver los propios problemas tecno-industriales básicos a nivel local.

La precariedad de los sistemas de innovación y la heterogeneidad de niveles de desarrollo tecno-industrial regional – en donde unas cuantas regiones son exitosas y la mayoría, van quedando rezagadas –, deriva en buena medida de sus patrones de interconectividad entre el quehacer científico-tecnológico, industrial y gubernamental de cada localidad / región. Son patrones de comportamiento, como la desconfianza en lo hecho localmente, el individualismo y aislacionismo, la incultura de previsión, etc., asentados históricamente en la sociedad, para expresarse hoy como una situación de desvinculación. Científicos, ingenieros, empresarios, técnicos, sin un sentido de colectividad ni de colaboración, en interacción con gobiernos “controladores”, poco dados a facilitar el cambio en el corto /mediano plazo dentro de visiones integrales y flexibles de largo plazo dan el marco general de la situación de rezago, en mayor o menor grado. Situación de círculo vicioso, que debilita la consistencia y coherencia requeridas para potenciar su propia capacidad de desarrollo tecno-industrial. Es decir, la capacidad innovadora local.

Es aquí donde la visión estratégica ha de prestar atención, con sentido realista. Como se ha dicho, la innovación es un fenómeno complejo, de carácter esencialmente relacional, colaborativo, conformado por un entramado de muy diversos tipos de conocimiento. Siendo así, es importante que los tomadores de decisión presten atención a esos patrones de comportamiento idiosincrático que afectan negativamente los procesos asociados con la innovación, como el flujo de conocimiento, y el cumplimiento de las funciones sistémicas – como la vinculación ciencia – industria. En contextos de rezago, desarrollar las capacidades básicas necesarias para interconectar el sistema de innovación no es un asunto meramente económico, ni de infraestructura material. Los instrumentos de política han de cubrir también la dimensión social. Una manera de captar la importancia de este enfoque es ahondar en los procesos y las capacidades que dan vida al sistema.

2.5. Por qué intervenir: El Problema

Con base en el bagaje analítico presentado arriba, queda claro que estructura y función han de ser consistentes con la capacidad y habilidad para *el intercambio de conocimiento y aprendizaje interactivo*. Y que dicha consistencia es determinante y determinada, en gran medida, por la articulación sostenida intersectorial de una localidad, región, nación, etc.

Por ejemplo, un problema común a las localidades industriales rezagadas es la precariedad de las redes colaborativas locales, tanto informales como formales (capital social relevante) entre las diversas esferas de actividad productiva (academia, industria, gobierno). Esta situación interrumpe el acceso oportuno a las fuentes de conocimiento, que a su vez limita la capacidad de absorción y adopción tecnológica local. En este marco, el desafío de política sería facilitar el cambio hacia una dinámica de retroalimentación tal, que por vía de la auto-organización de capital social relevante, se interconecte el sistema y así, se incremente la capacidad de absorción tecnológica y se potencie el flujo ininterrumpido de conocimiento. Mediante la aplicación del método de Sistemas Adaptativos Complejos (CAS), se podrá ahondar en las causas del problema. El diagrama de la Figura 3 (utilizando el programa Stella 10.0.2...) ilustra nuestro ejemplo de falla sistémica en donde el flujo de conocimiento entre el subsistema de investigación y el subsistema industrial aparece interrumpido por falta de capital social -desvinculación- en localidades industriales tecno-industrialmente rezagadas, con bajo desempeño innovador.

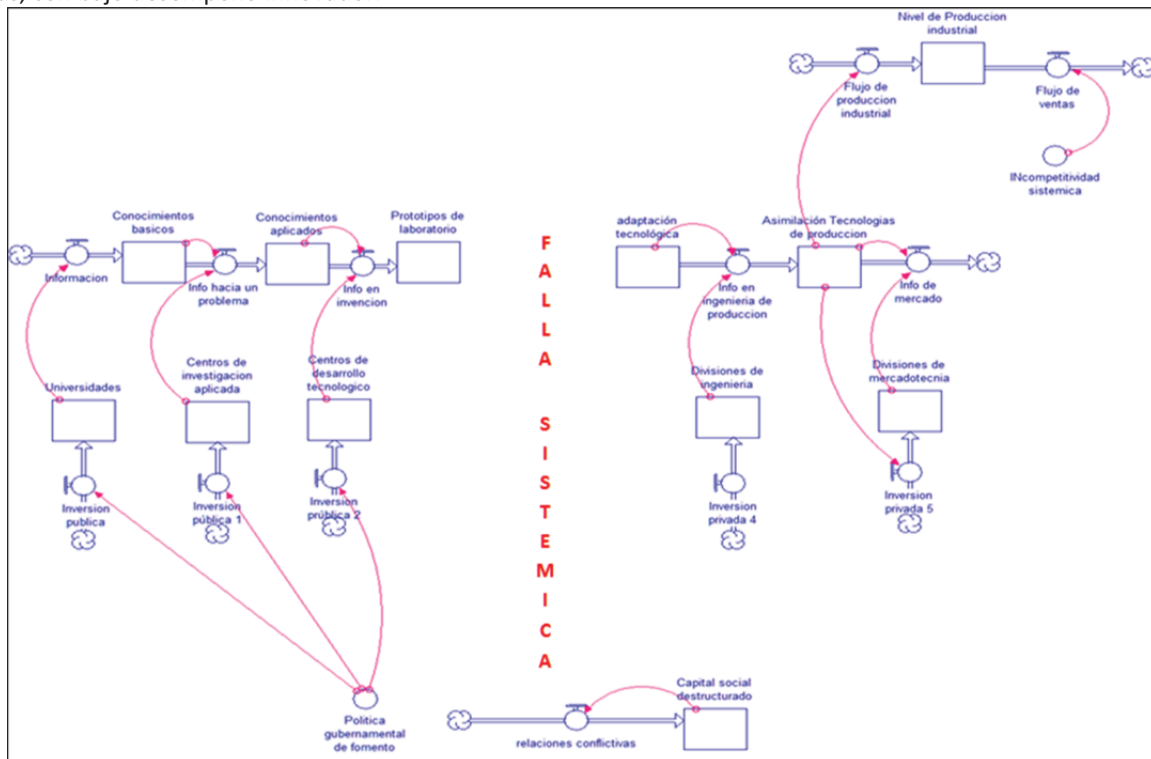


Figura 3. Falla sistémica por desvinculación

2.6. La Complejidad en la Desvinculación

El flujo de conocimiento, se sabe, ocurre a través de las redes de interacción colaborativa, su capital social. Estas se van auto-organizando y configurando entre la gente que está involucrada en el proceso innovador de una u otra forma. Potenciar esas relaciones colaborativas entre los actores desde la intervención pública significa pues, entender los procesos afectados y los factores que inhiben la conformación de relaciones que les darán vida, para planear una estrategia consistente. Para enfrentar la situación de desvinculación y en consistencia con la noción de política adaptativa no lineal, se adoptan aquí los conceptos y principios del enfoque de Sistemas Complejos, para incidir sobre la interacción social y potenciar así el desempeño innovador. Se trata, en primera instancia, de mejorar la cohesión de los sistemas de innovación, expresada como desestructuración y disfuncionalidad de los sistemas locales de innovación. Desestructurados y disfuncionales, por razones como las siguientes:

- a. Están presentes los actores, están bien posicionados, pero no pueden actuar debidamente porque no establecen relaciones perdurables con quienes debieran, en otras esferas de actividad, para adquirir o transferir el conocimiento requerido; por lo tanto, la estructura no puede cumplir sus funciones. El sistema presenta una configuración de red “estrellada”, como redes-ego desconectadas. Está desestructurado.
- b. Los actores requeridos están ausentes o mal posicionados, por ejemplo por falta de capital humano calificado, poca infraestructura, recursos insuficientes, etc. Si estuviesen mal posicionados (por ejemplo, todos en la investigación básica y ninguno en la I+D privada; o bien, los investigadores existentes resolviendo problemas irrelevantes para las necesidades de la localidad y sólo unos pocos, atentos a ellas, etc.), el flujo de conocimiento también se interrumpiría o buscaría caminos más tortuosos, costosos o lentos. El sistema entonces podrá presentar una configuración de red “rota”, con agujeros. Es disfuncional.

Sea como sea, la desestructuración y disfuncionalidad expresan la falla sistémica de la desvinculación. Si bien lo normal es que la política local esté subsumida a algún esquema nacional de política de innovación, ella ha de ser contextualizada, de acuerdo con las situaciones particulares: el nivel de desarrollo, tipo de problemas prevalecientes con respecto a la vinculación, infraestructura, recursos disponibles, necesidades locales por resolver, etc. Por ejemplo, las necesidades de vinculación serán diferentes para una localidad que busque impulsar PYMES de base tecnológica, que para otra con predominio de industria manufacturera tradicional, o que busque integrar cadenas de proveedores a grandes empresas, o una mezcla de varias, etc. Situaciones y necesidades todas que irán cambiando en el tiempo y en el espacio. La política de vinculación bajo este enfoque ha de ser una *política adaptativa, facilitadora/inductora, constante*. No se espera que haya un producto concreto final (por ejemplo, “producir 20 patentes por año”, etc.), sino construir y despejar siempre el camino.

La política pública ha de actuar como facilitadora para mejorar la vinculación, en el entendimiento de que está tratando de incidir sobre procesos estocásticos. Para ello, es necesario considerar que la *probabilidad de subir el nivel de estado* (de *pre-catching-up*) en ese ambiente operativo inmediato local (*milieu*) dependerá tanto del entendimiento de las causas profundas de la situación particular, de las situaciones cambiantes y factores no controlables del entorno, así como del diseño e implementación de instrumentos de política consistentes. Instrumentos sistémicos y mecanismos para instrumentar la intervención, buscando incidir sobre aquellos factores clave que están retroalimentando ciertos patrones de comportamiento que impiden el flujo ininterrumpido de conocimiento en la localidad, y que es deseable modificar.

2.7 Métodos y Técnicas para la Implementación

Conocer que existe un problema de desvinculación como razón para considerar la intervención pública no es suficiente. Es sólo la primera etapa. Indica solamente donde y cuando es requerida la intervención; no dice nada sobre cómo hacerlo. Con el fin de ser capaces de diseñar instrumentos apropiados de política de innovación, es necesario también conocer las causas detrás del problema identificado – al menos las más importantes. Aquí se incluyen los métodos analíticos más relevantes, que ayudarán a diseñar instrumentos sistémicos coherentes.

2.7.1 Microanálisis Sintético. Una característica de los sistemas complejos es que están formados por múltiples interacciones constitutivas, en múltiples niveles de organización, causalmente relacionados por

la composición. La técnica del microanálisis sintético, propuesta por Auyang (1999) reconoce que no es humanamente posible predecir muchas estructuras del sistema debido a que el número de posibles configuraciones generadas en la composición de gran escala es abrumador. Por ello, no es viable aplicar el simple método lineal, de abajo a arriba (*bottom-up*) estipulado por el micro-reduccionismo (“el todo es la suma de las partes”). El Microanálisis Sintético busca observar, primero, las estructuras globales del sistema y analizarlas, entonces, en términos de las leyes de los constituyentes. Para esto es necesario primero, una visión del todo, de arriba abajo (*top-down*) para identificar las propiedades emergentes de la naturaleza, delinear fenómenos macroscópicos particulares con conceptos de sistemas, y entonces llegar hasta el fondo para encontrar sus micro-mecanismos subyacentes, en sentido dialéctico., dentro de un proceso de aprendizaje.

El Microanálisis Sintético es un proceso de ida y vuelta, cíclico, para analizar y “manejar” procesos de auto-organización. Aunque pudiera parecer contradictorio pensar en organizar algo que se auto-organiza (dado que los agentes hacen lo que quieren), la propuesta de este método es la siguiente: es un proceso equilibrado, que combina análisis de arriba hacia abajo con síntesis de abajo hacia arriba, donde será posible definir, paso a paso, “las reglas del juego”. El proceso de abajo hacia arriba es requerido para asegurar la diversidad (elementos innovadores, aleatorios, sorprendentes). El proceso de arriba hacia abajo es requerido para asegurar la unidad (como la función, calidad y orientación a metas). Juntos, ellos forman un proceso de viaje redondo (Auyang, 1999).

En el Microanálisis Sintético las leyes que gobiernan los constituyentes son importantes, pero el conocimiento de ellos sólo es una pequeña parte del conocimiento sobre grandes compuestos. Los efectos inmediatos de las leyes pertenecen a las fuerzas pequeñas entre constituyentes individuales, las cuales forman una *compleja red de interacción* mutua.

2.7.2 Acción Adaptativa. Como se sabe, en los sistemas sociales complejos las partes interaccionan para generar patrones emergentes, en tanto que los patrones influyen en las partes y sus interacciones. El resultado es una realidad auto-generadora, auto-organizante - de dinámica de sistemas humanos. La teoría de la complejidad ayuda a construir la capacidad para adaptar y resolver asuntos que surgen en situaciones ilimitadas, multifactoriales y mutuamente causales. Es decir, ayuda a disminuir la incertidumbre. La dinámica de incertidumbre y sus límites difusos son característicos de los sistemas complejos. Se requiere habilidad para ver, entender e influenciar el cambio emergente en ambientes complejos. Más concretamente, darle sentido a lo que está sucediendo y tomar acción en el momento. Para ello, es necesario contar con enfoques formadores de sentido que puedan informar opciones razonables para la acción. Un método simple y práctico para llevar a cabo acción intencional –como sería la implementación de políticas adaptativas, y el concomitante diseño de instrumentos. La llamada Acción Adaptativa (Eoyang, 2013). Este método se centra en una nueva manera de entender la acción intencional –la intervención no controladora -, para darle sentido e influenciar sobre los patrones complejos e inciertos deseables en las organizaciones para reforzarlos, como son la auto-organización para potenciar la acción colaborativa.

La Acción Adaptativa es una modalidad de la investigación-acción. Se orienta a la toma de acción intencional (la teleología surge de los actores, que toman decisiones) para influenciar nuevos patrones; y entonces prestar atención a los patrones que emergen en respuesta a la acción, comenzando el ciclo nuevamente. Se trata de un ciclo de ver lo que está sucediendo, darle significado a lo que se está viendo, tomar acción basada en ese significado, y volver a ver lo que está sucediendo (Eoyang, 2013). Los tres cimientos de la Acción Adaptativa son: Pares interdependientes; Tipos de cambio; Condiciones de auto-organización

Pares interdependientes. Cada situación inestable, sorprendente o impredecible se asienta en un marco de pares interdependientes. Cada par representa una dicotomía única que es esencial para la supervivencia de individuos en un grupo o del grupo como un todo. Las decisiones estratégicas descansan sobre dicotomías: centralizar o descentralizar servicios; planear acciones para el corto plazo o para el largo plazo; colaborar o trabajar independientemente; optimizar el todo u optimizar la parte; trabajar localmente o globalmente; construir comunicaciones cara a cara o virtuales. Los pares a su vez, no son independientes unos de otros: están interconectados con otros pares. Un movimiento a lo largo de un par para resolver un desafío puede conducir a la transformación radical de otro par.

Para la intervención es fundamental ser capaz de reconocer y manejar tales dicotomías irresolubles, de acuerdo a la situación y el objetivo particular para inducir el cambio. Sin embargo, el espacio de decisión es inestable porque cualquier decisión única, simple reconfigura el paisaje para todas las decisiones subsecuentes. Ese es el desafío subyacente de los pares interdependientes y una de las fuentes de incertidumbre e inestabilidad. Encontrar una solución óptima para hacer el mejor acoplamiento a lo largo de los pares más importantes, es la tarea. El problema es que ningún algoritmo simple conducirá a esa solución óptima. Para la intervención es fundamental ser capaz de reconocer y manejar tales dicotomías irresolubles, de acuerdo a la situación y el objetivo particular para inducir el cambio.

La prueba y error bien informado es la única estrategia viable. Aquí, estar bien informado significa entendimiento de los pares que son esenciales para el éxito, entendimiento de cómo se relacionan unos con otros, y tener el conocimiento y destrezas requeridas para acertar al poner en práctica los hallazgos. La prueba y el error es el camino de la Acción Adaptativa.

Cada situación tiene su conjunto único de pares interdependientes relevantes, dice Eoyang (2013). Sin embargo, en su experiencia esta autora ha identificado tres pares interdependientes críticos:

Delimitado - Ilimitado. Este es uno de los pares interdependientes críticos, porque identifican reglas para el éxito, y maneras de pensar y hablar que son todas radicalmente diferentes, dependiendo en donde cae un sistema a lo largo de este continuum clave. Cualquier cosa o cualquier idea es delimitada, ilimitada, o cualquier cosa en el medio. Técnicamente esto es conocido como la apertura relativa del sistema. Este par también es crítico debido al amplio rango de circunstancias que hoy desplazan constantemente el equilibrio entre los dos. Para adaptarse exitosamente uno debe conocer los límites del sistema y trabajar efectivamente dentro o a través de él. Los sistemas complejos son por definición, sistemas relativamente abiertos donde los límites que se superponen o no son claros contribuyen a su dinámica compleja.

Pocos Factores - Muchos Factores. Este par tiene que ver con lo que es relevante y lo que no lo es. Cuando pocos factores son importantes, es más fácil anticipar e influenciar lo que sucede con el tiempo. Pero si una situación depende de muchos factores, puede sorprender cuando menos se le espera. Técnicamente este par es conocido como de baja dimensión (pocos factores) y alta dimensión (muchos factores). El número de factores relevantes es uno de los pares interdependientes porque la complejidad de la toma de decisiones se incrementa exponencialmente a medida que el sistema se mueve hacia el extremo de alta dimensión de este continuum. Este par muestra juegos finitos e infinitos cuando hay una o muchas metas o medidas de éxito. Los sistemas complejos son, por definición sistemas de alta-dimensión por el gran número de variables que están trabajando al mismo tiempo para influenciar el comportamiento de partes o totalidades.

Causalidad de una vía - Causalidad de Doble Vía. Este par tiene que ver con las relaciones cambiantes en el tiempo. En las de una vía – llamadas también lineales –, la causalidad significa que un lado tiene todo el poder para causar cambio en el otro, pero el otro no tiene influencia sobre el primero. La causalidad de dos vías –o causalidad no-lineal-, significa que una causa cambio en el otro y que el otro a su vez provoca cambio en el primero. Con el tiempo, hay una mutua dependencia que emerge donde un cambio en cualquiera de ellos afecta a ambos. Este es un par clave debido a que la causalidad no lineal tiende a magnificar situaciones con el tiempo hasta que explotan. Algunas veces la explosión es para bien (desempeño óptimo en un grupo, por ejemplo) y algunas veces para mal (mal comportamiento...). A medida que la complejidad del sistema se incrementa, aparecen los efectos amplificadores de las causas que trabajan en ambas direcciones. La causalidad no lineal se muestra como un juego infinito cuando se elige cambiar las reglas más que dejar a cualquier lado ganar el juego. El objetivo es mantenerse jugando, así que ser influenciado es justo tan importante como influenciar algo más. Los sistemas complejos por definición, experimentan causalidad no lineal, bucles causales, y explosión exponencial de cambio con el tiempo. Ellos describen ciclos virtuosos o viciosos que amplifican y disminuyen el movimiento y actividad en un ciclo en el tiempo.

Intervención para la auto-organización. En un sistema adaptativo complejo, no lineal, de alta dimensión, no importa lo que uno haga, el futuro permanece desconocido. Las influencias externas, muchos factores y causalidad no lineal, son por naturaleza impredecibles. Lo mejor que uno puede esperar hacer es *construir una capacidad adaptativa para co-evolucionar* con el sistema a medida que cambie en el tiempo (Euyang, 2013).

Condiciones para la auto-organización. Una manera de ver, comprender e influenciar el cambio, es conocer las condiciones que influyen en la velocidad, la trayectoria y los resultados de las dinámicas emergentes. Cuando emergen nuevos patrones de interacciones en sistemas adaptativos complejos, se dice que se auto-organizan. Esto es porque los patrones emergentes están conformados por conexiones internas, más que por fuerzas externas, del sistema. En cada nivel de la acción humana, los patrones de auto-organización conforman y son conformados por el significado y el comportamiento. Aun cuando sucede todo el tiempo y en cada lugar, la auto-organización nunca sucede de la misma manera dos veces. Este es el efecto profundo de los sistemas abiertos, de alta dimensión, no lineales. La auto-organización no es un cambio estático.

El Método CDI. Contenedores, diferencia e intercambio (CDI) son los elementos que conforman el método CDI (Eoyang, 2013). Este es un método que ayuda a simplificar la complejidad y a apalancar la incertidumbre. Es una adaptación de una vieja idea que funciona: los ciclos de aprendizaje, investigación acción, procedimientos de diagnóstico, etc. Tradicionalmente, cuando la adaptación es requerida, observar, reflexionar y actuar en ciclos iterativos es justo la respuesta correcta. La Acción Adaptativa es una versión ligeramente adaptada el viejo proceso, cíclica. Cada acción final da la pauta para comenzar la siguiente pregunta necesaria. Los sistemas complejos de todos los tipos son conducidos por la iteración. Un proceso corto, simple es repetido una y otra vez, en diferentes tiempos y velocidades, y con diferentes materias primas. Los ciclos de Acción Adaptativa pueden ser incorporados dentro de otro para construir una red de indagación y acción. Mientras tu exploras cualquier desafío adaptativo grande encontrarás también unos más pequeños. En tiempos de cambio incontrolado y dinámico, la investigación es absolutamente necesaria. El mayor riesgo es permitir que supuestos del pasado dominen expectativas para el futuro. La única manera de evitar esta dañina vía es hacer preguntas – claramente y perpetuamente.

La Acción Adaptativa esta enmarcada como una serie de preguntas. Un actor adaptativo siempre está de pie ante la indagación El resultado es un patrón altamente diverso, pero fundamentalmente coherente. Uno puede encontrar ejemplos de iteración conducentes a la coherencia en cada faceta de la vida humana. Los procesos confiables producen consistentemente bienes de alta calidad. El comportamiento que es modelado y practicado es incorporado en hábito. Los rituales construyen comunidad. Las buenas maneras fomentan el respeto. En el método CDI de la Acción Adaptativa se ha alterado el proceso para tomar en cuenta la apertura, la alta dimensionalidad y la no-linealidad del cambio dinámico en sistemas humanos adaptativos complejos, instrumentándolo como una serie de preguntas e incorporando dentro del proceso las condiciones para la auto-organización.

Se sabe que cualquier sistema adaptativo complejo formará patrones cuando las condiciones sean correctas. Eoyang señala tres condiciones relevantes que influyen en los procesos de auto-organización en los sistemas sociales: contenedor (C), diferencia (D) e intercambios (I). Componentes simples con interdependencias complejas.

- **Contenedor.** Cualquier sistema adaptativo complejo formará patrones cuando las condiciones sean correctas. Algo tiene que sostener las partes del sistema lo suficientemente cerca y por el tiempo suficiente para que puedan interactuar para crear un nuevo patrón. A esta condición de mantenerse juntas le llaman “contenedor” (C). No importa realmente qué hace que se mantengan juntas, puede ser una idea compartida, un líder carismático, un límite nacional, un período de tiempo o cualquier otro rasgo físico, social, político, emocional, conceptual, etc. Mientras más pequeño, más ajustado y más claro es el contenedor, más rápido y más coherente será el proceso de auto-organización. Esto es obvio. Si un equipo pequeño tiene una idea clara de membresía y una meta clara, tendrá su trabajo hecho rápidamente. Si no está claro quién está

en el equipo, y la meta no está clara, y la gente no sabe cuándo o dónde reunirse, el trabajo puede no hacerse nunca. Uno puede ver el efecto de condiciones contenedoras ya sea si uno se enfoca en individuos, pares, equipos, comunidades, vecindarios, compañías o naciones. En cada nivel, el contenedor es una de las condiciones críticas para los procesos de auto-organización. El contenedor influye la trayectoria, velocidad y resultado del proceso. Y si uno puede influir sobre el contenedor, entonces se influye sobre el proceso. Y si se influye sobre el proceso, se influye sobre el patrón emergente.

- **Diferencia.** En un sistema adaptativo complejo, las partes del sistema tienen que ser diferentes, de manera significativa, o no emergerá ningún patrón. A esta condición se le llama “diferencia” (D). Las diferencias pueden ser de cualquier clase, siempre y cuando sean significativas para los actores. Por ejemplo, en la comercialización de su propiedad intelectual, un científico encuentra que su habilidad para los negocios y las conexiones a los mercados se vuelven diferencias que realmente cuentan (diferencias irrelevantes en el laboratorio donde se fraguó la idea). Las diferencias son críticas en distintos niveles de organización de los sistemas humanos. Los competidores en una industria, vendedores, asociaciones, fusiones y adquisiciones, relaciones con clientes son todas situaciones donde las diferencias dentro y entre contenedores dibujan la línea entre el éxito y el fracaso. En todos los casos, en cada sistema social, las diferencias que hacen una diferencia determinan la velocidad y trayectoria y el resultado de los procesos de auto-organización. Si hay demasiadas diferencias, el sistema no puede asentarse. Si no hay suficientes diferencias relevantes, el cambio no puede ser iniciado. Justo el número óptimo de diferencias significativas para que emerjan patrones claros sostendrá un proceso robusto de auto-organización.
- **Intercambio.** Las partes del sistema adaptativo complejo tienen que estar conectadas unas con otras o no sucederá nada. A esta condición conectadora se le llama “Intercambio” (I). Un intercambio es cualquier conexión que transmita información, recursos o energía entre las partes del CAS. Cuando una parte del sistema recibe un intercambio, el patrón interno de la parte es cambiado. Cuando la parte cambia, transmite información, recursos o energía de regreso a través del intercambio, y otras partes del sistema la reciben y son a su vez cambiadas. Estas interacciones transformadoras son la maquinaria de cambio auto-organizador en un CAS. Demasiados o demasiado cerrados, y los intercambios cierran el sistema en un patrón inmutable. Intercambios demasiado pocos o laxos, y el patrón no emerge o no persiste. Cuando una función es manejada en casa, 125s intercambios fundamentales (financiamiento, dirección del trabajo, controles de calidad, programación, comunicaciones, entrega del producto, etc.) comúnmente son consistentes y relativamente amarrados. Cuando el servicio es buscado fuera, cualquiera de estos intercambios son debilitados, y un contrato puede o no afinar los intercambios a niveles óptimos.

Contenedor, diferencia e intercambio son las condiciones que influyen un proceso de auto-organización y determinan la velocidad en que se mueve el proceso, qué tan entramada es la trayectoria, y qué tan claro es el patrón resultante. Se puede usar el CDI para ver cómo emerge el patrón, y entender cómo las condiciones van conformando el patrón emergente. El Modelo CDI puede ayudar a reconocer y nombrar las condiciones del sistema, pero la acción intencional requiere más que solamente reconocimiento. La influencia consciente sobre los patrones de auto-organización implica un proceso intencional, un involucramiento para visualizar, comprender e influenciar las condiciones que conforman el cambio en sistemas adaptativos complejos. A esto se le llama Acción Adaptativa.

Instrumentación para facilitar la auto-organización

Conocer las trayectorias es una cosa. Saber qué hacer para empujarlas hacia la auto-organización en direcciones productivas, es otra cosa. Aquí es importante conocer las condiciones para la auto-organización: ¿Qué factores ayudan claramente a la auto-organización de un sistema, y hacia los fines que nosotros apreciamos? ¿Qué sucede cuando estos factores están perdidos o son insuficientes? ¿Qué podemos saber sobre las condiciones para la auto-organización que nos puedan hacer co-partícipes de apoyo en un proceso que no predecimos ni controlamos?

El instrumento de la Acción Adaptativa se puede resumir en tres preguntas que corresponden a ciclos iterativos de tres pasos: Colección de Datos, Análisis y Acción para ver, entender e influenciar patrones en sistemas complejos:

- *Colección de Datos: Qué o Cuál: (Preguntarse cuál es la situación).* Qué cambios han ocurrido, qué permanece como antes; qué es diferente; qué contenedores son los más relevantes, qué diferencias están emergiendo o desapareciendo; Cuáles son los intercambios actuales, y qué tan fuertes son. Qué deseos existen para los patrones en el futuro?
- *Análisis: Entonces qué (Preguntarse qué significan los hallazgos):* Entonces, qué es lo que sorprende? Qué significan para uno tales observaciones?, Qué significan para otros?; Entonces, qué se esperaría para el futuro?; Entonces qué supuestos o expectativas fueron confirmadas o negadas? Entonces qué contenedores están abiertos para el cambio, y qué podrían significar esos cambios?; Entonces qué diferencias están abiertas al cambio, y cómo podrían nuevas o más efectivas diferencias ser infundidas dentro del sistema? Entonces qué opciones hay para la construcción de nuevos intercambios, cambiar los existentes, o romper aquellos que no son útiles?
- *Acción: Ahora qué: (Preguntarse qué hacer)* Ahora qué haremos. Ahora qué harás tú? Ahora qué mensaje se deberá enviarles a otros? Ahora qué resultados podríamos esperar? Ahora qué haremos para coleccionar datos para nuestro ciclo próximo y emergente?

2.7.3 Análisis de Redes Sociales / Dinámica de Redes Sociales. El estudio de las relaciones sociales entre individuos, organizaciones o países tiene gran importancia porque a través de ellas se transmiten conductas, actitudes, tendencias, información y conocimiento. *Las relaciones sociales pueden ser conceptualizadas como redes, aunque esta sea una representación o modelo de la realidad observable, no la realidad en sí misma (Duke et al., 2006).*

La teoría de redes consiste del estudio de representaciones en redes, de fenómenos físicos, biológicos y sociales que conduce a modelos predictivos de estos fenómenos. Una peculiaridad importante es que el *enfoque de redes encapsula un fenómeno emergente de la realidad*. Por ejemplo, la conformación de capital social.

En términos generales, *“una red es cualquier sistema que admita una representación abstracta como gráfica mediante nodos (o vértices) que identifiquen los elementos del sistema, y en el cual el conjunto de enlaces (o aristas) que los conectan representen la presencia de una relación o interacción entre esos elementos”* (Barrat et al., 2008). Una red es descrita por su estructura (nodos y enlaces), su dinámica (los atributos temporales de los nodos y enlaces), y su comportamiento (qué “hace” la red como resultado de las interacciones entre nodos y enlaces). El entendimiento meticuloso de las relaciones permite identificar factores que son críticos para explicar el comportamiento actual o pasado, así como vislumbrar los cambios deseados (Williams y Hummelbrunner, 2010).

Una manera de modelar la complejidad es mediante el examen de la estructura de las interacciones que ocurren dentro de una red mediante la aplicación del llamado Análisis de Redes Sociales (ARS) (Cilliers, 2001; Stacey, 2001). El Análisis de Redes Sociales (ARS) es un conjunto de herramientas que permite conectar el mundo de los actores (individuos, organizaciones, etc.), con las estructuras sociales emergentes que resultan de las relaciones que establecen los actores. En el campo de estudios del desarrollo económico – como la *difusión de la innovación*– y la *geografía* (especialmente desarrollo urbano y regional). En estos dos últimos campos, el entendimiento de las interrelaciones se vuelve particularmente importante tomando en cuenta que *“el éxito de las intervenciones depende de la forma y calidad de la colaboración entre actores que tienen acceso o son responsables de los recursos requeridos para llevar a cabo el cambio deseado”* (Williams y Hummelbrunner, 2010).

ARS y Sistemas Complejos. Existen fenómenos no lineales que emergen de las redes sociales. Por lo tanto, los sistemas complejos pueden ser estudiados mediante la aplicación del análisis de redes sociales (ARS). El ARS es un importante complemento para el entendimiento y manejo de los sistemas complejos, considerando que muchos rasgos de estos resultan precisamente de la estructuración de sus redes subyacentes, más que de las especificidades de los individuos. Por ejemplo, la emergencia, la auto-organización, la resiliencia, la modulación, etc.

Dinámica de Redes Sociales (DRS). El *análisis de dinámica de redes* (ADR) o redes adaptativas se enfoca sobre las propiedades que surgen en sistemas complejos, cambiantes, adaptables, vivientes, de múltiples elementos interconectados. Estas se conocen también como redes adaptativas. La Dinámica de Redes Sociales (DRS) es un campo científico emergente que conjunta el análisis de redes sociales tradicional, análisis de enlaces y sistemas multi-agentes. Las dos características principales de la DRS son el análisis de datos estadísticos y la utilización de simulación para abordar temas de dinámica de redes (Lympelopoulou y Lekakos, 2013).

Lo que distingue a las redes dinámicas es que son redes más grandes, dinámicas, multimodales, multiplexadas, y pueden contener niveles variables de incertidumbre. Las relaciones son probabilísticas, son cambiantes, los movimientos en una parte de la red se propagan a través de todo el sistema, etc. Los nodos pueden aprender. La *centralidad de intermediación* es considerada como una medida del grado en el que un nodo tiene control sobre el flujo de información entre otros.

La DRS ofrece un gran potencial para revelar los misterios de conexiones y patrones de entidades e interacciones entre entidades. La Tabla 4 muestra las diferencias básicas entre el ARS y la DRS.

Análisis de Redes Sociales	Dinámica de Redes Sociales
Redes persona a persona	Relaciones entidad a entidad
Una red	Múltiples redes
Estática	Cambiantes
Las relaciones existen o no	Las relaciones individuales pueden ser probabilísticas
Ideas desde 1930's/1960s	Ideas desde 2000s

Tabla 4. Diferencias entre ARS y DRS

El estudio de la dinámica de redes sociales presenta así un nuevo enfoque para la modelación y análisis de sistemas complejos. Se origina desde la teoría de la complejidad para abordar el estudio de la dinámica social desde la perspectiva de redes. Grandes fenómenos del comportamiento social, como la auto-organización, pueden ser estudiados como “propiedades emergentes” que derivan de formas simples de interacciones sociales locales (Lympelopoulou y Lekakos, 2013). En esta vena, la confianza, credibilidad, influencia y persuasión pueden también convertirse, en términos de la teoría de la complejidad y modelado, como resultado del entre-juego entre el estado de los nodos y la topología de la red social. El estudio de redes sociales desde un punto de vista de sistemas adaptativos complejos puede aportar conocimiento significativo concerniente a la dinámica de redes sociales, y por lo tanto, facilitar la aplicación de la teoría de la complejidad en el estudio de los fenómenos sociales.

Redes Adaptativas. Las redes cuyos estados y topologías “co-evolucionan” debido a la propia dinámica del sistema se conocen como redes adaptativas. Casi todos los procesos dinámicos que pueden ser puestos en una red son altamente sensibles a la topología de la red. Esto significa que la dinámica explora la topología de la red y así, de alguna manera, “codifica” información topológica en series de tiempo de los estados de los nodos. Muchos sistemas complejos del mundo real pueden ser modelados como redes adaptativas, incluyendo las redes sociales. En estas “redes adaptativas” la transición de estado de cada componente y la transformación topológica de las redes están profundamente acopladas una con otra, produciendo comportamiento emergente que no podría verse en otras formas de redes. La modelación y predicción de la co-evolución estado-topología está ahora siendo bien reconocida como uno de los desafíos más importantes en la investigación de redes complejas, sin duda de gran utilidad para el diseño de estrategias políticas.

Puede decirse que la complejidad de redes del mundo real brota del entre-juego entre la topología y la dinámica de la red. La ejecución de los procesos dinámicos de redes pueden describirse en términos de

Sistemas Adaptativos Complejos (Lympelopoulos y Lekakos, 2013). Según este enfoque, un Sistema Adaptativo Complejo (SAC) afecta y es afectado por su ambiente. Al respecto, Murray explica esta dinámica como sigue: un SAC *adquiere información sobre su ambiente y sobre su propia interacción con ese ambiente. Es así como va identificando regularidades en ese proceso, dentro de una suerte de patrón o “esquema”; su actuación en el mundo real se expresa de acuerdo con dicho esquema* (Murray, 1994). La complejidad de estos sistemas es atribuida entonces, a la *naturaleza dinámica de las interacciones entre los nodos de la red*, dando lugar a propiedades sistémicas que no pueden ser manejadas como agregaciones de propiedades de entidades estáticas individuales. Estos sistemas son adaptativos porque el comportamiento individual y colectivo evoluciona hasta alcanzar un *estado crítico conducente a la auto-organización, en respuesta a un desencadenamiento de micro-eventos o series de eventos* (Lympelopoulos y Lekakos, 2013). Un esquema co-evolutivo adaptativo conducente a la auto-organización de la red está basado en la teoría de que toda actividad correlacionada conecta, en tanto que la actividad no correlacionada, desconecta (Rohlf y Bornholdt, (2009).

Los sistemas adaptativos complejos tienen que contener con las necesidades contradictorias de acomodar su respuesta a las señales cambiantes del ambiente, a la vez que mantener un nivel suficiente de estabilidad en la red dinámica que procesa esta información. Esta observación da lugar a la idea de que los sistemas adaptativos pueden haber evolucionado “al borde del caos” entre regímenes dinámicos ordenados y desordenados.

El estudio de las redes sociales bajo la lente de la teoría de redes complejas permite la aplicación de técnicas de modelado en cumplimiento con la idea de que la topología de redes se desarrolla por medio de un mecanismo de retroalimentación el cual conecta la topología y el proceso dinámico que se ejecuta en la red misma.

La topología de la red y los estados de los nodos a menudo están acoplados críticamente de tal manera que el comportamiento de los nodos está limitado por la estructura, la cual al mismo tiempo es generada por el comportamiento de los nodos. Esta clase de interacción genera un comportamiento imprevisto llamado emergencia, que no puede ser explicado a nivel de elementos (Tomita *et al.*, 2009).

Micro-redes. El ARS puede estudiar la conducta de los actores a nivel micro, los patrones de relaciones, la estructura de la red a nivel macro y las interacciones entre los dos niveles (Sanz Menéndez, 2003).

Típicamente, el ARS ha prestado más atención al estudio de las estructuras sociales, insistiendo menos en el *cómo, por qué y para qué* la gente hace lo que hace, y más en la comprensión de las condicionantes estructurales de sus acciones (Sanz Menéndez, 2003). Sin embargo, en planeación importa conocer no sólo el “quién se relaciona con quién”, sino el “*cómo hacer que se relacione quién con quién y para qué*”. Esto plantea el requerimiento metodológico de capturar y vislumbrar el aspecto dinámico del cambio desde su base, lo que implica definir e interconectar objetivos estratégicos que favorezcan la auto-organización de redes colaborativas; asociarlos con aquellos factores socioculturales (“convertidores”) que se requiera impulsar o corregir, para favorecer colectivamente la creación y sostenimiento de vínculos (diadas, creación de redes). De esta manera, se podrá “activar” la auto-organización de capital social pertinente. O sea, las redes colaborativas.

En un nivel de análisis más fino, a nivel de diada, se puede recurrir al concepto de *micro redes de actividades intradiada*. Este concepto se refiere al conjunto de prácticas, mecanismos y actividades funcionalmente interconectadas, con los objetivos estratégicos requeridos para incrementar el potencial de cambio. Por ejemplo, para establecer vínculos entre dos actores (Almanza *et al.*, 2009). El *concepto micro redes de actividades intradiada* nos permite traducir al lenguaje del ARS los objetivos estratégicos, prácticas y actividades que pueden generar las diadas o vínculos y por lo tanto, llevar un modelo conceptual hasta su nivel operativo. Tanto en el proceso de formación de diadas y redes, como una vez que éstas se han constituido, el ARS permite la aplicación de herramientas que facilitan el análisis y la intervención.

2.8 Los Factores y Patrones de Comportamiento. Para los fines de intervención pública adaptativa, de cara al fomento de desarrollo tecno-industrial local, el problema de la vinculación es visto bajo la lente de su dinámica. Es decir, como una combinación de procesos co-evolutivos, retroalimentaciones, transiciones y adaptabilidad, implícitamente asumidos en la idea de “aprender a trabajar juntos”. El objetivo es pavimentar el camino hacia la emergencia de sistemas efectivos de innovación en las localidades / regiones rezagadas. Así, la revitalización tecno-industrial y el florecimiento de *milieux* innovadores o creativos pueden ser vistos en el horizonte como el *atractor*

deseado (Lara-Rosano, 2011). Desde este enfoque, es importante orientar los esfuerzos hacia el incremento de la capacidad colaborativa - de aprendizaje colectivo -, teniendo en la mira el surgimiento de *milieux* innovadores efectivos (Camagni, 1991).

Si bien el nivel de desarrollo del *milieu* depende de su trayectoria histórica, es posible inducir el cambio estratégico de ciertos patrones de comportamiento para impulsar relaciones colaborativas entre actores, catalizando una dinámica de aprendizaje colectivo. En este proceso uno debe tomar en cuenta que la capacidad del aprendizaje colectivo en el *milieu* es un fenómeno socio-cultural consistente de relaciones perdurables, principalmente cara a cara (Camagni, 1991). El aprendizaje colectivo es un proceso interactivo, dinámico, de intercambio y acumulación de conocimiento, y de transformación continua entre el conocimiento tácito y codificado (Nonaka y Takeuchi, 1995). A través de sus interacciones, los expertos de diversos campos construyen un lenguaje común, clima de confianza, credibilidad, reciprocidad y sentido de compromiso, generando efectos sinérgicos (Boiser, 1999; Méndez, 2006).

Para revitalizar la localidad tecno-industrial por medio de la aceleración del proceso de vinculación, una intervención pública facilitadora es crítica. En una primera etapa – entendida aquí como fase de transición –se podría inducir el establecimiento de redes funcionalmente estructuradas para aprender a colaborar, como base del capital social. Aprender a colaborar es una precondition para la emergencia de sistemas de innovación efectivos y *milieux* creativos e innovadores. La vinculación CTI, tanto en cuanto a capacidad como en habilidad de asociación, está relacionada con el concepto de capital social de *redes sociales que mejoran el acceso a recursos y apoyo social* (Franke, 2005). Este concepto nos permite abordar con relativa precisión, conveniente desde una perspectiva política. Dentro de esta visión estratégica, la inducción y conformación de redes de aprendizaje / conocimiento - capital social productivo -, es fundamental para que emerjan sistemas de innovación efectivos. De acuerdo con el grado de conformación de capital social local será el tipo de implementación de la intervención pública para catalizar el cambio. Es decir, esta tiene que ser contextualizada. Sin embargo, en general para una primera fase, es imprescindible que la construcción de capital social se oriente hacia el reforzamiento de la capacidad de absorción tecnológica, para incrementar el nivel de preparación y sentido de oportunidad que requiere una sociedad para innovar.

La idea central del capital social, de acuerdo con Putnam (2001), incluye redes y normas asociadas de reciprocidad. El desarrollo de redes sociales y la auto-organización alrededor de asuntos comunes pueden verse como colaboraciones (Lejano e Ingram, 2008). Estas colaboraciones a menudo están limitadas al lugar, implicando que es importante un sentido de comunidad entre los miembros (de tiempo, lugar, condición, sufrimiento, gozo, etc.). Ello significa que estos grupos no sólo se están comunicando, sino que juntos están experimentando tensiones. Esto es en sí, un ímpetu importante para la auto-organización misma.

Aprovechar el potencial de auto-organización de la gente para abordar un asunto es quizás el principio más comúnmente citado para la intervención en sistemas adaptables complejos (Lejano e Ingram, 2008). Estos autores indican que las redes sociales pueden ser activadas cuando se necesite, pueden ser perturbadas para nueva información o nuevas maneras de hacer las cosas, o simplemente tenerlas como un extenso almacén de conocimiento. En la literatura sobre reforzamiento de capital social se mencionan algunos tipos de intervención pública. Por ejemplo, Van Kemenade et al (2003), describen el capital social como el involucramiento primariamente en redes, compromiso público y confianza, lo cual tiene una influencia directa sobre la manera como trabaja junta la gente. Algunos gobiernos, como el de Canadá (desde 2005), han desarrollado un programa de política que cuenta con un “continuo” de caminos directos e indirectos para fomentar la conformación de capital social, construyendo redes explícitamente (PRI, 2005).

Lejano e Ingram (2008) explican tres conceptos útiles para el entendimiento de cómo funciona la interacción: proximidad, activación y espacio. Estos conceptos pueden ser usados para aprovechar la complejidad mediante la alteración de los patrones de interacción.

- *Factores de Proximidad* – determinan cómo los agentes dentro de un sistema (o gente dentro de un establecimiento social) será probable que interactúen unos con otros.
- *Factores de Activación* –determinan la secuenciación de su actividad.
- *Espacio* – abarca el concepto de proximidad e incluye el espacio físico y el conceptual (como la jerarquía en una organización) para promover la interacción.

Estos factores nos permiten analizar las bases de la interacción social y la auto-organización resultante desde un punto de vista causal, y aportan conocimiento sobre las intervenciones políticas potenciales para mejorar tales redes sociales.

Existen otras menciones sobre la intervención para potenciar el capital social y la habilidad de la gente para auto-organizarse, pero no son muy explícitas. En su búsqueda de herramientas políticas y mecanismos de apoyo para inducir o incrementar el potencial de auto-organización, crear resiliencia y tratar mejor las tensiones conocidas y desconocidas, estos autores descubrieron cuatro características clave de políticas para mejorar directa o indirectamente la auto-organización y redes sociales entendidos como mecanismos para hacer frente a la incertidumbre:

- Asegurar que el capital social existente se conserve (Ruitenbeek y Cartier, 2001)
- *Crear y promover espacios efectivos y temas para cooperación adaptativa* (Axelrod y Cohen, 2000)
- Facilitar el hacer frente mediante la promoción de mejores prácticas y liderazgo mejorado (ibid.)
- Remover barreras de recursos para la auto-organización (Koontz, 2006).

2.9 La Visión Dinámica Deseable. En un escenario de futuro sobre una localidad industrial con buena capacidad innovadora, aparece un sistema de innovación con una estructuración y funcionalidad tal, que la capacidad innovadora local tiende a mejorar. Cuenta con un capital social (intangible) y una infraestructura material (tangible) en sintonía para darle cohesión al sistema – está bien vinculado y es dinámico. Como se ilustra en el diagrama de la Figura 4. (elaborado con el programa Stella para CAS), aparece como un sistema de interacción social, adaptable, que se retroalimenta; interconectado entre sus diversos elementos (valores, capacidades, metas, funciones), integrado, auto-regulable, determinado por la necesidad de hacer un uso eficiente del conocimiento relevante para solucionar problemas tecno-industriales básicos.

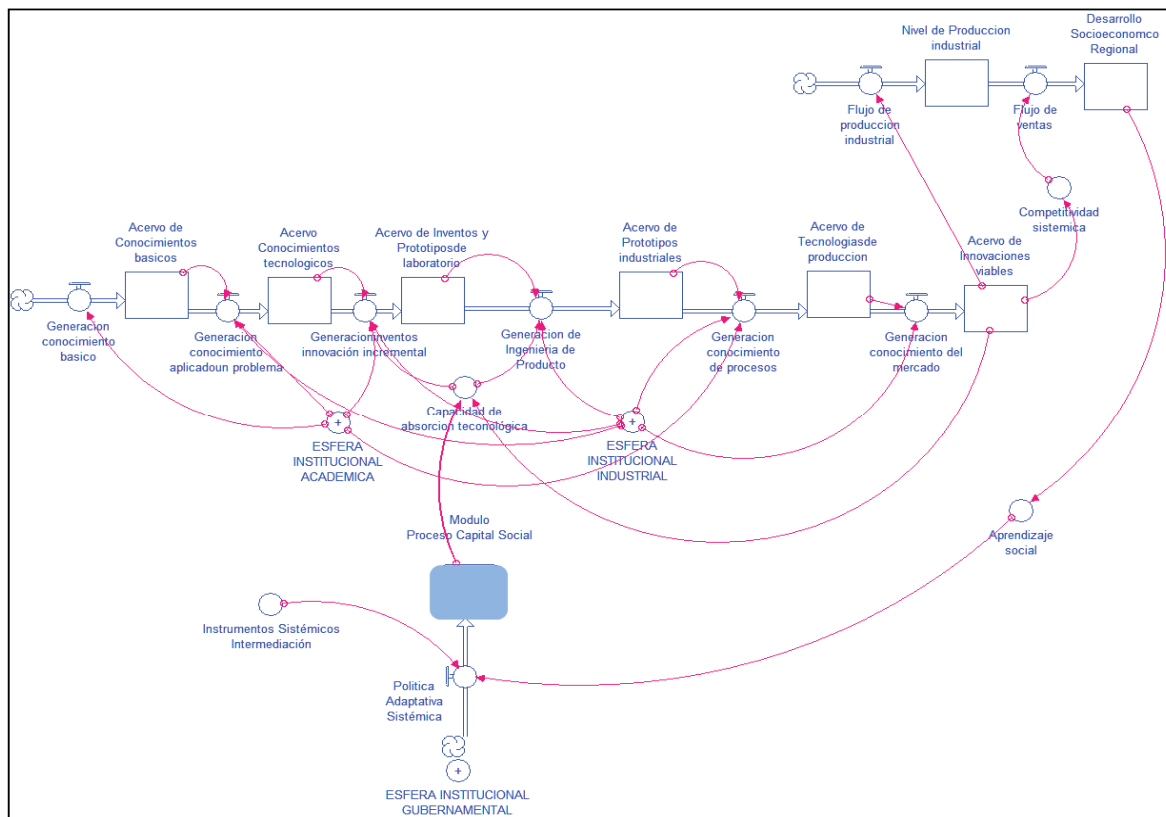


Figura 4. La visión dinámica deseable de un sistema de innovación

En pocas palabras, se va alejando del equilibrio, rumbo al borde del caos. Pero no ocurre de un día para otro. En su estructuración y funcionamiento, la visión de la intervención pública coadyuvará a

que el sistema se vaya consolidando, pasando por transiciones de fase progresivamente, hacia *atractores* concatenados conforme se va avanzando en los cambios de estado de desarrollo, asociados con la emergencia de capacidades. Es por ello que las políticas han de ser contempladas como procesos de aprendizaje, para el largo plazo, con intervenciones por etapas, de corto y mediano plazo, consistentes, flexibles y adaptables.

3. Implementación

El diseño e implementación de políticas adaptativas ha de mantener una consistencia y coherencia dentro con el enfoque de sistemas complejos. Diseñar e implantar instrumentos de corte “lineal”, reduccionista, bajo una conceptualización de políticas adaptables no lineales irremediablemente conducirá al fracaso. Por ello conviene aplicar métodos y técnicas analíticas consistentes, que ayuden a construir una visión estratégica de cara a la implementación.

3.1. Esquema Estratégico General

Con la ayuda de los métodos y técnicas descritos arriba, la visión estratégica podrá delinearse primero, un esquema general preliminar de la visión estratégica global, y trabajar en los objetivos deseables, apoyándose en los elementos descritos en las secciones anteriores.

3.1.2 Elementos Básicos para Estrategia de Vinculación en Primera Fase. Dentro de una visión estratégica de vinculación ciencia – industria, la implementación de políticas implica primero, tomar en cuenta dos componentes íntimamente relacionados: los mecanismos o maneras en que se produce, transfiere y difunde el nuevo conocimiento. Y segundo, considerar los efectos deseables sobre la sociedad. Lo que conduce a la necesidad de diseñar instrumentos de evaluación institucional consistentes.

Respecto al primero, se refiere tanto a las competencias centrales que las instituciones han de cuidar para crear y sostener sus propias ventajas competitivas; y a aquellas actividades orientadas a propiciar la capacidad de absorción tecnológica local - del sector productivo -, para que el conocimiento pueda ser transferido y difundido adecuadamente según los requerimientos de la localidad. En cuanto al segundo - a los efectos deseables -, para los fines de la planeación estratégica, tiene que ver con la conceptualización de la vinculación ciencia-industria y con la relevancia de la propia investigación y desarrollo tecnológico.

La vinculación se entiende aquí como un proceso de aprendizaje, que va desde una situación de desvinculación hasta otra, de vinculación propiamente. Hoy día, en contextos de sistemas de innovación efectivos y vinculados, los problemas de política suelen enfocarse alrededor de una amplia gama de “productos”, resultados y consecuencias derivadas del manejo y actividad de la investigación. Desde esta perspectiva, más economicista, se reconocen tres tipos de efectos que guardan distinta distancia con los proyectos o programas de investigación: 1) los productos, que son los resultados técnicos de la investigación; 2) los resultados, que son los efectos directos de los proyectos como creación de empleo, productividad incrementada, etc. y 3) los impactos, que son recibidos por la sociedad de manera indirecta y en un largo plazo, difícilmente atribuibles a un solo factor y por lo tanto, difíciles de evaluar (Prahalad, and Hamel, 1990). Sin embargo, para aquellas localidades tecno-industriales rezagadas, sesgadas hacia la desvinculación, se vuelve fundamental avocarse en una primera fase, a la creación de “camino” que conduzcan o faciliten la adquisición de capacidades colaborativas - la auto-organización de capital social -, en el entendido de que mientras más de ellos se construyan, surgirán mayores potencialidades de que el conocimiento se intercambie y se use efectivamente. Es decir, de subsanar la falla sistémica detectada como problema.

De acuerdo con lo anterior, es deseable que en la visión estratégica se identifiquen no sólo los mecanismos de generación de conocimiento de la manera más expedita, sino aquellos otros que facilitarán la comunicación, la creación de un clima de confianza y credibilidad local, hasta alcanzar una dinámica sostenida de auto-organización de redes productivas y capital social, favorable a la cultura colaborativa. Mecanismos a través de los cuales se podrían activar el intercambio y movilidad de gente capacitada para traducir problemas industriales en problemas de I+D; para aprender continuamente; para facilitar el intercambio de información útil, de aportar nuevos

instrumentos y metodologías, nuevas destrezas, acceso a redes de expertos capaces de pensar, diseñar e implementar soluciones a problemas tecnológicos puntuales; para facilitar el acceso a más instalaciones e instrumentación, etc. Esto lleva implícita la idea de trabajar en la construcción de la capacidad de absorción de la localidad, para que el sector productivo pueda entender y usar dicho conocimiento y así, incrementar las potencialidades para innovar.

El enfoque de política aquí propuesto busca integrar la estructura con la función. Se asume que el entretrejimiento de los procesos socio-económicos y culturales involucrados tiene una dinámica no lineal. El enfoque requiere de una visión estratégica de largo plazo. Se considera la construcción de capacidades colaborativas como pre-condicionante del esquema global de reactivación tecno-industrial local. Por ello, la implementación enfatiza la dimensión socio-cultural asociada con el problema de la conformación de redes colaborativas / capital social productivo. El reforzamiento de la conformación de capital social (infraestructura intangible) enfatiza que la intervención no puede ser una acción suelta o trivial: ha de tener una visión integral y adaptable. De acuerdo con esto, se plantea una estrategia orientada a facilitar la *auto-organización del capital social* (dimensión intangible de la inteligencia colectiva), teniendo en cuenta su sintonía con el desarrollo de su dimensión tangible (los actores). Es dentro de esta visión estratégica que se busca dar cohesión al sistema y así incrementar el uso eficiente de conocimiento. La Figura 5 es un esquema del plan estratégico general sugerido, en el que pueden verse, la interconexión entre visión estratégica general y por otra, la implementación –el cómo hacerlo).

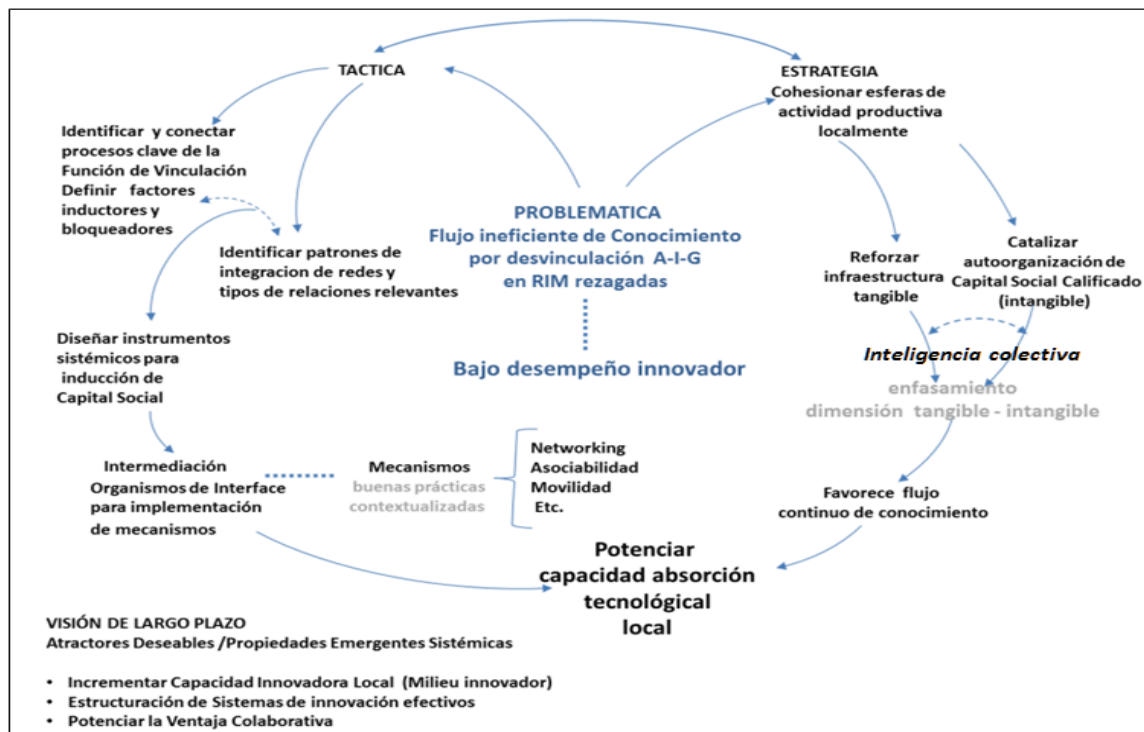


Figura 5. Esquema general estratégico de política adaptativa no lineal, para la viñculación ciencia – industria nivel local.

3.1.3. Definición de Objetivos Estratégicos Generales. Para una primera fase de la estrategia política, hay que definir los objetivos estratégicos. Aquí se destacan cuatro *objetivos sistémicos generales*:

- Mejorar cohesión y sintonía
- Catalizar conformación de Capital Social
- Interconectar capital social con capacidad de absorción tecnológica
- Potenciar capacidad de traducción / adaptación tecnológica

Mejorar Cohesión y Sintonía. Una de las funciones básicas del sistema de innovación es la vinculación academia – industria -gobierno, que expresará el grado de cohesión al sistema. Cubrir

esta función es crucial para que ocurra el intercambio de conocimiento en el proceso innovador. Para que haya cohesión en el sistema de innovación, la estructuración de la inteligencia colectiva es fundamental. Aquí adoptamos la definición de Liang (2004) sobre inteligencia colectiva: “las relaciones, redes, normas y confianza, asociadas con la reciprocidad, que facilitan la acción colectiva mediante la coordinación y cooperación para beneficio mutuo” (Liang, 2004). La pregunta en este punto es ¿cómo mejorar la cohesión de esa inteligencia colectiva, que compone un sistema de innovación desestructurado?

Cohesión Sistémica y Capital Social. Existe una amplia gama de definiciones sobre el capital social (como Helliwell, 2001) Putnam (2001, etc.) Para nuestro propósito, aquí hemos adoptado la de Franke, por sintetizar su esencia de la siguiente manera: “el capital social se refiere a las redes de relaciones sociales que pueden dar a los individuos y grupos, acceso a recursos y apoyos” (Franke, 2005). Las redes de relaciones sociales a su vez, las vemos, como “un sistema de patrones de relaciones sostenibles entre actores, las cuales cruzan y a veces difuminan las fronteras organizacionales” (Lejano e Ingram, 2008). En este marco, hablamos de capital social y redes sociales relacionadas con el proceso de vinculación y el intercambio de conocimiento productivo.

Interesa decir aquí –consistente con el enfoque funcional – estructuralista, que la conexión diádica entre estructuración y funcionalidad, se fundamenta en la idea de que lo que realmente caracteriza a las redes es el sistema de relaciones perdurables, para cubrir al menos una función. Digamos, redes para qué. Y que para que ello pueda realizarse, la red ha de tener una cierta cohesión, que será definida por su estructuración. El “para qué” del capital social, siguiendo con Lejano e Ingram (2008), se puede ver como un tipo de red social que otorga la habilidad para el acopio de conocimiento y preocupaciones; y como mecanismo por el cual la adaptabilidad y la resiliencia son construidas mediante la variación de respuestas y deliberaciones de los grupos de interés (“stakeholders”). Aunque es difícil de medir el capital social, se sabe que existe cuando un individuo, comunidad o grupo (o red) lo utiliza para contender con la incertidumbre. El desarrollo de redes sociales y la auto-organización alrededor de asuntos comunes –el capital social - puede verse como colaboraciones (Lejano e Ingram, 2008). Estas colaboraciones a menudo están limitadas al lugar, implicando que es importante una comunidad entre los miembros (de tiempo, lugar, condición, sufrimiento, gozo, etc.). Ello significa que estos grupos no sólo se están comunicando, sino que juntos están experimentando tensiones que pueden derivarse de sus instituciones y organizaciones. Esto es en sí, un ímpetu o una barrera importante para la auto-organización misma. Y para potenciar la llamada ventaja colaborativa.

Aprovechar el potencial de auto-organización de la gente para abordar un asunto es quizás el principio más comúnmente citado para la intervención en sistemas adaptables complejos (Lejano e Ingram, 2008). Estos autores indican que las redes sociales pueden ser activadas cuando se necesite, pueden ser perturbadas para nueva información o nuevas maneras de hacer las cosas, o simplemente tenerlas como un extenso almacén de conocimiento. Dada la precariedad de esas redes en localidades de bajo desempeño innovador, la realización de ese potencial de auto-organización es el desafío primario de la intervención pública. Por eso es importante ocuparse de los factores que afectan esta dinámica no lineal en la construcción de las relaciones locales.

3.2. Intervención desde los Factores Clave como Objetivos

Catalizar Conformación de Capital Social. La capacidad de auto-organización puede ser construida y mejorada para responder a eventos. Sin embargo, no es deseable que sea dirigida directamente por mandato político, porque podría tener resultados negativos. Los formuladores de política han de ser muy cuidadosos en la elección de inversión explícita para la conformación de capital social. En la literatura se menciona que es mejor “terciar” a través de intermediarios sociales locales para promover un tipo de capital social deseable. La intervención directa, lineal, de arriba-abajo, para alcanzar un conjunto de objetivos puede traer consecuencias indeseables o socavar otros patrones de capital social (como rompimiento de vínculos fuertes dentro de las comunidades) que son necesarios para alcanzar otros objetivos políticos (Perri, 1997) Según este autor, es mejor que las políticas se enfoquen en la remoción de barreras que pudieran impedir que la gente se auto-organice. Estas barreras pueden ser físicas, financieras, sociales, informacionales u otros recursos. Nuestro modelo de apoyo a la intervención pública se centra en las barreras de carácter socio-cultural, a reserva de ser complementado con estudios sobre otros tipos de barreras para alcanzar una visión política integral.

Actualmente hay gobiernos que están desarrollando programas de política que cuentan con un abanico de caminos directos e indirectos para fomentar la conformación de capital social, como por ejemplo Canadá, que cuenta con instrumentos para construir explícitamente redes (PRI, 2005). Van-Kemenade et al (2003), tercian la conformación de capital social, y lo describen como el involucramiento primariamente en redes, compromiso público y confianza, lo cual tiene una influencia directa sobre la manera como trabaja junta la gente.

Interconectar Capital Social - Capacidad de Absorción Tecnológica. La vinculación a nivel local - en tanto capacidad y habilidad de colaboración social local- , lo asociamos aquí con el concepto de capital social, entendido aquí como “redes sociales que potencian el acceso a recursos y apoyo social” (Franke, 2005). La capacidad de absorción tecnológica a su vez, referida como la capacidad y habilidad de detectar y adaptar oportunamente el conocimiento potencialmente disponible, será potenciada por el intercambio de conocimiento inherente a la conformación de redes. Es como una propiedad emergente que en este trabajo es considerada como factor clave –un convertidor, que interconecta precisamente, el proceso de conformación de capacidades colaborativas con el proceso flujo de conocimiento, en un proceso de retroalimentación.

Entendido así, quedará claro que bajo niveles de estado precarios, con sistemas desestructurados y disfuncionales, el flujo de conocimiento no fluirá adecuadamente en el sector productivo, porque su capital social es insuficiente o inadecuado, o está desacoplado con su infraestructura material. De aquí la importancia de que la intervención se oriente también a atender su infraestructura intangible en tanto pre-condicionante para que fluya el conocimiento. Contender con ello implica una visión de política adaptativa no lineal, que integre el proceso de construcción de capacidades colaborativas dentro de su estrategia de potenciamiento de la inteligencia colectiva local, para comenzar.

Hablar de capital social es hablar de redes colaborativas. Se espera que al potenciar la cohesión de la red se incremente el uso eficiente de conocimiento, que es el objetivo de la vinculación dentro del sistema de innovación. Las capacidades colaborativas son expresadas aquí bajo la figura de capital social calificado (Capital Humano + Capital Relacional). Las capacidades contenidas en el capital social favorecerán el incremento de la capacidad de absorción tecnológica (como propiedad emergente de la red). Recordemos que este concepto, en términos de Cohen y Levinthal se refiere a: “La habilidad para explotar el conocimiento externo es un componente crítico de las capacidades innovadoras. La habilidad para evaluar y utilizar el conocimiento externo es en buena medida, una función del nivel de conocimiento previo relacionado. En su nivel más elemental, este conocimiento previo incluye destrezas básicas o incluso un lenguaje compartido, pero puede incluir también conocimiento de los desarrollos científicos y tecnológicos más recientes en un campo dado. Así, el conocimiento previo relacionado confiere la habilidad para reconocer el valor de la nueva información, assimilarla, y aplicarla para fines comerciales.” Cohen y Levinthal, (1990).

Desde la perspectiva de la capacidad innovadora local o milieu innovador, el capital social se vuelve un factor determinante, al potenciar la capacidad (de absorción tecnológica) para resolver sus propios problemas techno-industriales, que es la forma elemental de capacidad innovadora local. Visto así, el capital social puede verse como un recurso regional que confiere ventaja colaborativa a la localidad. Hay que recordar que la ventaja colaborativa es un concepto puente entre lo social y lo económico, que al conjuntar ventaja competitiva con capacidad colaborativa, se puede ubicar en un orden evolutivo superior, con la idea del desarrollo basado en conocimiento.

Potenciar Capacidad de Traducción / Adaptación Tecnológica. Los procesos de innovación no sólo tienen una dinámica temporal. En el plano de la realidad, ocurren en espacios concretos. Una innovación surge de la combinación del descubrimiento tecnológico o la invención, con la capacidad organizacional, económica y cultural de una comunidad determinada para desarrollarla. Esta combinación no aparece dondequiera ni al mismo tiempo: es un fenómeno específico. Su especificidad es determinada por los cambios en los métodos de producción y por lo tanto, de consumo; donde cambian los estándares y donde es difundida. La capacidad innovadora – incluida la capacidad la adaptación tecnológica – son fenómenos contextuales. La formulación de políticas, por consiguiente, ha de ser contextualizada, pensando en esa capacidad adaptativa.

Esto nos lleva a verla desde dos ángulos. Por un lado, el conflicto inducido por la propia innovación para con las prácticas de producción y consumo en curso, en una localidad dada; y por otro, el potencial de dicha comunidad para adaptarse a ella. Pero adaptar la innovación no significa

simplemente imitarla. Se refiere también – especialmente -, a las acciones voluntarias tomadas conjuntamente por emprendedores y organizaciones de apoyo, para apropiarse del proceso de innovación, desarrollarlo, extenderlo y así, generar una capacidad dinámica recurrente, de retroalimentación. En suma, crear un ambiente operativo inmediato de negocios (milieu innovador) – que podríamos llamar paisaje de aptitud, cohesionado, adaptable – que aprende -, para potenciar su capacidad de absorción tecnológica local.

La difusión de nuevas prácticas de producción por la innovación ocurre a través de cambios en los estándares de producción. Conlleva un proceso de aprendizaje y adaptación. Cambios que son pasados de organización a organización y así, de lugar en lugar, mediante sus relaciones inter-productivas. Esta difusión se va generalizando a través de las industrias que incluyen combinaciones de empresas y los otros actores (Le Bas, 1995), como las agencias gubernamentales y los centros de I+D. La habilidad de las comunidades para adaptarse al cambio tecnológico, inducido por los diferentes tipos de innovación y la necesidad de apropiárselos, generará una dinámica de aprendizaje y una capacidad recurrente – o sea, de retroalimentación -, para desarrollar innovaciones y producir crecimiento.

A partir de lo que ya se tiene, y con visión realista sobre las limitaciones iniciales, una política proactiva, orientada a generar un ambiente adaptable en localidades industriales rezagadas implica impulsar desde todos los frentes, cultura productiva cohesionada; comunidades de actividad calificadas, comunicadas, colaborativas, comprometidas, alertas y capaces de tomar ventaja de las tecnologías potencialmente disponibles y adaptarlas – dentro de una dinámica de aprendizaje -, para enfrentar las necesidades y problemas cambiantes de su propia sociedad, y potenciar la ventaja colaborativa de su localidad. Y también implica, poner por delante las condiciones materiales y sociales que le permitan innovar a la comunidad desde lo más básico. La “creación de grupos productivos interconectados” -capital social -, significa infraestructura en sus dos dimensiones, para lo que se necesite. Capacidad de tomar ventaja de las tecnologías potencialmente disponibles” significa capacidad de absorción tecnológica y flujo de conocimiento.

En términos de sistemas complejos, lo dicho arriba se puede expresar como sigue: Adaptar la nueva tecnología que viene de fuera requiere entrar en una dinámica de aprendizaje que alejará del equilibrio al sistema, hacia el borde del caos, hasta donde el paisaje de aptitud imperante lo permita. El paisaje de aptitud tiene su dinámica, no es estático. Está conformado por las variables o “factores-convertidores” interconectados en bucles de retroalimentación en el ambiente, de tal suerte que el desempeño - la capacidad local para adaptar la nueva tecnología (nuevo conocimiento)- dependerá en buena medida, del peso relativo de las retroalimentaciones entre tales factores, en esa sociedad, en ese momento. Por la dinámica misma del proceso de aprendizaje, el nivel de estado del sistema avanza hasta alcanzar puntos de bifurcación –lejos del equilibrio -, pasando a niveles de estado superiores – fases de transición – de capacidad innovadora local. De esa forma, es probable que un sistema desestructurado, disfuncional, se disipe, para dar lugar a uno más estructurado y funcional. En la medida en que un sistema se vuelva más dinámico y adquiere redundancia, adquirirá mayor resiliencia y por lo tanto, será cada vez más adaptable.

Desde su contraparte política, la probabilidad de que esto suceda es tener en mente la no linealidad durante la conformación de círculos virtuosos, como vimos al principio de este capítulo. Probabilidad significa que estamos tratando con procesos estocásticos y que la ambición desde este enfoque, es simplemente bajar el nivel de incertidumbre con base en la realidad de la que se parte.

3.3. Factores Convertidores para Acciones Específicas

La calidad de las relaciones entre los actores interactuantes es fundamental para la vinculación y la conformación de capital social. Los flujos de conocimiento dependen en gran medida de altos niveles de confianza, credibilidad y perdurabilidad, códigos de conducta mutuamente respetados (Lundvall, 1996; Jarillo 1998), así como la construcción de significado en la colectividad, para superar las inevitables incertidumbres que acompañan al proceso de innovación. Freeman (1987) argumenta, por otro lado, que las relaciones de confianza son importantes tanto a nivel formal como informal. Precisamente, esos son los puntos de inflexión donde hay que intervenir, pero mejor hacerlo indirectamente, a través de la intermediación, aconsejan los expertos en la literatura.

Hay que decir que en el caso de los países avanzados, las políticas que conciernen al proceso de innovación y cambio tecnológico tienen que ver primordialmente con problemas asociados con la frontera del conocimiento. Para los países en desarrollo, por el contrario, la preocupación recae más bien en la adquisición y mejoramiento de las capacidades y el aprendizaje: aprender a relacionarse; a usar, adaptar y mejorar las tecnologías que ya existen en los países más desarrollados (Lall, 2000 Lee & Lim, 2001; Choi, H.S, 1986; Arocena y Sutz., 2006). O para usar los términos estratégicos señalados por Landry (2008), la *traducción de conocimiento*. Aquí, la conceptualización relacional inherente a la vinculación toma como eje conductor la conformación de capital social, a través de la interconectividad de los factores o elementos convertidores o bloqueadores clave (Bergek *et al.*, 2008) en el ambiente operativo inmediato (o *milieu*, (Camagni, 1991; Bianchi & Bellini, 1991). Para una primera fase de implementación, dichos factores son expresados aquí como objetivos estratégicos específicos. La intervención se orienta a potenciar las capacidades colaborativas. Entre tales objetivos estratégicos se pueden destacar los siguientes:

Inducción de Dinámica de Aprendizaje. Sea aplicada al desarrollo o mejoramiento de nuevos productos y servicios, o a la producción de los ya existentes, la competitividad de toda organización o localidad requiere conocimiento y habilidad organizacional para aprender rápido y moverse rápidamente cuando surgen nociones ganadoras. La conformación de redes locales es un instrumento clave para asegurar el aprendizaje continuo.

Conformación de Patrones Emergentes y Gobernanza Social. Los actores sociales del ámbito productivo, de investigación y desarrollo, del gobierno, la educación y otros han de interconectarse para desempeñar funciones específicas en el tiempo, dentro del sistema, por lo que éste puede asumirse como red. Por lo tanto, su habilidad para vincularse unos con otros afecta y es afectada por los patrones de integración (conformación de redes) y los tipos de relaciones sociales establecidas entre ellos (por ejemplo, colaborativas, comerciales, de competencia, etc.). Estas relaciones surgen de la formación, de los valores, actitudes, cultura y educación de la comunidad, los cuales inciden en su habilidad para colaborar, y afectan la capacidad innovadora del sistema local para innovar. Son específicas para cada región, y definen al *milieu* o ambiente operativo local (Camagni, 1991. Consecuentemente, el *milieu* afecta y es afectado por los patrones de interacción funcional, inherentes a cada localidad o región. Por lo tanto, tales patrones definen un proceso co-evolutivo de aprendizaje y construcción de capacidad, de donde emergerán eventualmente, sistemas de innovación más estructurados, entendidos como sistema de aprendizaje en concordancia con el modelo de Lundvall, quien señala que múltiples fuentes de conocimiento convergen al sistema (Lundvall 1992; 1996).

La gobernanza social se refiere al conjunto de activos relacionales, pero considera además que el contenido de los mismos y la configuración de la red de interacción son importantes. De acuerdo con esto, la estructura socio-cultural se conforma con los patrones emergentes del sistema adaptativo complejo (CAS) asociado. Los patrones emergentes se definen aquí como el conjunto de normas sociales, ideologías y creencias que le dan forma a la memoria e identidad colectiva, así como los elementos que caracterizan la topología del entorno de adaptación del CAS, como serían las redes sociales y las relaciones de poder. La gobernanza social es determinante en la conformación de los ambientes operativos inmediatos (*milieux*), que se expresará en el grado de vinculación ciencia – industria. La vinculación es un proceso de retroalimentación que a su vez, afecta el desempeño de las localidades industriales al incidir en la construcción y sostenimiento de la capacidad de absorción tecnológica, y por lo tanto, en la capacidad innovadora local.

Conformación del Ambiente Operativo Inmediato (*Milieu creativo /innovador*). El cambio tecnológico depende en gran medida, de las condiciones del ambiente operativo inmediato. Y este, no es sino el resultado de la interconexión de ciertos factores socioculturales clave que favorecen (o no) el flujo de conocimiento en el tiempo y en el espacio, que se expresa en la capacidad de interacción de múltiples actores. El concepto de *milieu* se refiere a la capacidad de interacción de múltiples actores en un ambiente operativo inmediato (región, localidad, etc.) (Camagni, 2002). El ambiente operativo inmediato innovador (*milieu*) puede verse pues, como un proceso colectivo de aprendizaje, estimulado por las interacciones y la cooperación entre el empresariado local y otros actores clave. El *milieu* es determinado por la interconectividad de factores socio-económicos y culturales clave, como la actitud hacia la cooperación, el clima de confianza, la formación de mercados especializados de trabajo, etc., para

incrementar la productividad y competitividad de la producción industrial. Puede decirse que el *milieu* representa el ambiente cultural cooperativo, en tanto que el capital social puede abordarse en términos de redes de relaciones sociales, que pueden ser creadas, mantenidas y destruidas. Tales redes están dotadas de ciertas características específicas, como actitudes, valores, etc. que difieren en función del contexto en que se desenvuelven. Dos conceptos de interés están asociados con la formación de redes.

Impulso a la Calidad Social de la Investigación Pública. La evidencia teórica y empírica en los estudios sobre Innovación sostiene que el desempeño de la innovación es afectado positivamente por el uso del conocimiento científico-tecnológico, dependiendo en gran medida de la creación y mantenimiento de las relaciones industria – ciencia (Kline, and Rosenberg, 1986; Mansfield, 1997; OECD, 2002). Cuando la visión estratégica tiene en mente la articulación integral de lo científico, lo industrial y lo social para el desarrollo global de la localidad, adquiere una amplitud y complejidad mucho mayor que la que aparece en la visión estrecha del número de publicaciones científica, la oferta de productos tecnológicos o de equipamiento con tecnología incorporada. En la visión de uso del conocimiento para el desarrollo, la calidad social de la I+D se vuelve crucial. En un sentido amplio, la *calidad social integra* fenómenos tan diversos como el uso directo e indirecto de los resultados de la investigación básica, de la estratégicamente orientada, de la aplicada y del desarrollo tecnológico; las colaboraciones de largo plazo con contrapartes industriales; el entendimiento y desarrollo de soluciones para problemas tanto urgentes, como de importancia. Desde este enfoque, la investigación pública basada en la calidad social, refleja su capacidad para formar científica, tecnológica, cultural y socialmente ese capital social productivo. A través de su conocimiento, experiencia, creatividad e inventiva, dicho capital social será capaz de responder a las necesidades de la sociedad cuando así se requiera. Este aspecto es fundamental cuando se tiene en mente la construcción de la capacidad de absorción tecnológica tanto local como nacional, requerida para aprovechar oportunamente el conocimiento potencialmente disponible y así, incrementar la capacidad innovadora local. La calidad social de la investigación puede ser considerada así, como un factor convertidor que contribuye al potenciamiento de las capacidades asociadas con la vinculación.

Favorecer Clima de Confianza y Lazos Perdurables. La calidad de las relaciones entre los actores interactuantes es fundamental para la vinculación: los flujos de conocimiento dependen en gran medida de altos niveles de confianza y perdurabilidad (Jarillo 1998). Para superar las inevitables incertidumbres que acompañan al proceso de innovación, se requiere confianza y códigos de conducta mutuamente respetados (Lundvall, 1988). Freeman (1974) argumenta, por otro lado, que las relaciones de confianza son importantes tanto a nivel formal como informal. Conceptualmente, la confianza es atribuible a las relaciones dentro o entre grupos sociales (familias, amigos, comunidades, organizaciones, empresas, naciones, etc.). Es una manera de enmarcar la dinámica de interacciones intra- y entre- grupos. En un contexto social de negocios –como es el del intercambio de conocimiento para la innovación-, la confianza puede referirse a la expectativa razonable de que habrá un comportamiento benéfico para ambas partes interactuantes (el que otorga la confianza y el que la corresponde). Implica el riesgo de que el comportamiento del depositario no sea consecuente con lo esperado. El concepto confianza se relaciona con la creencia en la competencia de la otra parte. En economía, la confianza es conceptualizada como formalidad en las transacciones.

La manera más efectiva de potenciar las relaciones ciencia-industria es mediante la construcción de redes de conocimiento, entendidas como un proceso de aprendizaje interactivo y continuo. Ellas proporcionan tanto la necesaria flexibilidad para responder rápidamente al cambio, como un marco para el aprendizaje conjunto y el intercambio tecnológico en el tiempo (Saxenian, 1991). Tales redes –formales e informales -, se basan en relaciones de confianza y representan una fuente de ventaja para el sistema de innovación. La perdurabilidad involucra relaciones de compromiso institucionales, personales y morales que trascienden las expectativas de las simples transacciones de negocios. Por ello, un elemento fundamental a tomar en cuenta en el diseño de políticas y acciones institucionales es establecer un clima de confianza y lazos perdurables.

Incremento de Capacidad de Absorción Tecnológica. Se ha demostrado que la capacidad de aprendizaje determina crecientemente la posición relativa de los individuos, de las empresas y de los sistemas locales, regionales o nacionales (Lundvall, 1996). La *capacidad de absorción* es un proceso de aprendizaje que implica reconocer el valor del nuevo conocimiento, asimilarlo, aplicarlo y transferirlo, así como construir mecanismos, canales y capacidades de entendimiento con las contrapartes, para

movilizar la maquinaria científica y capitalizarla (Cohen and Levinthal 1990). En los países en desarrollo, sería deseable que los centros de investigación públicos jugaran un papel proactivo en la construcción de la capacidad de absorción de la industria doméstica. Para el caso de los centros de investigación universitaria, está en su naturaleza que esta actividad sea relevante para sus posibles usuarios. Usuarios que en muchos países, como los de América Latina, a menudo carecen de la necesaria capacidad de absorción, con todo lo que eso implica. Entendido esto, un problema central de política es cómo generar esa dinámica de intercambio de conocimiento entre los individuos. Por lo tanto, es importante en el diseño de políticas institucionales tomar en cuenta el fomentar la capacidad de absorción tecnológica adecuada, en su contexto.

Interdisciplina y Redes. El carácter utilitario del conocimiento induce la interdisciplinariedad y las interacciones entre muy diversos actores (Callon, 1992; Gibbons, 1995). Los tipos de conocimiento requeridos por cada proceso de innovación son muy diversos. Este esquema de producción de conocimiento socialmente robusto reconoce una dinámica en la que intervienen múltiples participantes que simultáneamente pueden jugar varios papeles y es afectado por diversos factores más allá de los científico-tecnológicos (Gibbons, 1995). El establecimiento de redes entre los distintos actores de la academia, del sector productivo y del gubernamental dentro del proceso innovador es lo que conduce crecientemente a la hibridación de la producción del conocimiento, a las nuevas normas de comportamiento y a los nuevos referentes profesionales. Son pues los intercambios, la interdisciplina y la capacidad para estructurar redes de conocimiento – el capital social –, lo que determinará la efectividad de la gestión. Por lo tanto, tales intercambios han de ser contemplados en la planeación y en la evaluación institucional. Las tendencias globales asociadas con la innovación – como la aceleración del cambio tecnológico, la competitividad y la productividad –, son no sólo temas de economía sino de desarrollo social. Para los países en desarrollo con limitada cultura innovadora, la cuestión socio-cultural del uso eficiente del conocimiento se vuelve un asunto clave de política (Méndez, 2006; Camagni, 1991; Bosier, 1999).

4. Instrumentación Sistémica para Potenciar Capacidades Colaborativas

Actualmente hay un buen número de estudios sobre innovación en países avanzados, que han documentado los factores conductores de formación de vínculos universidad – industria, en los que se resaltan las diversas maneras convencionales a través de las cuales son formados, como programas conjuntos de investigación, empleo de graduados en la industria, reuniones informales, consultorías, licenciamiento de patentes universitarias, compra de prototipos por la industria, etc. (Giuliani y Arza, 2008) Pero también se está tratando ya de *identificar las características que afectan la probabilidad de formar vínculos* universidad – industria (Arundel, y Geuna, 2004; Cohen et al, 2002); Si bien esta última línea es de interés para este trabajo, ha de ser adaptada a situaciones de *pre-catching up*. En este trabajo interesa sobre todo la cuestión de las *precondiciones* que favorezcan la creación de vínculos en contexto de subdesarrollo: *aprender a vincularse* es un primer paso. La idea es orientar la intervención pública a facilitar la auto-organización de capital social calificado. Lo que implica incidir sobre aquellos factores “activadores” o “convertidores” que pudieran favorecerlo, como son el clima de confianza, la comunicación, la construcción de significado y/o visión de futuro compartido, etc.

La *auto-organización* del capital social calificado se refiere aquí al proceso de interacción social perdurable, interdependiente, alrededor de temas concernientes al sector productivo, que permite a un individuo, colectividad o grupo identificar e implementar soluciones mediante el intercambio de conocimiento, que no podrían ser enfrentados de manera individual. Bajo esta consideración, la implementación de una política adaptativa no lineal implica el diseño de *instrumentos sistémicos consistentes*, para facilitar la auto-organización del capital social. Es decir, la integración de redes colaborativas sostenibles en el tiempo, capaces de aprender a enfrentar problemas tecno-industriales básicos de su localidad, conformadas por personas de las distintas esferas de actividad relevantes. En el horizonte, podría continuar la intervención pública hacia la capacidad de resolver problemas cada vez más complejos, la conformación de cadenas de proveedores, etc.

Con base en la teoría y práctica política de innovación, Smits y Kuhlmann (2002) identifican cinco funciones que han de ser cubiertas por instrumentos de política con el fin de apoyar adecuadamente a los actores involucrados en procesos de innovación en sistemas complejos de innovación (para el contexto

de países avanzados, por supuesto). Convencionalmente, los instrumentos existentes se clasifican en tres categorías: financieros, orientados a difusión, y de apoyo a la gestión.

4.1. Tendencias en el Diseño de Instrumentos de Política

El avance del conocimiento teórico sobre los procesos de innovación va teniendo a la par sus implicaciones sobre las estrategias de intervención y formulación de políticas. Estos autores argumentan que es hoy día necesario desarrollar un tipo de instrumento [relativamente] nuevo, *los instrumentos sistémicos*. Al respecto, Smits y Kuhlmann (2002) destacan tres grandes tendencias de las últimas décadas:

El fin del modelo lineal. La perspectiva prevaleciente por largo tiempo, de la ciencia, la tecnología y la visión de los procesos de innovación como un desarrollo autónomo ha cambiado notablemente. Hoy es aceptado que la ciencia y la innovación basada en ella es el resultado de procesos sociales y económicos y, por lo tanto, casi por definición, no es un proceso determinístico (Kuhn, 1962; Nelson y Winter, 1977; Callon, 1992; Bijker et al, 1987; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Ziman, 1987; 2001). Más aun, es reconocido que en los procesos de innovación ocurren numerosas y frecuentes interacciones y procesos de retroalimentación entre usuarios y productores (Mowery y Rosenberg, 1978; OECD, 1992; Rip y Kemp, 1998; Gibbons et al, 1994; Freeman y Lundvall, 1988). La consecuencia más importante de esta tendencia para la formulación de políticas (de carácter sistémico) es la creciente necesidad de manejar interfaces entre usuarios y productores de innovación. Este manejo ya no se refiere meramente a la transferencia de conocimiento, tecnologías y competencia tecnológica, sino que se ha de enfocar también a la creación de consciencia, a estimular la articulación de la demanda proporcionando información estratégica a la medida y puentear brechas entre actores con antecedentes y posiciones institucionales muy diferentes.

El surgimiento del enfoque sistémico. El punto de inicio del enfoque de sistemas de innovación, a tener en cuenta en política, es que las organizaciones no innovan en aislamiento, sino en el contexto de un sistema de innovación (Freeman, 1987, Nelson, 1993, Lundvall, 1992, Barré et al, 1997). Por lo tanto, su desempeño es dependiente de la calidad de ese sistema, más concretamente, de la calidad de sus subsistemas (I+D, usuarios, infraestructura intermedia y de apoyo) y, quizás más aun, de la mutua sincronización de tales subsistemas (Freeman, 1997); Smits, 2002) Otra consecuencia de este enfoque de sistemas es la heterogeneidad de actores involucrados que están operando en diferentes niveles, tiempos y diversas arenas, en (el manejo de) los procesos de innovación (Kuhlmann et al, 1999). Una característica adicional del enfoque de sistemas es el concepto de “*path dependence*” (Arthur, 1994). Por este concepto la especificidad de los sistemas de innovación es subrayado una vez más, que los sistemas tienen memoria, que debe ser tomada en cuenta cuando se estudie la dinámica del desarrollo del sistema (Rosenberg, 1976).

Hibridación: Innovación en red. Los sistemas de innovación abarcan “biotipos” de todas aquellas instituciones comprometidas en investigación científica, acumulación y difusión de conocimiento, las que educan y entrenan a la población trabajadora, desarrollan tecnología, producen productos y procesos innovadores, y los distribuyen; a esto pertenecen los cuerpos regulatorios relevantes (estándares, normas, leyes), así como las inversiones del estado en infraestructuras apropiadas. Los sistemas de innovación se extienden sobre las escuelas, universidades, instituciones de investigación (sistema de educación y ciencia), empresas industriales (sistema económico), autoridades político-administrativas e intermediarias (sistema político) así como las redes formales e informales de actores de estas instituciones. Como “sistema híbrido” las redes de innovación representan secciones de la sociedad que traspasan a otras áreas sociales, como por ejemplo, a través de la educación, o a través de actividades de innovación empresarial y sus efectos socio-económicos: los sistemas de innovación tienen una influencia decisiva sobre los procesos de modernización de la sociedad. De aquí la creciente borrosidad de los sistemas de innovación para convertirse en innovación en red, conformadas por entidades discretas, laxamente acopladas en sistemas, con entidades fuertemente interconectadas con límites un tanto difusos (o borrosos).

El desplazamiento en el sistema de investigación del Modo 1 al Modo 2, y la distribución social de la producción de conocimiento como la describió Gibbons *et al.* (1994), el desarrollo de la infraestructura de conocimiento de segundo orden –innovación de servicios; el creciente número de alianzas estratégicas basadas en tecnología entre firmas, etc. hacen pues, que la innovación se vuelva cada vez más una actividad de red (Schmoch et al, 1996). Por la misma razón, hay además una creciente *necesidad* de

vinculación pública-privada en el área de investigación, tecnología y desarrollo. La política se orienta así, cada vez más, a reforzar la calidad de los sistemas de innovación a través del mejoramiento de la interface entre el sistema de investigación y la industria. Aunque la asociación pública-privada es un viejo instrumento, a menudo es limitada por el cortoplacismo, la orientación a la interacción uno a uno (movilidad, transferencia de tecnología) y metas comerciales, por ejemplo la comercialización de los resultados de la universidad (Faroult, 2002). Hoy día existe una particular necesidad por la vinculación que tenga una orientación de largo plazo –establecimiento de lazos perdurables–, que involucre conglomerados de firmas y organismos de investigación y juegue un papel en la organización del sistema de innovación y el desarrollo de la estrategia dentro del sistema.

Esta tendencia tiene dos importantes implicaciones para la formulación de política. La primera es la necesidad de integrar las políticas de innovación en un contexto socio-económico más amplio. Esto implica una considerable ampliación del ámbito político, mejores oportunidades para la sintonización y acción conjunta, y un desplazamiento de arriba-abajo hacia una dirección de red (políticas horizontales). La segunda consecuencia, más importante aún, es que mientras las políticas de innovación tradicionales, aparte de su orientación a la misión, eran legitimadas básicamente por el concepto de *falla del mercado*, las modernas políticas de innovación tienen que contender también con las *imperfecciones del sistema*. Jacobsson y Johnson (2000) identifican los siguientes defectos en el sistema de innovación:

- Demanda pobremente articulada
- Procesos de búsqueda local que pierden oportunidades de cualquier lugar
- Redes demasiado débiles (frenando la transferencia de conocimiento)
- Redes demasiado fuertes, causando bloqueos, dominación de actores involucrados, destrucción no necesariamente creativa ni nuevas combinaciones.
- Defecto en el mercado de capital, ausencia de actores altamente organizados, sitios de reunión e impulsores.

Con base en su análisis, estos autores proponen los siguientes papeles para el gobierno:

- apoyo de diferentes diseños, variedad de salvaguardas, amplio portafolio de tecnologías e innovaciones
- reforzar vínculos, manejo de interfaces, reforzamiento de relaciones usuario-productor
- construir nuevas redes (nuevas combinaciones) y de-construir las viejas (destrucción creativa)
- estimular procesos de aprendizaje
- aumentar la sensibilización, estimular articulación de la demanda
- monitorear la lucha entre proponentes de nuevas tecnologías y los grupos participantes tradicionales de las viejas.
- Estimular a los principales impulsores
- Cuidar el horizonte de (muy) largo plazo relacionado con el cambio institucional

En suma, esta tendencia urge al gobierno a tomar parte (y si es necesario, asumir el liderazgo) en el papel de constructor y organizador del sistema de innovación. Sin embargo, no se debe sobreestimar el poder instrumentalista de la política pública frente a otros actores en las arenas de la formulación de políticas complejas. Las autoridades del Estado (regionales, nacionales, transnacionales) en arenas multi-actor de política de innovación en países avanzados juegan un importante papel, pero no dominante (Kuhlmann, 2001). En muchos casos han de desempeñar un *papel de “mediador” entre participantes*, facilitando la alineación entre los participantes, equipado con una “sombra de jerarquía” (Scharpf, 1993) más que operando como un poder de gobierno de arriba abajo. Eventualmente la formulación de política “exitosa” significa comprometerse a través de un “re-encuadramiento” de las perspectivas de los participantes y la producción conjunta de consenso. De aquí que los razonamientos normativos de política (falla de mercado, bienes público, etc.) normalmente no rigen el comportamiento *de facto* de los actores tomadores de decisiones en arenas políticas de innovación. Más bien, tales orientaciones normativas son empleadas como uno entre varios medios de legitimar, en tanto que las decisiones en realidad son conducidas por los intentos de compromiso entre intereses un tanto heterogéneos.

4.2. El Portafolio de Instrumentos

La incertidumbre no es cuestión de optimizar el desempeño bajo condiciones neo-clásicas. La incertidumbre es inherente a la innovación por varias razones. Una muy fundamental tiene que ver con el carácter “*hecho por el hombre*” de la innovación; porque la innovación es el trabajo del hombre, no puede

nunca ser predicha (Grupp, 1994; Irvine y Martin, 1989). Más aun, la perspectiva sistémica indica que muchos actores con una diversidad de perspectivas están involucrados en procesos de innovación. Esto implica que la innovación es un proceso complejo, difícil de comprender. Los actores involucrados en los procesos de innovación no poseen información perfecta y deben funcionar bajo condiciones de *racionalidad limitada* (Simon, 1976). Una de las consecuencias más importantes de esta característica para la formulación de políticas, es que debido al papel dominante de la incertidumbre en los procesos de innovación, es necesaria una amplia variedad de instrumentos. Al respecto, cabe señalar que es contraproducente que ante el alto nivel de incertidumbre se le requiera simultáneamente, alta efectividad para alcanzar los objetivos de política. Por definición, este es un ámbito político que conlleva un nivel esperado de fracasos. La política de innovación debe dejar un cierto espacio para la experimentación y fracasos calculados.

Por lo dicho arriba, Smits y Kuhlmann (2002) concluyen que hay cinco funciones sistémicas a las que se les debe prestar más atención cuando se recopile el portafolio de instrumentos de política:

1. *El manejo de interfaces.* Este manejo no sólo se orienta a la transferencia de conocimiento sino también a la construcción de puentes y estimulación del debate. Más aun, el manejo de interfaces no está limitado a contactos bilaterales sino sobre todo, enfocado sobre cadenas, redes y a nivel de sistema.
2. *Construcción y organización de sistemas de innovación.* La construcción (nueva combinación) y deconstrucción (destrucción creativa) de subsistemas, iniciar y organizar, discurso, alineación, consenso. También el manejo de sistemas complejos, prevención de candados, identificar y facilitar las fuerzas vivas importantes, y asegurar que todos los actores relevantes estén involucrados.
3. *Proporcionar una plataforma para el aprendizaje y la experimentación.* Crear condiciones para varias formas de aprendizaje tales como aprender haciendo, aprender usando, aprender interactuando y aprender a nivel de sistema. Esto contribuye al valor agregado del sistema total.
4. *Proveer una infraestructura para inteligencia estratégica.* Identificar fuentes (evaluación tecnológica, prospectiva, evaluación, benchmarking), construir vínculos entre fuentes, mejorar accesibilidad para todos los actores relevantes (centro de intercambio) y estimular el desarrollo de la capacidad para producir información estratégica diseñada para las necesidades de los actores involucrados.
5. *Estimular la articulación de la demanda, estrategia y desarrollo de visión.* Estimular y facilitar la búsqueda para posibles aplicaciones, desarrollar instrumentos que apoyen el discurso, la visión y el desarrollo de estrategias.

4.3. Instrumentos de Política

En términos generales, los instrumentos convencionales de política de innovación pueden ser clasificados en tres categorías: 1. Financieros (incentivos fiscales, subsidios a la I+D); 2. Orientados a estimular la difusión de conocimiento (centros de innovación, esquemas de movilidad); 3. De gestión (*management*), dándole a las empresas asistencia durante sus esfuerzos innovadores. Los instrumentos financieros aun dominan fuertemente el portafolio de instrumentos de política. Estos tres tipos de instrumentos, sin embargo, sólo cubren parcialmente las cinco funciones sistémicas mencionadas arriba. Los primeros tres tipos de instrumentos sólo son capaces de contender con lo dicho arriba de manera muy marginal. Ellos aun toman a la organización individual – normalmente la empresa de negocios –, como la unidad de análisis; difícilmente juegan un papel como constructores y organizadores de sistema; no dan mucha atención a procesos de aprendizaje, plataformas para experimentación, inteligencia estratégica hecha a medida; y la mayor parte del tiempo se enfocan al sector privado y mucho menos a la vinculación pública-privada. Los instrumentos de política convencionales, dicen Smits y Kuhlmann (2002) no cubren pues, debidamente las demandas que resultan del proceso co-evolutivo de la práctica, la teoría y la intervención (en las cinco funciones presentadas arriba). Estos autores señalan que es necesario un nuevo tipo de instrumento, *instrumento sistémico*. Estos nuevos instrumentos se relacionan con los ya existentes, como los de intermediación.

4.3.1. Instrumentación Sistémica. Los instrumentos sistémicos de política para la innovación es una línea de investigación emergente, de gran importancia para estudios futuros. Smits y Kuhlmann (2002) los han categorizado en cinco funciones 1] manejo de interfaces; 2] construcción y organización de

sistemas de innovación; 4] proveer una infraestructura para inteligencia estratégica; 5] estimular la articulación de la demanda, estrategia y desarrollo de visión; 3] proporcionar una plataforma para el aprendizaje y la experimentación. Si bien estos autores los refieren para economías basadas en conocimiento, su aplicación a contextos de disfuncionalidad y desestructuración sistémica, como sería el caso de las localidades rezagadas, podría adaptarse englobando todas ellas dentro de la primera (manejo de interfaces), como punto de partida para reforzar la vinculación.

La tendencia en la formulación de políticas que va desde la orientación lineal de la oferta y las interacciones uno a uno, pasa por la orientación a la demanda y finalmente, hacia el enfoque sistémico no lineal (Smits y Kuhlmann, 2002). En consecuencia, no sólo ha cambiado *el tipo de concepto* político, de ser orientado en la oferta hacia el usuario, sino también *los tipos de instrumentos* utilizados. Aunque no se ha llegado aún a la fase ideal “sistémica”, la conciencia de las cinco funciones sistémicas está creciendo, aunque el desarrollo de instrumentos todavía esté en etapa temprana. Con todo, es necesario aclarar que la intención de los instrumentos sistémicos no es desplazar a los otros instrumentos convencionales, sino más bien tratar de complementarlos, y al hacerlo, equilibrar mejor el portafolio, para mejorar la eficiencia y la efectividad. El desarrollo de instrumentos sistémicos no necesita comenzar de rascar por ahí. Los otros tres tipos de instrumentos cubren parte de las funciones sistémicas, y algunos otros ya se están desarrollando e implementando, aunque todavía no pueden ser evaluados por ser muy recientes, dicen Smits y Kuhlmann (2002).

Cabe señalar que algo básico en la formulación de políticas adaptativas es distinguir los tipos de problemas, para diseñar sus instrumentos de política. Una cosa son los problemas técnicos, para los cuales se requiere establecer procesos o procedimientos técnicos satisfactorios. Y otra cosa son los problemas “adaptativos” de carácter socio-cultural, que involucran conflictos de valor - sea entre grupos de protagonistas o entre lo que un grupo quiere y la situación que confronta (Heifetz, 2001). Este trabajo se orienta al abordaje de este último tipo de problemas. Entre los principales problemas que pueden enfrentar los formuladores de política con respecto a los instrumentos sistémicos se pueden mencionar los siguientes:

- Cómo organizar el aprendizaje y la experimentación efectiva;
- Cómo asegurar que estos instrumentos alcancen resultados estructurales, de largo plazo;
- Disponibilidad de actores con la actitud correcta y destrezas adecuadas;
- Destrucción creativa de sistemas, instituciones y relaciones que no cubran más las nuevas demandas.

Sobre la transferibilidad de instrumentos sistémicos de un sistema de innovación a otro, hay dos caras de la moneda. Por un lado, los instrumentos sistémicos son altamente contextualizados por las siguientes razones:

- Para que sean efectivos, deben estar en línea con las características del sistema de innovación. Hay que recordar que cada sistema tienen su historia y consecuentemente, diferirá de otros sistemas. Por lo tanto, los instrumentos sistémicos, sus metas y la manera como sean implementados también serán diferentes de un sistema a otro.
- Los instrumentos sistémicos no proporcionan soluciones ya hechas. Muy a menudo, solamente crean las condiciones que facilitan el proceso de aprendizaje. El apoyo dado por los instrumentos sistémicos es también a menudo es en sí, un proceso de aprender haciendo y de aprender interactuando. Por lo tanto es altamente específico del contexto.
- Los instrumentos sistémicos no proporcionan soluciones ya hechas. Muy a menudo, solamente crean las condiciones que facilitan el proceso de aprendizaje. El apoyo dado por los instrumentos sistémicos es también a menudo es en sí, un proceso de aprender haciendo y de aprender interactuando. Por lo tanto es altamente específico del contexto.

En economías intensivas en conocimiento, los sistemas de innovación pueden variar considerablemente. Sin embargo, las experiencias de un sistema de innovación pueden servir como fuente de inspiración para otros sistemas porque a menudo enfrentan el mismo tipo de problemas y desafíos. Este “potencial para inspiración” es menor cuando los países se encuentran en una fase diferente de desarrollo económico, reflejado en las estructuras económicas y sistemas de innovación relacionados, los cuales son confrontados con problemas y desafíos de un tipo de complejidad completamente diferente comparados con aquellas economías basadas en conocimiento. Sin embargo, para aprovechar este “potencial de aprendizaje”, debe ser reforzada o creada una infraestructura para apoyar estos procesos de aprendizaje.

La innovación requiere más interrelaciones e interacción entre agendas políticas, actores y arenas heterogéneos. A medida que la política pública se ve involucrada hay una necesidad de coordinación de política horizontal y sistémica. Esta aseveración se sustenta en dos reflexiones:

1. La visión instrumentalista de la formulación de políticas de innovación se ha agotado. De acuerdo con Rip y Kemp, (1998), un indicador de la orientación instrumentalista hacia la formulación de política “modernista” ha sido una demanda por “métodos robustos” que podrían permitir a los formuladores de política hacer una diferencia, para ejercer influencia, para dirigir incluso –en otras palabras, para actuar a distancia. El empuje instrumentalista tiende a ser contraproducente en sus propios términos porque desatiende las complejidades y la auto-dinámica de los procesos de innovación.

2. La formulación de política de innovación rara vez es sólo cuestión de toma de decisiones de arriba abajo y de implementación sencilla. Más bien puede ser modelada como un proceso de formación de redes entre actores heterogéneos (corporativista) representando diferentes sub-sistemas sociales. Frecuentemente, las decisiones políticas son negociadas en *arenas multi-actores* y redes relacionadas (Marin & Mayntz, 1991) que pueden extenderse a sistemas político-administrativos en multiniveles, alcanzando responsabilidades desde lo regional hasta lo transnacional. Los actores negociadores con diferentes responsabilidades (los formuladores de política definen programas para distribuir presupuestos, los investigadores definen temas, compra de equipo, etc.; la industria ve por las ventajas competitivas..) buscan diferentes intereses –parcialmente contradictorios –, representando diferentes perspectivas de los grupos de interés, construyen diferentes ‘percepciones de “la realidad” (Callon, 1992), se refieren a “marcos” institucionales divergentes (Schön y Rein, 1994). Consecuentemente, las estructuras dadas de poder y la conformación de arenas pueden variar considerablemente entre estados nacionales, regiones, localidades o corporaciones. Normalmente las autoridades del “estado” en las arenas multi-actor de la política de innovación (regional, nacional, transnacional) juegan un papel importante, pero normalmente no dominante. En muchos casos ellas juegan más la función de “mediación”, facilitando la alineación entre los grupos de interés, equipados con una “sombra de jerarquía” (Scharpf, 1993), más que operando una dirección de gobierno de arriba-abajo. La formulación de política exitosa normalmente significa comprometerse a través del “re-enmarcado” de las perspectivas de los grupos de interés y la producción conjunta de consensos.

Una precondition importante es un sistema de educación y entrenamiento reformado para formuladores de política, incluyendo lecciones sobre condiciones, medios, impactos y escollos de la formulación de política sistémica.

Para mejorar el conocimiento del uso de instrumentos sistémicos, Smits y Kuhlmann (2002) proponen iniciar un número de proyectos de innovación (piloto) con fuerte carácter sistémico, que servirían a tres objetivos:

- Proporcionar a los investigadores de innovación la oportunidad de reflexionar sobre el papel de los instrumentos sistémicos en procesos de innovación complejos y perdurables.
- Dar a los actores involucrados en los procesos de innovación conceptos, información e instrumentos que podrían ayudarles a realizar sus metas.
- Los proyectos podrían actuar como una especie de dispositivos de monitoreo y aportar conocimiento sobre la manera como estos proyectos pueden ser mejor monitoreados y evaluados (como demostradores).

4.3.2. Ejemplos de Instrumentos Sistémicos para la Vinculación

Una vez asumido que la problemática de la desvinculación ciencia – industria a nivel local tiene que ver con el proceso de flujo de conocimiento en el sector productivo, y que éste es derivado de la falta de capacidad colaborativa entre los actores del sistema de innovación, la implementación de la intervención pública no lineal podrá seleccionar los instrumentos de política más adecuados a la situación y al contexto local. Los instrumentos pertenecen al ámbito de la gestión. Cabe recordar que estos han de mantener coherencia con el problema identificado, sea cual fuere el nivel de intervención. En este trabajo se presentan algunos instrumentos sistémicos, con carácter ilustrativo.

Inversión Extranjera Directa. La estrategia de desarrollo y modernización industrial ha de basarse en las oportunidades y desafíos para el país o región, y sus sectores prioritarios. En la actualidad, la tendencia mundial es la reactivación de políticas para el desarrollo industrial, en las que se entremezclan el paraguas conceptual de los sistemas de innovación y el modelo estratégico de la Triple Hélice. Por ejemplo, el modelo de política de modernización industrial basada en conocimiento que siguen muchos

países del Este Asiático, se caracterizan por una fuerte intervención del estado dentro de una visión estratégica de largo plazo orientada al aprendizaje (como Japón, Corea del Sur, China, Singapur, etc.). En ese modelo, la inversión extranjera directa (IED) es utilizada como instrumento de política para desplegar las habilidades de aprendizaje mediante el aprovechamiento estratégico de los beneficios de la transferencia internacional de tecnología. Las habilidades y técnicas de gestión que pudieran ayudar a las industrias nacientes a volverse internacionalmente competitivas son capturadas usando políticas tales como las reglas de contenido local y regulaciones de asociaciones, al tiempo que se van tomando medidas para formar capital humano cada vez más calificado (Lee, 2000).

Intermediación. La calidad de las relaciones entre los actores interactuantes es fundamental para la vinculación y la conformación de capital social. Los flujos de conocimiento dependen en gran medida de altos niveles de *confianza, credibilidad y perdurabilidad, códigos de conducta mutuamente respetados* (Lundvall, 1988; Jarillo 1998), así como la *construcción de significado* en la colectividad, para superar las inevitables incertidumbres que acompañan al proceso de innovación. Freeman (1974) argumenta, por otro lado, que las relaciones de confianza son importantes tanto a nivel formal como informal. Precisamente, eso es lo que no existe en contextos de las localidades industriales rezagadas son los puntos de inflexión donde hay que intervenir, pero mejor hacerlo indirectamente, a través de la intermediación, aconsejan los expertos en la literatura.

El nivel intermediario entre el sistema científico y la sociedad en general actualmente se considera de gran importancia (Van der Muelen y Rip, 1998). Este “nivel intermediario”, como asociaciones de universidades, consejos asesores sectoriales sobre investigación, programas prioritarios, ejercicios de prospectiva e institutos tecnológicos), puede jugar un papel importante en la vinculación. Van der Meulen y Rip (1998) hablan de “*agregación heterogénea*”: “*Tal agregación de opiniones y experiencias individuales en un repertorio y una agenda a nivel colectivo es heterogénea: diferentes clases de fuentes y consideraciones son combinadas y el proceso es estructurado a través de interacciones en cursos, reuniones que ocurren por otras razones, así como la construcción intencional de una agenda. Tales procesos se han vuelto importantes para sostener cuerpos de nivel intermediario.*” Así pues, a la par que se va complejizando la actividad productiva, surge un conjunto de instancias –públicas y privadas - a los que genéricamente se les conoce como “intermediarios”. Ellas desempeñan una variedad de tareas dentro del proceso innovador, a manera de catalizadores. Los diferentes papeles que juegan estos actores han sido descritos en la literatura de maneras muy diversas, como “terceras partes” (Mantel y Rosegger, 1987), firmas intermediarias (Stankiewicz, 1995, puentes (Bessant y Rush, 1995); intermediarios (Hargadon y Sutton, 1997) y organizaciones de superestructura; instancias de interface, organizaciones híbridas, etc. La intermediación pública es un importante instrumento de política que sirve, entre otras cosas, como instrumento para la vinculación. En esta línea, el instrumento más exitoso parece ser la creación de organismos públicos “autónomos” para facilitar el intercambio de conocimiento. Por ejemplo, las oficinas de transferencia de tecnología, los parques tecnológicos, etc., llamados “agentes híbridos de innovación” o “instancias de interface” que en sí, tienden a englobar otros instrumentos. Si bien estos no son nuevos, sus funciones están siendo reconsideradas para darles un carácter sistémico.

4.4.. Mecanismos

Los mecanismos de implementación se refieren a los aspectos operativos de implementación de políticas adaptables, al cómo concretarlas. Aquí se incluyen con carácter ilustrativo, algunos mecanismos de coordinación y/o apoyo, en el entendido de que ésta es un área emergente de investigación.

4.4.1. Organismos de Interfaz. La auto-organización del capital social es un proceso socio-cultural complejo, evolutivo, que no ocurre por mandato ni control jerárquico. Para que ocurra, es necesario “apagar” ciertos factores negativos y “activar” diversos factores clave positivos”, tomando en cuenta sus propios procesos de retroalimentación. Es ahí donde la intervención pública adaptativa, no lineal puede incidir, como facilitadora, para modificar los patrones de comportamiento e inducir la búsqueda conformación de capacidades colaborativas.

Si consideramos que entre los factores negativos pueden encontrarse la desconfianza y poca credibilidad; bajo sentido de compromiso; la desmotivación; el individualismo; la incapacidad de comunicación entre los agentes de las distintas esferas de actividad productiva (y algunas veces, dentro

de las mismas esferas); o la ausencia de una visión compartida de futuro en una localidad dada, etc., la auto-organización no va a ocurrir espontáneamente, habrá que inducirla mediante instrumentos adecuados. Los *organismos de interface de nuevo cuño, de carácter integral*, son considerados adecuados para llevar a cabo la implementación de políticas de vinculación, orientados a *reforzar la calidad de los sistemas a fondo*.

Bajo este enfoque, y de cara a los problemas que plantea la complejidad, en contextos de subdesarrollo, de lo que se trata fundamentalmente es de quitar obstáculos, tender puentes y abrir caminos. Como por ejemplo, facilitar la auto-organización del capital social para mejorar la cohesión de los sistemas locales de innovación, y de esa manera potenciar su estructuración y funcionalidad. Y en ese camino –porque por eso es no lineal –, mejorar el flujo de conocimiento e incrementar la capacidad de absorción tecnológica local.

La manera de hacerlo que aquí se propone es mediante una re-conceptualización de *los organismos de interfaz* entre la esfera tecno-industrial, académica y gubernamental, para que jueguen un activo papel como catalizadores de la vinculación de los sistemas de innovación. Su tarea ha de enmarcarse dentro de una estrategia política sistémica de largo plazo, implementada en fases progresivas de desarrollo. Asimismo, es deseable una visión amplia /integradora del ámbito político (por ejemplo, de carácter intersecretarial); sintonización (con las otras políticas y estrategias gubernamentales) y la implementación de mecanismos inductores /facilitadores, teniendo siempre en mente que el blanco es atacar las imperfecciones y fallas sistémicas. Entre las relacionadas con el flujo de conocimiento, podemos considerar las siguientes (Jacobsson y Johnson (2000):

- Oferta -Demanda pobremente articulada
- Redes demasiado débiles (frenando la transferencia de conocimiento)
- Redes demasiados fuertes (provocando “candados”, dominación de actores involucrados, destrucción no necesariamente creativa ni nuevas combinaciones).
- Ausencia de actores altamente organizados, de sitios de reunión y de impulsores.

Jacobsson y Johnson (2000) proponen un abanico de instrumentos, entre los que seleccionamos el llamado *instrumento sistémico de interface* para ilustrar nuestro modelo, por su pertinencia para contender con situaciones de desvinculación.

Las Interfaces son instrumentos de intermediación, tal como los hemos considerado aquí, pueden llevar a cabo una diversidad de acciones orientadas a reforzar la calidad de los sistemas de innovación. Para el problema de la vinculación, pueden implementar mecanismos de mediación para facilitar la alineación entre potenciales participantes, para crear o reforzar relaciones usuario-productor; inducir la conformación de redes informales o coordinar *nuevas redes* formales (nuevas combinaciones) y desincentivar las viejas, si obstaculizan (destrucción creativa); *Estimular procesos de aprendizaje; aumentar la sensibilización*, estimular articulación de la oferta y la demanda., etc.

Uno de los mecanismos más interesantes de la intermediación, para la inducción del capital social, es el uso de *herramientas de la Prospectiva Sistémica*. La organización de talleres interdisciplinarios regulares de prospectiva entre participantes líderes de opinión, de las distintas esferas de actividades, alrededor de un tema (por ejemplo, técnico) de interés local, que deje claro el nuevo enfoque estratégico de política adaptativa no lineal. Además del interés que pudiera tener en sí mismo, es un medio excelente para establecer comunicación y lenguaje común, clima de confianza, visión de futuro compartida, etc., entro de un proceso de aprendizaje, conclusiones consensuadas y sentido de compromiso de los participantes. Y así se va aprendiendo, se van conformando las redes, se va comprando la idea y se va bajando la incertidumbre. Otro rasgo importante de este mecanismo es que tales talleres funcionan como “semillero”. Es de esperarse que los participantes difundirán las ideas ahí generadas, puede haber un efecto multiplicador, para caminar hacia un cambio en los patrones de comportamiento. En este sentido, podría verse como pequeños cambios en las condiciones iniciales, con efecto amplificador en el tiempo (efecto mariposa).

El valor de las interfaces es que no se orientan solamente a la transferencia de conocimiento, sino también a la construcción de puentes y estimulación del debate. Y no está limitado a contactos bilaterales, sino sobre todo, enfocado a cadenas, redes y a nivel de sistemas. los instrumentos de interface cubren el importante papel de los enlaces débiles para la estructuración de redes, que en contextos desvinculación y bajo desempeño innovador, aparecen como huecos estructurales que expresan, precisamente, la debilidad sistémica.

4.4.2 Conformación de Redes Colaborativas (Networking)

Si las instancias de interface pueden facilitar la conformación de redes, una vez madurado el proceso, es importante considerar su perdurabilidad de manera “autónoma”. En ello juega un papel crucial el cambio de actitud y los valores sembrados, para que realmente se auto-organice el capital social.

Los nuevos tipos de colaboración implican relaciones verticales y horizontales entre actores, intra- o interinstitucionales. A través de estas múltiples relaciones, se pueden inducir redes de conexiones, que en la literatura son conocidas como *redes de innovación* (Pyka, 2007). En nuestro contexto, podríamos llamarlas *redes colaborativas* o redes de aprendizaje.

Las redes colaborativas son de gran importancia como un medio de coordinación y conformación de patrones de procesos de investigación y desarrollo industrial (I+D). Aunque, la conformación de redes es importante para problemas complejos o complicados relacionados con nuevas tecnologías, que requieren primordialmente soluciones técnicas más sofisticadas, y el conocimiento requerido puede estar más ligado a la investigación académica. De aquí la creciente propensión a la interrelación entre actores heterogéneos y campos de conocimiento tan variados. Por otro lado, consideramos aquí, las redes de colaboración también son importantes aun en contextos de complejidad menor, como puede suceder en localidades de industrias tradicionales. Las redes de innovación en este contexto, pueden ser de gran utilidad para incorporar nuevas soluciones técnicas a industrias maduras; permiten acceder a la información y nuevo conocimiento (para ellos) cuando lo necesiten, de manera informal y económica; pueden acceder a equipamiento; intercambiar apoyo técnico, obtener asesoría sobre la gestión, apoyos financieros, etc.

Hoy día hay, pues, consenso en que una manera efectiva de potenciar las relaciones ciencia-industria es mediante la inducción de conformación de redes de colaborativas –capital social –, entendidas como un proceso de aprendizaje interactivo y continuo. Ellas proporcionan tanto la necesaria flexibilidad para responder rápidamente al cambio, como un marco para el aprendizaje conjunto y el intercambio tecnológico en el tiempo (Saxenian, 1991). Tales redes –formales e informales –, se basan en relaciones de confianza y representan una fuente de ventaja para el sistema de innovación. La perdurabilidad, por otra parte, involucra relaciones de compromiso institucionales, personales y morales que trascienden las expectativas de las simples transacciones de negocios. Por ello, un elemento fundamental a tomar en cuenta en el diseño de políticas y acciones institucionales es la creación de un clima de confianza, que favorezca la creación de redes colaborativas.

Premisa: Creación de Redes de Intervención Pública para la Vinculación. Se ha dicho aquí que la innovación es un fenómeno complejo, que por su propia dinámica, va requiriendo diferentes tipos de conocimiento incorporado en muchas personas, provenientes de diversas esferas de actividad, en distintos momentos. Las relaciones e interacciones – las redes sociales – que dan vida a la vinculación son por lo tanto, centrales.

Es un hecho que las localidades tecno-industriales rezagadas se caracterizan no sólo por una dispersión en forma y contenido de sus fuentes de conocimiento, sino que mucho de lo que se necesite puede estar ausente. La conformación de redes locales de conocimiento en estos contextos de rezago suele ser precaria. Sus sistemas de innovación, aparecen desestructurados y son disfuncionales. Están desvinculados. De aquí que la propuesta en este trabajo, de que en su inicio, la implementación se dirija hacia la conformación de redes colaborativas productivas, bajo la figura del capital social calificado, para favorecer el uso eficiente de conocimiento, desde el nivel local, que es donde se concreta la actividad innovadora en la realidad.

Cabe recordar, sin embargo, que en la planeación estratégica desde el enfoque de sistemas complejos, uno está en el terreno de las probabilidades. Si se habla de procesos estocásticos, las redes también habrán de tener ese carácter: son probabilísticas. La formulación de políticas públicas para impulsar la innovación y la función de vinculación bajo este esquema, han de considerar, pues, una visión política integral, facilitadora, adaptable, cuya única aspiración ha de ser incrementar la eficiencia de su propia intervención como catalizadora –, para incrementar las probabilidades de éxito. Es una premisa.

4.4.3. Benchmarking

El sistema de innovación – asumido como proceso de aprendizaje –, tiene características evolutivas. Los análisis comparativos son necesarios, pero es irrelevante hablar de optimización: no existen sistemas “óptimos” contra los cuales compararse Edquist (2001). Si bien los instrumentos de política pueden variar entre los países – según los retos a superar –, algunos de ellos aparecen en todas. El benchmarking puede ayudar a identificar, seleccionar y adecuar algunas buenas prácticas. Siempre existen variaciones

en las características nacionales, regionales y locales que deben ser tomadas en cuenta. El benchmarking, sin embargo, no es suficiente. Es necesario que la identificación de un problema sea suplementado con un análisis de sus causas profundas –y no necesariamente directas –, como parte de la base analítica para el diseño de una política de innovación. Identificar los procesos y las causas más importantes de los problemas de fondo en un contexto dado, es fundamental para definir dónde y cuándo intervenir, pero tampoco es suficiente. Se requiere además, ocuparse de *cómo* hacerlo. Lo que no impide aprender de otras políticas y seleccionar buenas prácticas, instrumentos o mecanismos de implementación probados (y contextualizados), para diseñar políticas específicas de innovación. Entre ellos se pueden mencionar la simplificación legislativa y administrativa, la gestión de los cambios estructurales en la industria manufacturera, la transferencia de tecnología y manejo de los derechos de propiedad intelectual, así como un enfoque integrado en materia de investigación e innovación industriales.

4.4.4. Prospectiva y Planeación de Escenarios

El método de pronosticar el futuro desconocido puede ser un enfoque confiable siempre y cuando el contexto y los patrones subyacentes permanezcan constantes. Sin embargo, para situaciones caracterizadas por la complejidad, la turbulencia y la ambigüedad, apoyarse en el pronóstico puede ser un error fatal. No permite a los grupos y organizaciones apreciar y abordar sus desafíos importantes, tales como el riesgo sistémico o emergente, los problemas socialmente enmarañados o problemas complejos o desconcertantes, y situaciones aparentemente intratables. Para ellos, ciertas herramientas de la prospectiva pueden ser más adecuadas, como por ejemplo la planeación de escenarios.

La planeación de escenarios ayuda a tomar mejores decisiones en el presente, dentro de una visión de largo plazo, en el entendido de que el futuro es inherentemente impredecible. La planeación de escenarios funciona sobre la base de que muchas de las tendencias que conducirán el futuro son ya visibles actualmente. Mediante la identificación de tendencias sabemos que son importantes, y combinándolas de diferentes maneras, podemos decir historias efectivas sobre el futuro, y planear para disminuir su incertidumbre (Edwards, 2007). Cabe señalar que los países que más han mejorado dramáticamente su desempeño económico y social en los pasados 30 años – como Finlandia, Suecia, Singapur, Taiwan y Dinamarca – todos han invertido fuertemente en el pensamiento estratégico de largo plazo. El servicio civil de Singapur, por ejemplo, tiene programas muy buenos de planeación de escenarios (Teck, 2002).

La planeación de escenarios es un enfoque de pensamiento sobre el gran cuadro y un rango de resultados. La planeación de escenarios ayuda a mapear juntos los riesgos impredecibles e interconectados en una forma “holística”, con el fin de explorar y prepararse para un rango de posibles futuros. Una vez que es identificado un resultado, el pensamiento de sistemas nos permite abordar la complejidad inherente al problema. Esto está en contraste con el enfoque reduccionista más ampliamente usado. Un enfoque holístico se centra en las relaciones y conexiones. Para abordar efectivamente cuestiones no consolidadas, el gobierno puede encargar a los formuladores de política la tarea de romper “silos”, dándole incluso a un número pequeño de líderes la “facultad” de coordinar enfoques interinstitucionales, con capacidad de contribuir a la construcción de la dinámica transformacional que se pretenda alcanzar.

Desde el punto de vista instrumental, otro valor agregado de los ejercicios de prospectiva se inserta dentro de lo que se conoce como Investigación-Acción. La prospectiva, por su carácter colectivo, interdisciplinario y recurrente, puede ser estratégicamente diseñado como un instrumento de aprendizaje – aprender a comunicarse, a buscar soluciones a problemas comunes, a dar un sentido de colectividad con propósito –, y fungir así como un puente entre ese “semillero” y la sociedad, en el proceso de auto-organización de capital social productivo.

4.4.5. Movilidad Humana. Hay relativamente pocos mecanismos orientados hacia la movilidad humana y mejoramiento de la explotación del conocimiento público. Smits y Kuhlmann (2002) mencionan dos tipos de instrumentos sistémicos: “science shops” para la vinculación-pública privada entre el mundo de la ciencia y la economía. El otro instrumento es *apoyar primordialmente proyectos de carácter colaborativo* entre actores, particularmente la industria y centros de investigación. Las políticas cooperativas requieren instrumentos más sistémicos.

4.5. Acciones Inductoras de Cambio

Embarcarse en una dinámica de conformación de redes, aprendizaje y colaboraciones requiere tiempo, esfuerzo y motivación. Para ello, es importante inculcar un sentido de propósito o visión de futuro compartido en la sociedad. Por ser la vinculación un problema de [inter]acción social, requiere una política que facilite el engranaje de la maquinaria: sincronizar en el tiempo y en el espacio la interrelación entre las acciones estratégicas o “inductores” (o convertidores” y la situación actual disfuncional afectada por los “bloqueadores” del ambiente que afectan y son afectados por la dinámica del sistema.

En la implementación, a nivel operativo, los “convertidores” identificados (Tabla 5) toman la forma de objetivos, en tanto que la selección y contextualización de ciertas Buenas Prácticas conformarán una “micro-red” signada por el objetivo en cuestión. El entramado del accionar tales buenas prácticas “multiplexadas” a manera de micro-redes de interacción, apuntan a la construcción de diadas, paso a paso. La visualización de la interconexión de los factores como como micro-redes es una herramienta analítica útil para asociar y dar seguimiento al devenir de la intervención pública, con mecanismos y acciones concretas en el proceso de conformación de diadas deseables (Almanza *et al.*, 2009), como la conformación de capital social (Figura 6).

Factores Inductores y Bloqueadores de creación de capital social y capacidad de absorción	
Inductores	Bloqueadores
1. Enfoque no lineal: Políticas sistémicas adaptables, facilitadoras, e instrumentos sistémicos 2. Fomentar diversidad de pensamiento e interdisciplina 3. Diseño de programas de movilidad de RRHH 4. Fomentar cultura de trabajo en equipo y creación de redes heterogéneas de aprendizaje /conocimiento 5. Promover sentido de respeto, compromiso y responsabilidad. Creación de sentido. 6. Fomentar cultura colaborativa intra e inter-organizacional, inter-institucional 7. IED estratégica: dirigida al aprendizaje local	1. Políticas de corto plazo, descoordinadas 2. Capital Humano con actitud individualista 3. Comunidades homogéneas, cerradas 4. Ausencia de sentido de futuro compartido 5. Clima de desconfianza e incertidumbre, 6. Discriminación 7. Enfoque lineal en Educación, I+D, apoyo financiero, etc.

Tabla 5. Ejemplo de inductores y bloqueadores

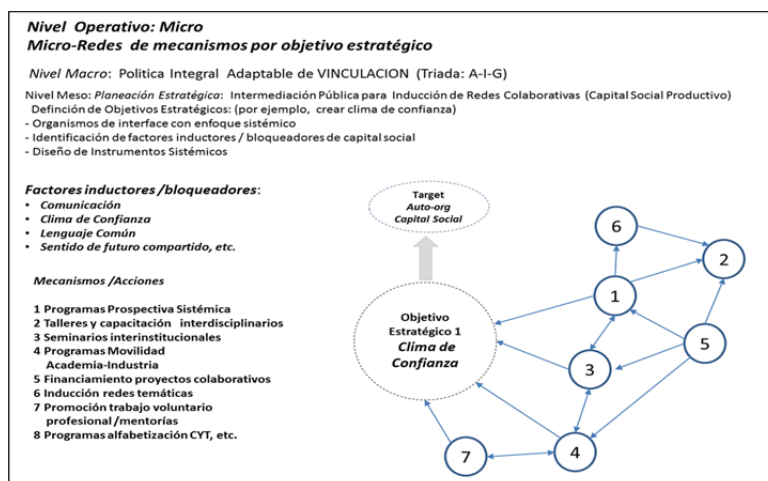


Figura 6. Nivel Operativo: Micro-redes de mecanismos por objetivo estratégico.

5. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha querido poner sobre la mesa un abanico de elementos de importancia para el diseño e implementación de políticas adaptativas de vinculación ciencia – industria, dentro de una visión más consistente con la realidad a la que se enfrenta tanto el subsistema de investigación como el industrial en muchas localidades de México. La aplicación del enfoque de Sistemas Adaptables Complejos ha tenido por objeto no sólo aportar su riqueza teórico conceptual al problema de la desvinculación a nivel local, sino propiciar un cambio de actitud y de forma de pensar tanto desde la intervención pública como desde el de los interesados. Una política que al menos en su primera fase de implementación esté quizás menos centrada en la cantidad de productos concretos, pero más ocupada en sus problemas de fondo para obtener resultados realistas, positivos y sostenibles, de cara al desarrollo.

Para ello ha sido necesario abordar el concepto de vinculación desde un enfoque más amplio y profundo de como se la considera convencionalmente, integrando la dimensión socio-cultural, como un proceso de aprendizaje colectivo. Se aboga a considerar en la intervención pública - a la par que el apoyo a la infraestructura material-, la importancia de las interacciones, interrelaciones, interdependencias e interconexiones no lineales dentro del sistema de innovación. Por ello aparecen cuestiones como el clima de confianza y credibilidad, la comunicación, el fomento a las relaciones colaborativas intersectoriales – formales e informales -; a un cambio cultural que favorezca un sentido de respeto y reconocimiento a la diversidad de tipos de producción de conocimiento incorporado en los distintos actores que intervienen en los procesos de innovación. Sobre todo, a desarrollar una visión compartida de destino común y sentido de dirección, y a potenciar las capacidades relacionales productivas para responder efectivamente a las necesidades de la localidad, en principio.

Consistente con este enfoque, aquí se le ha dado importancia a la visión de largo plazo, a la intervención por etapas, con sus instrumentos para el corto, mediano y largo plazo, dentro de un accionar facilitador, constructivista, flexible ante la prueba y el error. Es un proceso de aprendizaje, contextualizado. En este trabajo el énfasis ha recaído sobre un problema que ha de ser enfrentado en una primera etapa de intervención: aprender a vincularse. Esto se ha considerado aquí como precondition en el camino hacia la conformación de una capacidad innovadora local efectiva, sin la cual no podrá haber un uso eficiente de conocimiento, que es el corazón de la innovación. El desafío de política por tanto, va en el sentido de identificar instrumentos sistémicos que se orienten a potenciar la capacidad colaborativa y la capacidad de absorción tecnológica desde lo local. De facilitar y fomentar una cultura de aprendizaje para el establecimiento de relaciones colaborativas, de la conformación de redes productivas y, así aprender a caminar desde la situación de desvinculación hacia el otro extremo de la vinculación, para ocuparse de efectiva y eficientemente de los problemas locales asociados con la comercialización de productos, por gracia de la ventaja colaborativa así construida.

Finalmente, cabe señalar que este abordaje es un área emergente de investigación, sobre todo para contextos de países en desarrollo como México, con poca cultura de previsión y heterogeneidad en niveles de desarrollo local. La aplicación del enfoque de Sistemas Complejos, la gama de instrumentos sistémicos y mecanismos dentro de este enfoque son apenas incipientes. Es en este contexto que ha de verse este Manual, en el que se ha buscado dar como un primer paso, no sólo una visión amplia y profunda del problema de la desvinculación-academia-industria bajo condiciones de rezago, sino también mostrar una manera de llevar hasta su nivel operativo, modelos de apoyo a políticas basados en sistemas complejos.

Anexo Glosario

Atractor. El *atractor* es un punto de atracción dentro de una función de transformación, hacia el cual se mueve una variable. Los sistemas están sometidos a un conjunto de *fuerzas conductoras* debido a las cuales se está moviendo cada variable, lo cual conduce a su vez a su evolución en el tiempo, de acuerdo a los dictados de la dinámica del sistema. Los sistemas dinámicos al evolucionar en función de ciertas fuerzas conductoras, tienden a ser *disipativos*. De otro modo, cesaría el movimiento.

Auto-organización. La auto-organización significa que emergen patrones y regularidad sin ninguna intervención de un controlador central (Anderson, 1999). La auto-organización se define como *un proceso espontáneo de organización* (no gobernado por ningún sistema o autoridad externa). En este proceso, un todo organizado es creado espontáneamente fuera de la colección desordenada de partes interactuantes. En el contexto social, debe tomarse en cuenta que la auto-organización es un concepto diferente de empoderamiento o de auto-gestión. La auto-organización a menudo requiere empoderamiento, pero no son la misma cosa. El empoderamiento significa otorgar o delegar poder o autoridad a alguien. La auto-gestión se refiere más al desarrollo de destrezas y capacidades personales y a su manera personal de actuar (Heyligen, 1989).

Al Borde del Caos – Lejos del Equilibrio. Suele usarse como una metáfora para referirse a esa región de más alta complejidad y más baja estabilidad, en la que operan los sistemas biológicos, físicos, económicos y sociales, entre orden y desorden, estabilidad e inestabilidad, regularidad - irregularidad, organización y caos. Es decir, marca el límite entre orden y caos. Describe en general, un punto de transición en el comportamiento del sistema, en donde por un lado es estable y por el otro, inestable. Se dice que el borde del caos es el punto donde ocurren las cosas más interesantes, incluida la innovación. El borde del caos puede explicarse pues, como *un punto crítico auto-organizado (o criticalidad auto-organizada), o transición de fase* (Lara Rosano, 2011).

Cambio Tecnológico. Es un término amplio, usado para describir el proceso total de invención, innovación y difusión de tecnología o procesos. El concepto interconecta la invención de una tecnología (o de un proceso), el proceso continuo de mejorar una tecnología y su difusión a través de la industria o la sociedad. Algunos autores, como Mansfield, consideran el cambio tecnológico como sinónimo de innovación, desde investigación y desarrollo hasta difusión y uso (Mansfield, 2003). Sin embargo, su visión del proceso de *cambio tecnológico* mantiene una visión lineal, mecanicista. La innovación es considerada el corazón del cambio tecnológico.

Cohesión. Es el grado en el cual los actores están conectados directamente uno a otro por lazos cohesivos. Un actor es “alcanzable” por otro si existe ahí un conjunto de conexiones por las cuales se pueden rastrear desde la fuente hasta el actor blanco (target), independientemente de cuántos otros caigan entre ellos.

Desarrollo industrial y comercialización. Incluye un número de actividades para alentar a los investigadores a llevar sus ideas hacia la ruta de la explotación, y a recompensarlos por la excelencia en innovación. Se suele incluir esquemas de apoyo para trabajos orientados a la “*prueba del concepto*”, competencias de planes de negocios, entrenamiento y tutorías en el desarrollo de destrezas de negocios, y entrenamiento empresarial para desarrollar destrezas empresariales en sus investigadores.

Diada. Esta es la red más simple que existe, hecha justo por dos nodos y las posibles conexiones entre ellos. Los nodos pueden estar conectados o no, y su conexión

puede ser una propiedad del par. Los nodos pueden ser individuos, organizaciones, instituciones, otras redes, etc.

Emergencia. La idea de *emergencia* describe los patrones de interacción que aparecen en el tiempo a través de los comportamientos interconectados de los actores que se están adaptando a / y construyendo su ambiente. La *emergencia* es central para las teorías de niveles integradores y de sistemas complejos. Sus características centrales son: 1] novedad radical (rasgos no previamente observados en sistemas); 2] coherencia o correlación (significando totalidades integradas que se mantienen por sí mismas por algún período de tiempo); 3] un “nivel” macro (es decir, que hay una propiedad de “totalidad”); 4] es el producto de un proceso dinámico (evoluciona); y 5] es ostensible (puede ser percibido).

Evolución. Se refiere a pequeños cambios incrementales que pueden ser una manera efectiva para crear sistemas complejos. Para entenderla hay que reconocer los papeles complementarios entre la *competencia* y la *cooperación*. Una parte esencial de la evolución es la formación de grupos interdependientes y comportamientos colectivos, cooperativos. La competencia entre equipos resulta de la cooperación dentro de equipos; y la cooperación dentro de equipos es necesaria para la competición entre equipos (Bar-Yam, 1997).

Incertidumbre. Se refiere a pequeños cambios incrementales que pueden ser una manera efectiva para crear sistemas complejos. Para entenderla hay que reconocer los papeles complementarios entre la *competencia* y la *cooperación*. Una parte esencial de la evolución es la formación de grupos interdependientes y comportamientos colectivos, cooperativos. La competencia entre equipos resulta de la cooperación dentro de equipos; y la cooperación dentro de equipos es necesaria para la competición entre equipos (Bar-Yam, 1997).

Linealidad. Los cambios en la entrada del sistema resultan en cambios proporcionales en la salida del sistema. Actividad: el todo es igual a la suma de sus partes. Conocer las entradas conduce a conocer los productos. Los problemas se resuelven reduciéndolos a sus partes individuales y controlando su re-ensamblaje.

No-Linealidad. Los resultados de las acciones no pueden ser predichos. Los resultados pueden ser desproporcionados. Una entrada puede no tener efecto a menos que otra entrada o condición esté presente. Las cadenas consecutivas se extienden en el tiempo, y en muchas áreas los efectos de la acción siempre son múltiples. En los sistemas adaptativos complejos, los agentes que conforman el sistema tienen la capacidad de enfrentar colectivamente nuevos desafíos.

Milieu innovador. Es un término que proviene de la Nueva Geografía Económica. El *milieu* es el contexto o ambiente operativo de interacciones inmediato, entre organizaciones productivas locales, elementos físicos e institucionales, mercado local de trabajo y acción pública para estimular la voluntad para aprender y cooperar. Denota capacidad operativa. También se le define como la habilidad y capacidad de una región para estimular la cooperación intensiva y relaciones altamente calificadas entre los sistemas locales científico, operacional y financiero (Maillat and Lecoq, 1992).

Paisaje de aptitud. Describe las adaptaciones y movimientos de los actores dentro de un sistema, en donde “el paisaje” representa el espacio posible de interacción (Kauffman, 1995). La “aptitud” del paisaje describe la conectividad entre los actores en un sistema y el grado en el cual son desarrolladas nuevas interacciones y recursos existentes (Stacey, 2001). Por analogía, se habla también de “picos” de aptitud: si el comportamiento de un grupo de gente adquiere nuevo conocimiento, le permite trepar a picos particulares del paisaje, mejorará su desempeño y logrará una nueva o más amplia perspectiva del terreno (Byrne & Rogers, 1996).

Path dependence. Se refiere al proceso dependiente de las trayectorias pasadas, cuyo resultado evoluciona como consecuencia de la historia del propio sistema (Arthur, 1999). Desde el punto de vista evolucionista, se le asocia con otros conceptos esenciales para explicar la adaptabilidad económica regional, como son los bloqueos, la creación de nuevas trayectorias, variedad relacionada, co-evolución, costos irrecuperables, ciclos de vida de clusters, región de aprendizaje y resiliencia (Hassink, 2010).

Patrones. Los patrones auto-organizados de comportamiento surgen de las interacciones entre las partes de un sistema. Muchos patrones de comportamiento social surgen de procesos formadores de patrones. Por ejemplo, modelos simples de influencias entre la gente pueden ser usados para entender fenómenos aparentemente misteriosos, como las modas y pánicos (Bar-Yam, 1997). Los patrones pueden emerger de las redes de elementos interactuantes. Los modelos de influencias en redes pueden ser usados para estudiar patrones de comportamiento social altamente complejos. Las redes sociales pueden revelar cómo la gente puede ser arreglada para promover creatividad a nivel de organizaciones (Bar-Yam, 1997).

Proceso Innovador. En los sistemas de innovación los procesos son etiquetados como funciones. En el desarrollo de tecnología en interacción con el sistema en el cual está embebida la tecnología es un proceso conjunto e interactivo se conoce como proceso innovador

Red Social. Una red social es un conjunto de nodos relevantes conectados por una o más relaciones. Los nodos, o miembros de la red, son las unidades que están conectadas por las relaciones cuyos patrones estudiamos. Estas unidades pueden ser personas u organizaciones, pero en principio cualquiera de las unidades que puedan estar conectadas a otras unidades pueden ser estudiadas como nodos. Con los conceptos de actor y de grupo, la red social se puede definir como “un conjunto finito de actores y sus relaciones”.

Retroalimentación. La retroalimentación es un proceso circular de influencia donde la acción tiene efecto sobre el actor. **Es un** clase de mutua causalidad, que ayuda a entender cómo se transforman los sistemas por sí mismos. Ello implica cambiar la forma de pensar el cambio, pasar de lo lineal a lo circular –pensar en *bucles de retroalimentación*, en donde A causa B, y B causa A, en lugar de pensarlo como un proceso de una sola vía, donde A causa B, y ya (Maruyama, 1963).

Resiliencia. 1) Es un proceso que se refiere a la capacidad biológica para adaptarse, recuperarse y prosperar bajo condiciones ambientales adversas, adquiriendo nuevas herramientas. 2) En sistemas tecnológicos, resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema de soportar y recuperarse ante desastres y perturbaciones. 3) En términos de ciencias sociales, es la adaptación regional, por lo que tiene cercanas conexiones con la economía evolucionista y la geografía económica evolucionista. En términos de economía, la resiliencia es el retorno a un equilibrio fijado, estrechamente definido o múltiples equilibrios. Desde la perspectiva de la Geografía Económica Evolucionaria, Clark *et al* (2010), describen la resiliencia como un complejo de capacidades tecnológicas, *path dependences* y factores institucionales, incluyendo coordinación y rutinas de control. La política de desarrollo económico regional tiene una directa relación con la *path dependence*. 4) En sociología, es la capacidad que tienen los grupos sociales para sobreponerse a los resultados adversos; reconstruyendo sus vínculos internos, a fin de hacer prevalecer su homeostasis colectiva de tal modo que no fracase en su propia sinergia. En el ámbito regional, una región resiliente es una donde los mercados y las estructuras políticas locales continuamente se adaptan a las condiciones cambiantes del ambiente; sólo cuando estos procesos fallan, el sistema es forzado a alterar las grandes estructuras (Hassink, 2010).

Science Shops son instalaciones a menudo ligada a un departamento específico de una universidad o una ONG, que proporciona apoyo a la investigación independiente, participativa, en respuesta a las preocupaciones expresadas por la sociedad civil. Es un enfoque de investigación conducido por la demanda, y de abajo hacia arriba. Sus trabajos pueden ser descritos como investigación basada en la comunidad. Surgieron en Holanda en la década de los 1970 y de ahí se han difundido por el mundo. Su función principal es incrementar tanto la conciencia pública, como dar acceso a la “ciencia y la tecnología” a la gente común o a las organizaciones no lucrativas.

Sistemas Adaptables Complejos. El concepto de *sistemas adaptables complejos* (CAS) se refiere a un tipo de sistemas que refleja la dinámica, la naturaleza interactiva e interdependiente de la adaptación a un ambiente externo (Seel, 1999). Es decir, son sistemas que tienen la capacidad de adaptarse o responder a sus ambientes de manera no lineal: con cada cambio o respuesta, el sistema puede “elegir” entre más de un curso de acción, a diferencia de una dirección singular en un sistema mecánico (Allen, 2001). Paradójicamente, se mueven entre el caos y el orden; la libertad y el control; se adaptan e influyen en el ambiente (Dooley, 1997; Mitchell, 2009). Mitleton-Kelly (2003) dice que para que un sistema sea considerado sistema adaptable complejo, los actores tienen que tener la oportunidad de interactuar, ser dependientes o interdependientes unos de otros para la acción, y cambiar en respuesta a las condiciones del ambiente. Los sistemas adaptables complejos (CAS por sus siglas en inglés) se caracterizan por las relaciones dinámicas entre variables. A medida que cambian estas relaciones, el comportamiento temporal del sistema puede cambiar de lo plano y regular a lo inestable e irregular, e incluso hasta el punto de llegar a un estado aparentemente aleatorio, referido como *caótico* (Kiel, 1994). Los CAS son por definición, evolutivos. Los SAC son por definición, evolutivos. Todos los sistemas evolutivos, sean naturales o sociales pueden estar en cuatro tipos de *estados de sistema*: estados de equilibrio, estados cerca del equilibrio, *estados alejados del equilibrio* y estados caóticos (Prigogine y Stengers (1984). Los dos primeros tipos de estados se dan usualmente en sistemas lineales. Pero en un sistema dinámico no lineal, los dos últimos pueden ser inherentes al sistema. La esencia de un sistema complejo no lineal es su estructura interna de red de elementos interrelacionados, conectiva y compleja, y su comportamiento dinámico.

Sistema Social Humano. Estos sistemas están compuestos de un conjunto de agentes sociales humanos (individuos, grupos, organizaciones formales, etc.) y sus relaciones entre ellos, para constituir alguna forma de interacción social (Byrne, 2009; Holland, 1996; Klir, 2001; Luhmann 1998).

Tecnología se define -en un sentido amplio-, como las entidades tanto materiales como inmateriales, creadas por la aplicación del esfuerzo mental y físico, con el fin de lograr algún valor. Incluye objetos materiales e inmateriales; el conocimiento incorporado; el pensamiento tecnológico que está detrás, la organización del trabajo alrededor del uso de la tecnología, el manejo de los procesos tecnológicos y la política tecnológica (Sundbo, 1998).

Transferencia de Tecnología. Es la parte de la transferencia de conocimiento cuando se trata de su comercialización y desarrollo, siendo el mecanismo más importante de ésta la protección de derechos de propiedad intelectual. Es tan sólo, la punta del iceberg, asociada con la invención.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allen, P. M. (2001) **A complex systems approach to learning in adaptive networks.** International Journal of Innovation Management, 5(2).
- Almanza, S., González, R.L. y Hernández, H. (2009). **ARS en Políticas para la Innovación Tecnológica: un enfoque teleológico.** REDES. Vol 17. [Http://revista-redes.rediris](http://revista-redes.rediris).
- Anderson, J. (1990) **Public Policymaking.** Boston: Houghton Mifflin.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2006). **El Estudio de la Innovación desde el Sur y las perspectivas de un Nuevo Desarrollo.** Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad e Innovación N° 7, Septiembre-Diciembre 2006.
- Arthur, B. (1994) **Increasing Returns and Path Dependency in the Economy.** University of Michigan Press.
- Arundel, A. y Geuna, A. (2004) **Proximity and the Use of Public Science by Innovative European Firms.** Econ. Innov. New Techn., 2004, Vol. 13(6), September.
- Auyang, S. (1999). Foundations of Complex Systems Theory.** Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Axelrod, R. and M.D. Cohen (2000). ***Harnessing complexity: Organizational implications of a scientific frontier.*** New York: Basic Books.
- Barrat, A., Barthélemy, M. y Vespignani, A. (2008) **Dynamical Processes on Complex Networks.** UK: Cambridge University Press.
- Barré, R.M. (1997) **Towards a theory of innovation in services.** Research Policy, 15.
- Bar-Yam, Y. (1997) **Dynamics of Complex Systems.** USA: Addison Wesley Longman, Inc
- Bergek, A., Jacobsson, S. Carlsson, B. Lindmark, S. and Rickne, A. (2008) **Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis,** Research Policy, (37).
- Bessant, J., Rush, H., 1995. **Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer.** Research Policy 24.
- Bianchi, P. & Bellini, N. (1991) **Public Policies for Local networks of Innovators,** Research Policy 20 (5).
- Bijker, W., Hughes, T. & Pinch, T. (eds.) (1987) **The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology,** MIT-Press, Cambridge MA.
- Byrne, D.S. y Rogers, T. (1996). **Divided Spaces: divided schools.** Sociological Research Online 1 (2). <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/1/2/3.html>.
- Byrne, D. (2009) **Working within a complexity frame of reference –the potential of “integrated methods” for understanding transformation in complex social systems.** CFSC Consortium’s paper for UNAIDS on Boisier, S. (1999) *Teorías y metáforas sobre desarrollo territorial,* Santiago de Chile, CEPAL, 1999.
- Bourdieu P. (1986) **The Forms of Capital.** Pp. 241-258 en Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education, ed. J. Richardson. New York: Greenwood Press.
- Callon, M. (1992) **The dynamics of techno-economic networks,** en: Coombs, R. P. Saviotti & V. Walsh (eds.): *Technological Change and Company Strategies: Economic and sociological perspectives,* London *et al.* (Academic Press Limited).
- Camagni, R. (2002) **On the Concept of territorial competitiveness: sound or misleading?** Paper presented at ERSA Conference, Dortmund, august 2002.
- Capello, R. y Faggian, A. (2002). **Knowledge, Innovation and Collective Learning: theory and evidence of these three different productive areas in Italy.** ERSA Conference Papers p042., European Regional Science Association.
- Choi, H.S. (1986) **Technology Development in Developing Countries.** Hong Kong: Nordica International Ltd.
- Cilliers, P. (2001). Boundaries, hierarchies, and networks in complex systems. International Journal of Innovation Management, 5(2).**
- Cohen W. Y Levinthal, D. (1990) **Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation.** Administrative Science Quarterly, Vol. 35, N° 1, Special Issue: Technology, organizations, and Innovation (Mar 1990).

- Coleman, J.S. (1988) **Social Capital in the Creation of Human Capital**. American Journal of Sociology 94.
- Contractor F.J, y Ra W. (2002) **How knowledge attributes influence alliance governance choices: a theory development note**. Journal of International Management 2002, 8
- Coombs, R. Harvey, M. and Tether, B.S. (2003). **Analysing Distributed Processing of Provision and Distribution**, Industrial and Corporate Change 12.
- Cummings JL, Teng, B-S. (2003) Transferring R&D knowledge: the key factors affecting knowledge transfer success. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2003, 20.
- Dooley, K. J. (1997) **A complex adaptive systems model of organization change**. Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences, 1(1).
- Duke, Ch.B. et al (2006) **Network Science. Committee on Network Science for Future Army Applications**, National Research Council. Washington: National Academic Press.
- Edquist, C. and Johnson, B. (1997). **Institutions and organisations in systems of innovation**, en C. Edquist (ed.) Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. London and Washington: Pinter/Cassell Academic
- Edquist, Ch. (2001) **The System of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art**. Lead paper presented at the DRUID Conference, Aalborg. June 12-15, 2001, under theme: "National Systems of Innovation, Institutions and Public Policies".
- Edwards, M., Haines, A. (2007). **Evaluating Smart Growth: Implications for Small Communities**. Journal of Planning Education and Research 27.
- Eoyang, G. H., Holladay, R.J. (2013). **Adaptive Action: Leveraging Uncertainty in your Organization**. Stanford University Press. Stanford, California.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). **The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations**. Research Policy, 29(2).
- Faroult, E. (ed.) (2002) **Covoseco. From co-operation between to co-evolution of science and economy**. Reports on the state of the art of public private partnerships in the five partner countries and in Spain, Greece, Ireland and the USA', Document 1,
- Franke, M. (2005). **Measurement of Social Capital. Reference Document for Public Policy Research, Development, and Evaluation**. Report PRI Project Social Capital as a Public Policy Tool. Canada.
- Freeman, C. (1987) **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan**. Pinter, London
- Fukuyama, F. (1995) **Trust: The Social Virtues and the creation of prosperity**, Free Press: New York.
- Gallino, L. (2005) **Diccionario de Sociología**. México. Siglo XXI Eds.
- Geyer, F. (1994). **The Challenge of Sociocybernetics**. Symposium VI: Challenges to Sociological Knowledge". 13th World Congress of Sociology, Bielefeld, July 18-24, 1994.
- Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott & M. Trow (1994) **The new productivn of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies**, Sage Publications.
- Giuliani, E. y Arza, V. (2008) **What drives the formation of "valuable" University-Industry linkages? An under-explored question in a hot policy debate**. SEWPS, Paper No. 170, July 2008
- Grupp, H. (1994): **Technology at the Beginning of the 21. Century**. En: Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 6, No. 4.
- Hargadon, A., Sutton, R.I., 1997. Technology brokering and innovation in a product development firm. Administrative Science Quarterly 42.
- Hassink, R. (2010) **Regional resilience: a promising concept to explain differences in regional economic adaptability?** Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 2010(3)
- Helliwell, J. (2001). **Social capital**. Editorial', *ISUMA—Canadian Journal of Policy Research*, 2 (1),
- Heylighen F. (1989) **"Self-Organization, Emergence and the Architecture of Complexity"**, en: Proceedings of the 1st European Conference on System Science, (AFCET, Paris).
- Intarakummerda; P., Chaminade, C. (2011) **Innovation policies in Thailand: towards a system of innovation approach?**. Asia Pacific Business Review. Taylor & Francis Journals, vol. 17(2).

- Holland, J. (1996). **Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity**. Basic Books–Helix Books. USA.
- Howells, J.(2006) **Intermediation and the role of intermediaries in innovation**. Research Policy 35
- Innovation Report 2014. **Innovation, Research and Growth**, Department for Business Innovation and Skills. U.K.).
- International Development Research Centre. **Knowledge translation: basic theories, approaches and applications**. Ottawa: IDRC; 2005.
- Irvine, J. & B. Martin (1989) **Research foresight: Creating the future**, report to the Dutch Minister of Science and Education, , SDU Printers, The Hague.
- Jacobsson, S. & A. Johnson (2000) **The diffusion of renewable energy technology : an analytical framework and key issues for research**, in: Energy Policy, Vol. 28, Issue 9, p
- Jarillo, J.C. (1998), **Strategic Networks: Creating the borderless organization**, Butterworth-Heinemann.
- Johnsen, H.Ch.G. y Ennals, R. (2012), **Creating Collaborative Advantage: Innovation and Knowledge Creation in Regional Economies**. G.B: Gower.Jossey-Bass Publishers, San Francisco, CA.
- Kale P, Singh H, Permuter H. (2000) **Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: building relational capital**. *Strategic Management Journal*. 2000; 21
- Kline, S.J. and Rosenberg, N. (1986). **An overview of innovation. The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth**. R. Landau and N.R. (Eds). Washington, DC, National Academy Press.
- Klir, G. (2001) **Facets of Systems Science**. Systems Science and Engineering Vol. 15. Springer. New York.
- Kuhlmann, S., P. Boekholt, L. Georgiou, K. Guy, J. Héraud, P. Larédo, T. Lemola, D. Loveridge, T. Luukkonen, W. Polt, A. Rip, L. Sanz-Menendez, & R. Smits (1999). **Enhancing Distributed Intelligence in Complex innovation Systems**, report published within the framework of the Targeted Socio-Economic research Programme of the European Commission, ISI-FhG, Karlsruhe.
- Kuhlmann, S. (2001) Future governance of innovation policy in Europe — three scenarios. Research Policy. Volume 30, Issue 6, June.
- Kuhn, Th. (1962). **La Estructura de las Revoluciones Científicas**. FCE. México.
- Lall, S. (2000) **Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges**, en Kim , L. y Nelson, R. (eds) *Technology, Learning and Innovation*.Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Landry, R et al. (2006). **The Knowledge-value chain: a conceptual framework for knowledge translation in health**. Bulletin of the World Health Organization 84.
- Lara Rosano, F. **Complejidad en las Organizaciones** en *Encuentros con la Complejidad*, Jorge Flores-Valdez y Gustavo Martinez Meckler (Eds) Mexico: SIGLOXXI, 2011. pp 90-115.
- Le Bas, M.J. (1995). **Performance measurement and performance management**. Int. J. Production Economics 41 (1995).
- Lee, K. y Lim, Ch. (2001) **Technological regimes, catching-up and leapfrogging:findings from the Korean Industries**. Research Policy 30.
- Lee, K.R. (2000). **Technology Learning and Entries of User Firms for Capital Goods in Korea**, en Kim, L. y Nelson. R. (Eds.)Technology, Learning & Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Lejano, R. and H. Ingram (2008). **How social networks enable adaptation to system complexity and extreme weather events**, en C. Pahl-Wostl, P. Kabat and J. Moltgen (eds), *Adaptive and integrated water management*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Leydesdorff, L., Etzkowitz, H. (1998) **The Triple Helix as a model for innovation studies**, *Science and Public Policy*, Vol. 25 No.3.
- Liang, T.Y. (2004) **Organizing Around Intelligence**. World Scientific, Singapore
- Lymperopoulos, I. and Lekakos, G. (2013) **Analysis of Social Network Dynamics with Models from the Theory of Complex Adaptive Systems. Collaborative, Trusted and Privacy-Aware e/m-Services**. IFIP. Advances in Information and Communication Technology. Vol. 399. Springer Link.

- Lin, N. (2001) **Social Capital. A Theory os Social Structure and Action**. Cambridge. Cambridge University Press.
- Liu, X. and White, S. (2001). **Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context**. Research Policy 30.
- Luhmann, N. (1998) **Sistemas Sociales: Lineamientos para una Teoría General**. Anthropos-Siglo XXI Ed.
- Lundvall, B.A. (1996). **The Social Dimension of the Learning Economy**, DRUID Working Papers 96-1, Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy / Aalborg University, Department of Business Studies.
- Lundvall, B.A. (1996) **The Social Dimension of the Learning Economy**, DRUID ISBN 87-7873-000-7.
- Lundvall, B-Å. (ed.) (1992), **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**, London: Pinter Publishers.
- Maillat, D. Lecoq, B. (1992) **New technologies and ransformation of regional structures in Europe: the role of the milieu**. Entrepreneurship and regional development, 4.
- Mansfield, E. (2003) **Microeconomics Theory and Applications**. W.W. Norton y Hage, J. T. (1999) Organizational Innovation and Organizational Change, Annual Review of Sociology, 25.
- Mantel, S.J., Rosegger, G., (1987) **The role of third-parties in the diffusion of innovations: a survey**. En: Rothwell, R., Bessant, J. (Eds.), Innovation: Adaptation and Growth. Elsevier, Amsterdam.
- Marin, B., Mayntz, R. (1991) **Introduction: Studying Policy Networks**, en Marin/Mayntz (Eds.). Policy Networks: Empirical Evidence and Theoretical Considerations. Frankfurt(Boulder, CL: Campus/Westview Press.
- Maruyama, M. (1963) **The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes**, American Scientist 5:2.
- Méndez, R. (2006) **La construcción de redes locales y los procesos de innovación como estrategias de desarrollo rural**. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*. Vol. 37, núm. 147.
- Meulen, B. van der & A. Rip (1998) **Mediation in the Dutch science system**. *Research Policy* 27.
- Mitchell, M. (2009) **Complexity: A guided tour**. New York, NY: Oxford University Press.
- Mittleton-Kelly, Eve, ed. (2003) **Complex systems and evolutionary perspectives on organisations: the application of complexity theory to organisations**. Advanced series in management. Elsevier Science Ltd, Oxford, UK.
- Mowery, D. & N. Rosenberg (1978) **The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies**, en: *Research Policy*, April.
- Murray, G.M. (1994) **The quark and the jaguar: Adventures in the simple and the complex**. London: Little, Brown and Company Ltd
- Nahapiet, J. and Ghoshal, S. (1998) **Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage**, *Academy of Management Review*, 23
- Narula, R.(2004) **Understanding absorptive capacities in an Innovation System context: consequences for economic and employment growth**. MERIT – Infonomics Research Memorandum Series (<http://www.merit.unimaas.nl>; <http://www.infonomics.nl>).
- Nelson, R. & Winter, S. (1977) **In search of a useful theory of innovation**, *Research Policy*, 6.
- Nelson, R. (ed.) (1993) **National Innovation Systems. A Comparative Analysis**, Oxford University Press, New York/Oxford.
- Nicolis, G. y Rouvas-Nicolis, C. (2007) **Complex Systems**. Scholarpedia, 2(11). http://www.scholarpedia.org/article/Complex_systems
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995) **The knowledge-creating company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation**. Oxford University Press. New York-Oxford.
- OECD (1992) **Technology and the economy. The key relationships**, report of the Technology and Economy Programme, OECD, Paris.
- OECD (2002) *Frascati Manual – Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, 2002.
- Pascale, R.T. (1999) Surfing at The Edge of Chaos. MIT Sloan Management Review. Spring 1999

- Pask, G. (1996) **Heinz von Foerster's self organization, the progenitor of conversation and interaction theories**. Systems Research. Vol. 13, Issue 3.
- Portes, A. y Sensenbrenner (1993) **Embeddedness and immigration: notes on the social determinants of economic action**, American Journal of Sociology, 98 (6).
- Prahalad, C.K., Hamel, G. (1990) **The Core Competence of Corporations**. Harvard Business Review, June.
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1984) **Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature**. London. Bantam Books.
- Putnam, R. (2001) **Social capital: Measurement and consequences**, *ISUMA—Canadian Journal of Policy Research*, 2(1)
- Putnam, R.D. and Goss, K.A. (2002) **Introduction**, en Putnam, R.D. (Ed.), *Democracy in Flux*, Oxford University Press, Oxford.
- Policy Research Initiative (PRI) (2005) **Social capital as a public policy tool: Project report**. Government of Canada, www.policyresearch.gc.ca/doclib/PR_SC_SocialPolicy_200509_e.pdf.
- Pyka, A. (2007) **Innovation Networks. New Approaches in Modelling and Analysing**. Heidelberg: Springer.
- Rip, A. & R. Kemp (1998) **Technical Change** en: Human choice and climate change. Battelle Press.
- Rip, A. (1998) **Modern and Post-Modern Science Policy**, in: EASST Review 17 (3) (Sept. 1998)
- Rohlf, T., Bornholdt, S. (2009) **Self-organized criticality and adaptation in discrete dynamical networks**. Adaptive Networks
- Rosenberg, N. (1976) **Perspectives on Technology**, Cambridge University Press.
- Ruitenbeek, J. and C. Cartier (2001) **The invisible wand: Adaptive co-management as an emergent strategy in complex bio-economic systems**. Occasional paper No. 34. Bogor Barat, Indonesia: Centre for International Forestry Research.
- Sandefur, R.L., Laumann, E.O. (1998) **A Paradigm for Social Capital, Rationality and Society** 10(4), 481-501.
- Sanz Menéndez, L. (2003) **Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras subyacentes**. Unidad de Políticas Comparadas (CSIC). Documento de Trabajo 03-07. Madrid.
- Saxenian, A.L. (1991) **The Origins and Dynamics of Production Networks in Silicon Valley** Research Policy, 20:
- Scharpf, F.W. (1993) **Coordination in Hierarchies and Networks**. En: Fritz W. Scharpf, (Ed.), *Games in Hierarchies and Networks. Analytical and Empirical Approaches to the Study of Governance Institutions*. Frankfurt: Campus.
- Schmoch, U., S. Breiner, K. Cuhls, S. Hinze, & G. Münt (1996) **The Organisation of Interdisciplinarity - Research Structures in the Areas of Medical Lasers and Neural Networks**. en: Reger, G. / Schmoch, U. (eds.): *Organisation of Science and Technology at the Watershed. The Academic and Industrial Perspective*, Heidelberg (Physica/Springer, Series 'Technology, Innovation, and Policy, Vol. 3).
- Schön, D., & M. Rein (1994), **Frame Reflection. Toward the Resolution of Intractable Policy Controversies**, New York (BasicBooks).
- Seel, R. (1999) **Complexity and Organizational Development**. www.new-paradigm.co.uk/Complexity%20&%20OD.doc
- Simon, H. (1957) **A Behavioral Model of Rational Choice**, en *Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York: Wiley
- Simonin B.L. (1999) **Ambiguity and the process of knowledge transfer in strategic alliances**. *Strategic Management Journal* 1999, 20.
- Smits, R. (2002) **Innovation studies in the 21st century: questions from a user's perspective**, *Technological Forecasting and Social Change*. 69 (9).
- Smits, R. y Kuhlmann, S. (2002) **Strengthening Interfaces in Innovation Systems: Rationale, Concepts and (New) Instruments**. Proceedings of the STRATA Consolidating Workshop, Brussels, 22.23 April 2002. European Commission. Unit RTD-K.2 – "Science and Technology Foresight; links with IPTS", June 2002.

- Stacey, R. (2001) **Complex Responsive Processes in Organizations: Learning and Knowledge Creation (Complexity and Emergence in Organizations)**. London. Routledge.
- Stankiewicz, R. (1995). **The role of the science and technology infrastructure in the development and diffusion of industrial automation in Sweden**. En: Carlsson, B. (Ed.). *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht, Kluwer.
- Teck, M. (2002) **Preparing for Uncertainty: Beyond Scenario Planning**, Singapur. http://www.mindef.gov.sg/safti/pointer/back/journals/2002/vol28_2/4.htm
- Tomita, K., Kurokawa, H., Murata, S.(2009) **Graph-rewriting automata as a natural extension of cellular automata**. *Adaptive Networks*.
- Van Kamenade (2004) **Making sense of social capital, health and policy**. *Health Policy* Vol. 70, Issue 1.
- Walker, W.E. and Marchau, V.A.W.J. (2003). **Dealing with uncertainty in policy analysis and policy-making**. *Integrated Assessment* 4 (1).
- Williams, B. y Hummelbrunner, R. (2010) **Systems Concepts in Action**. Stanford University Press. (Kinde)
- WIPO. **Global Innovation Index 2012** WIPO http://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2012/article_0014.html
- Woolcock, M., Narayan, D. (2000) **Social Capital: Implications for Development Theory**, *The World Bank Research Observer*, 15.
- World Health Organization. **Bridging the “Know–Do” gap: report on meeting on knowledge translation in global health**. Geneva: WHO; 2006. WHO document WHO/EIP/KMS/2006.2. http://www.who.int/entity/kms/WHO_EIP_KMS_2006_2.pdf.
- World Health Organization. **Health and the Millennium Development Goals**, 2005. http://www.who.int/mdg/publications/MDG_Report_revised.pdf. www.policyresearch.gc.ca/doclib/PR_SC_SocialPolicy_200509_e.pdf.
- Ziman, J. (1987) **Science in a steady state. The research systems in transition**, *Science Policy Support Group*, paper 1.