

CASCADAS DE COMPLEJIDAD EN EL SURGIMIENTO, DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA DE UNA RED DE INVESTIGACIÓN EN EL CENTRO DE MÉXICO

HOMERO ARRIAGA BARRERA

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación, México
homeroarriaga@hotmail.com

JUAN MANUEL PEÑA AGUILAR

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, Laboratorio de Gestión Tecnológica e Innovación, México
juanmanuel.aguilar@uaq.mx

RESUMEN

En este artículo se presenta el trabajo antropológico llevado a cabo dentro de una red de investigación e innovación en el centro de México, desde una perspectiva de complejidad, en la que los actores se relacionan de manera selectiva y no lineal. El objetivo es describir la evolución de la red, en el contexto de la política pública (PP) que le dio origen.

Se presentan y analizan datos obtenidos durante el surgimiento y desarrollo de la red, de 2012 a 2015, empleando diferentes herramientas como la observación participante, visitas a los centros de investigación, charlas informales, así como 39 entrevistas a profundidad con investigadores. El material fue codificado para su análisis en el programa Atlas.Ti, siguiendo la metodología de Teoría Fundamentada (Grounded Theory).

Como parte de los resultados, se pudo caracterizar a la red, identificando momentos clave en su historia, que al entrar en conflicto con el contexto de la PP llevó a los investigadores a cambiar el rumbo de su colaboración y sus reglas de trabajo, en diferentes situaciones.

Estos puntos de inflexión funcionaron como ‘cascadas de complejidad’, que definieron las posibilidades de desarrollo de la red, en combinación con su condicionamiento estructural y sus trayectorias colectivas e individuales.

Entre las conclusiones se destaca que el aprendizaje sobre la utilización y e interpretación de reglas se ha convertido en un factor clave para la sobrevivencia de la red y su configuración.

Palabras Clave : redes de investigación, cascadas de complejidad, evolución, sistemas adaptativos.

Keywords: research networks, complexity cascade, evolution, adaptive systems.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1980 se ha observado que la actividad innovadora es producto de las interacciones e interdependencias entre diferentes organizaciones integradas en sistemas y

redes, gracias a la automatización, el uso de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) y nuevos arreglos organizacionales (Rothwell, 1992).

Es por ello que diferentes programas de PP buscan que los actores involucrados en el desarrollo científico y tecnológico se unan en redes de investigación, definidas como asociaciones de personas que colaboran y aportan conocimientos y habilidades para impulsar el tema de su interés de forma sinérgica (CONACyT, 2012; Villavicencio & López, 2009). Pueden ser observadas desde las perspectivas de sistemas o redes.

Los Sistemas de Innovación (SI) son herramientas para confeccionar y evaluar PP's nacionales o regionales, encaminadas a impulsar la actividad creativa dentro de un campo interinstitucional, permitiendo el acceso a recursos compartidos como infraestructura o capital humano. Enfatizan el papel de los gobiernos en la resolución de problemas (Johnson y Lundvall, 2000; Bertelsen y Muller, 2001; Björn, y col. 2003).

La perspectiva sistémica busca relacionar holísticamente los elementos que favorecen la innovación, como los actores individuales e institucionales, que interactúan de manera interdependiente y no lineal, intercambiando conocimiento, capacidades y recursos, dentro de espacios delimitados histórica, física o cognitivamente (Edquist, 2001 y 2004).

La pregunta clave para los creadores de PP a nivel regional y local es cómo proveer de condiciones adecuadas para generar el crecimiento de actividades intensivas en conocimiento. Si el proceso no está hondamente arraigado en las estructuras, competencias y recursos ya existentes, se corre el riesgo de que las intervenciones no sean acogidas por los procesos regionales de creación y desarrollo (Uotila, Harmaakorpi, & Melkas, 2006).

Los ecosistemas de innovación utilizan la analogía biológica para enfatizar el uso eficiente de recursos, su recuperación y reutilización, para hacer posible el desarrollo tecnológico dentro de dos economías relacionadas: una de investigación y otra de mercado. Un ecosistema sano es auto sustentable, provee mecanismos de interrelación y genera valores tangibles e intangibles (Jackson, 2011).

En el modelo de Triple Hélice se incluyen los sistemas funcionales de la academia, la industria y el gobierno, que coevolucionan y definen constantemente sus límites. Donde se unen hay traducciones entre diferentes contextos de descubrimiento y aplicación. El modelo permite considerar dinámicas específicas entre los tres sectores a cualquier nivel, no solamente nacional o regional (Leydesdorff, 2011 y 2012).

Sin embargo, desde la perspectiva sistémica es difícil identificar, definir y relacionar variables o factores relevantes, así como la forma en que las relaciones se concretan en actividades. Además, utilizan muchos conceptos difusos (Edquist, 2001 y 2004).

Una alternativa es utilizar las herramientas del análisis de redes sociales. En el contexto de la innovación, una red es el cúmulo de vínculos entre firmas e instituciones que les permiten beneficiarse con información, conocimiento y un mejor acceso a insumos, para mejorar sus capacidades y reducir incertidumbre (Parker & Vaidya, 2001).

Granovetter (1983) indica que mientras los vínculos fuertes tienden a definir redes pequeñas y cerradas, los vínculos débiles unen a diferentes redes como si fueran puentes, aportando

recursos complementarios. Lin (1999) agrega que identificando la ubicación de los nodos, es posible evaluar su cercanía a los activos tangibles o intangibles. Los recursos de red, explica Gulati (2007), son aquellos que acumulan las firmas mediante sus vínculos con actores externos clave, y pueden restringir o ampliar las oportunidades disponibles.

Stokman (1997) reconoce que la mayoría de los estudios sobre redes sociales analizan estructuras estáticas, y cuando se hacen estudios evolutivos, asumen que los procesos de cambio están impulsados por las estructuras o por las características de los miembros. La pregunta es: qué características individuales y estructurales son importantes para cada red.

Los sistemas complejos adaptativos agregan nuevos comportamientos y se anticipan, sin alcanzar un estado óptimo (Holland, 1992). La complejidad se agudiza al tomar en cuenta fenómenos como la coevolución del sistema y su entorno (Robson, 2005).

Tanto los análisis de sistemas como los de redes sociales tienden a ser racionalistas. Esto equivale, dice March (2006), a tratar de entender un sistema complejo y cambiante con base en información incompleta, ambigua y no siempre aceptada. Entre los problemas que esta perspectiva enfrenta está confundir medibilidad con importancia y la miopía de los sistemas de adaptación, que favorecen los resultados inmediatos, están condicionadas por la percepción y prefieren las alternativas conocidas.

Esta multiplicidad de racionalidades, sumada a selectividad no lineal de las relaciones entre actores y a la coevolución entre sistema y entorno, es lo que se ha observado durante el seguimiento, desde la perspectiva antropológica, de una red de investigación e innovación en el centro de México, entre 2012 y 2015.

La formalización de esta red, en el área de la biotecnología, forma parte de un proyecto de desarrollo a nivel regional financiado con recursos federales y locales, mediante un proceso de selección que se llevó a cabo entre 2010 y 2011, en el bajío mexicano.

El autor principal del artículo se integró al proyecto, junto con un equipo de siete antropólogos más, bajo un esquema de consultoría, para generar capital de inteligencia, estableciendo una estructura interna especializada en la recolección, procesamiento e interrelación de datos, con los cuales generar conocimiento compartido sobre la propia red y su entorno (Olavarrieta, 2011).

Parte del trabajo consistió en buscar información que pudiera ser útil para tomar decisiones respecto al fortalecimiento de esta red, pero la literatura entonces disponible no era aplicable al contexto mexicano o al contexto de la red; presentaba líneas de acción demasiado generales o ambiguas, o era aplicable desde posiciones de poder para la generación y evaluación de PP, algo que ningún miembro de la red tenía.

Por ejemplo, Fountain (1997) advierte que es necesario que los gobiernos provean incentivos e información para promover el uso de redes y consorcios de empresas, universidades, laboratorios y programas. Mientras que Casas (2001) señala que en México, los acuerdos interinstitucionales de redes de conocimiento se dan en planos generales o mediante relaciones individuales, sin integrar capacidades horizontalmente.

Aunque existen otros estudios cualitativos de redes de investigación que aportan datos útiles (Adler, 1975; Adler & Pérez, 2006; Casas, 2001; Villavicencio & López, 2009; Mercado, 2006; Santos & De Gortari, 2003), el contexto específico de la red estudiada presenta retos importantes para su aplicación.

El estudio de dicha red se transformó en un proyecto de investigación doctoral que adoptó el marco de la Teoría Fundamentada (TF), sustentada en el análisis comparativo para enunciar y probar teorías, generando categorías conceptuales, sus propiedades y sus relaciones (Glaser & Strauss, 2006).

En este artículo se presenta la red de biotecnología como caso de estudio, con el objetivo de describir su evolución en el contexto de la PP que le dio origen. Este tipo de estudios son procesos de indagación detallados, comprensivos, sistemáticos y profundos del fenómeno de interés, identificando los límites físicos o sociales que le confieren una entidad concreta (Rodríguez et al, 1999).

Se le han utilizando herramientas como la observación participante y la entrevista profunda. La primera consiste en recoger información mediante la implicación del investigador en los acontecimientos o fenómenos que está estudiando, como parte de la vida social y actividades fundamentales que realizan las personas en la situación de estudio. En la entrevista profunda se establece una guía de temas para focalizar el diálogo, pudiendo sondear razones, motivos, circunstancias o cualquier otro dato que permita entender un fenómeno (Rodríguez et al, 1999). Las entrevistas fueron utilizadas para encuadrar y complementar la observación.

La observación se ha llevado a cabo en las reuniones formales e informales de la red y de varios de los grupos que la conforman, en visitas a los centros de investigación asociados, al colaborar en el seguimiento de acciones y actividades administrativas, y presenciando reuniones de coordinación. En 2013 se entrevistó a todos los miembros de la red y a 28 estudiantes. Los diálogos fueron grabados y transcritos. Cuando fue posible, los datos se corroboran con información documental. El material fue codificado para su análisis en el programa Atlas.Ti.

Como parte de los resultados, se pudo caracterizar a la red, identificando momentos clave en su historia, que al entrar en conflicto con la PP de contexto, llevó a los investigadores a cambiar el rumbo de su colaboración y sus reglas de trabajo, para adaptarse a los lineamientos institucionales. Tal adaptación no siempre implica encontrar la mejor forma de cumplir dichos lineamientos, sino la manera más efectiva de liberarse de ellos.

Durante el análisis de los datos, se detectaron ciertos patrones parecidos a los que Cairney (2012) presenta como ‘cascadas de complejidad’: ciertas regularidades que tienden hacia un equilibrio más o menos prolongado en el tiempo, hasta que se producen cambios importantes que modifican el comportamiento rápidamente. En conjunto definen una gama de posibilidades de acción por parte de un sistema con relación a su entorno (Geyer, 2012). Se optó entonces por analizar los datos utilizando esta perspectiva.

MARCO DE REFERENCIA

El presente trabajo forma parte de un esfuerzo por generar Teoría Fundamentada (TF) para explicar la dinámica de las redes de investigación a nivel meso y micro. Los marcos

explicativos más cercanos al tema son la teoría de sistemas y el análisis de redes sociales, sin embargo, tienden a presentar resultados poco aplicables al contexto mexicano, abordan problemas a nivel macro y se centran en dinámicas estructurales. Sin descartar estas perspectivas, es necesario buscar explicaciones y experiencias que sirvan para guiar el establecimiento de una red de investigación.

Las herramientas de la TF, permiten generar categorías conceptuales, propiedades explicativas de dichas categorías y relaciones entre ellas, que en conjunto conforman hipótesis plausibles sobre un fenómeno de estudio (Glaser & Strauss, 2006).

Aunque los datos cualitativos y cuantitativos son igualmente útiles para generar y probar teorías, los primeros tienen una mayor capacidad de captar información sobre condiciones estructurales, consecuencias, desviaciones, normas, procesos, patrones y sistemas, y permiten lidiar con la gran variedad de problemas enfrentados durante investigaciones empíricas en el terreno de lo social (Glaser & Strauss, 2006).

La teoría resultante debe proporcionar categorías e hipótesis suficientemente claras para ser verificadas en investigaciones presentes y futuras, permitiendo por ejemplo, la operativización de variables. Usualmente no es refutada completamente por datos adicionales o por otras teorías, debido a que está íntimamente relacionada con el contexto de donde emergió. Lo que contrasta con las teorías deducidas lógicamente que requieren una selección cuidadosa de situaciones de estudio que se ajusten a sus supuestos (Glaser & Strauss, 2006).

El método para lograrlo es el análisis comparativo, mediante el cual se delimitan las unidades de análisis y el nivel de generalización explicativo. Puede ajustarse a un área específica o a grandes temas, pero en cualquier caso serán teorías de rango medio, aplicables solo en ciertas circunstancias (Glaser & Strauss, 2006).

Para generar una teoría de un área específica (sustantiva) es necesario comparar fenómenos similares, mientras que para teorías de mayor alcance se requiere comparar un rango más amplio de fenómenos y situaciones, hasta alcanzar una saturación teórica, es decir, que se ha acumulado un conocimiento tal que nuevas comparaciones ya no aportan datos o entendimientos diferentes (Glaser & Strauss, 2006).

Conforme la teoría se va desarrollando emerge su núcleo central, que posteriormente servirá de guía para la recolección de datos, ya sea para variar los casos, para profundizar en ellos o para ambas cosas (Glaser & Strauss, 2006). En este artículo se presenta parte del análisis del primer caso, de un estudio más amplio de casos múltiples.

Existen cuando menos tres conflictos entre la TF y las exigencias institucionales para la investigación científica: la circularidad del método, el muestreo teórico y la suspensión de referencias a marcos teóricos (Luckerhoff & Guillemette, 2012).

Usando TF se recolectan datos, se codifican, se categorizan, y se proponen hipótesis, que posteriormente se comparan con nuevos datos y nuevas hipótesis. Lo cual es percibido como falta de planeación. Este conflicto suele sortearse presentando estimaciones plausibles de lo que se quiere realizar, o avanzando lo más posible antes de someter la propuesta a una evaluación (Luckerhoff & Guillemette, 2012).

El muestreo teórico es la selección de personas, lugares o situaciones de investigación, con base en su aportación para la construcción de hipótesis. El muestreo estadístico busca elegir sujetos con base en su representación para generalizar los resultados. Mientras el muestreo estadístico inicia con una población definida, el teórico empieza con una gran indefinición respecto al tamaño y características de la población (Luckerhoff & Guillemette, 2012).

Campbell y Stanley (2005) explican que el objetivo de un muestreo teórico no es lograr la representatividad de las variaciones de la población utilizando una distribución aleatoria, sino buscándola de manera sistemática. Es el propio investigador quien se asegura que dichas características estén presentes seleccionando individuos, grupos, casos o situaciones, tan variados como sea posible.

La generación de TF requiere también evitar forzar los datos para que encajen en las teorías existentes. Se puede lidiar con esto reconociendo y explicitando las teorías, suposiciones y creencias del investigador, para manejarlas durante el análisis (Luckerhoff & Guillemette, 2012). La metodología antropológica indica que la perspectiva del investigador siempre está presente y es fundamental para poder entender e interpretar la perspectiva del otro, por lo que en lugar de invisibilizarla debe ser parte del análisis (Llobera, 1976; Carrithers, 1990; Roscoe, 1995; Harris, 1999; Hastrup, 2004).

En investigación cualitativa, la validez significa observar realmente el fenómeno que se busca entender, accediendo a la situación real en la que se desarrolla, y utilizando diferentes métodos para verificar los resultados. En ocasiones se le denomina validez interna y tiene que ver con la verosimilitud (Glaser & Strauss, 2006; Alvarez-Gayou, 2003; Cortés, 2005).

La credibilidad de la TF se puede juzgar también con base en el rango de eventos que vio el investigador, las personas a las que entrevistó, los grupos que comparó y los tipos de experiencias que tuvo, así como en la especificación de la clase de datos en los que basa su interpretación (Glaser & Strauss, 2006).

La experiencia indica que, al no tomar en cuenta estas limitaciones, la generación de políticas públicas basada en investigaciones con marcos teóricos del tipo lógico deductivos, llevadas a cabo en contextos muy diferentes, conducen a un desajuste entre lo que se propone y lo que realmente se necesita. En este artículo se discutirán los resultados del seguimiento longitudinal de una red de investigación.

Complejidad y política pública

La complejidad puede ser definida como un problema de selección. Dentro de un conjunto de elementos relacionados entre sí, como sistema o como red, no hay complejidad cuando todos los elementos se relacionan con todos o cuando ninguno está relacionado. Pero cuando algunos elementos se vinculan con otros de manera selectiva, surge la complejidad, pues entender y describir las regularidades de dichas selecciones no es una tarea lineal, no tiene causalidades fijas y puede cambiar con el tiempo (Batttram, 2001).

Para Luhmann (2007), las sociedades modernas reflejan su complejidad en la medida en que no todas las comunicaciones pueden enlazarse entre sí, sino que deben hacerlo de manera selectiva. Las distinciones comunicativas estructuran a la sociedad al diferenciar a los seres humanos y definir su capacidad para ser seleccionados, integrados o excluidos.

La complejidad también se refleja en la dificultad de decidir, motivada por las relaciones poco claras entre decisiones, el encadenamiento de las mismas sin saber quién decidió antes y quién lo hará después, así como la imposibilidad de conocer las consecuencias del decidir (Luhmann, 2010)

Maldonado (2014) afirma que las ciencias de la complejidad son críticas del determinismo y el reduccionismo de la ciencia clásica, es decir, la idea de que el origen de un fenómeno y su desarrollo pasado, determinan su futuro. Mientras que la ciencias clásicas tienen objetos de estudio, áreas o campos de trabajo, la ciencia de la complejidad define problemas y restringe la causalidad a escalas locales y condiciones controladas (Lansing, 2003)

El estudio del orden espontáneo y las propiedades de auto organización en ecosistemas se ha vuelto un tema importante en investigación. Por ejemplo el estudio de la forma en que la cooperación, las coaliciones y las redes de interacción emergen del comportamiento individual y al mismo tiempo influyen estos comportamientos (Lansing, 2003).

Desde el paradigma de la complejidad, la PP es analizada identificando su inestabilidad y desorden, observando al sistema como un todo, como una red de elementos que interactúan y se combinan para producir comportamientos. Lo importante es identificar el tipo de resultados sistémicos que ocurren cuando los actores siguen las mismas reglas básicas y qué cambios de estas reglas tienen efectos profundos en la acción (Cairney, 2012).

La perspectiva de complejidad ofrece cuatro ideas básicas para entender la PP: 1) las causas de un comportamiento son difíciles de identificar, por lo que una política exitosa en un contexto puede no serlo en otro, 2) los sistemas tienen características de auto organización que los hace difíciles de controlar, 3) el entorno en el que se aplica la política pública es inestable y cambiante, y 4) los actores dentro de sistemas complejos tienen su propia percepción sobre lo que quieren y la forma de conseguirlo (Cairney, 2012).

Robert Geyer (2012) destaca que después de la Segunda Guerra Mundial, la creación de PP en Inglaterra se ha basado en un marco centralista, racionalista y gerencialista, amplificado por la perspectiva de política pública basada en evidencia y por estrategias de selección enfocada de beneficiarios y una cultura de auditorías. Este modelo ha sido seguido por varios países, entre ellos México (Cortés et al, 2005).

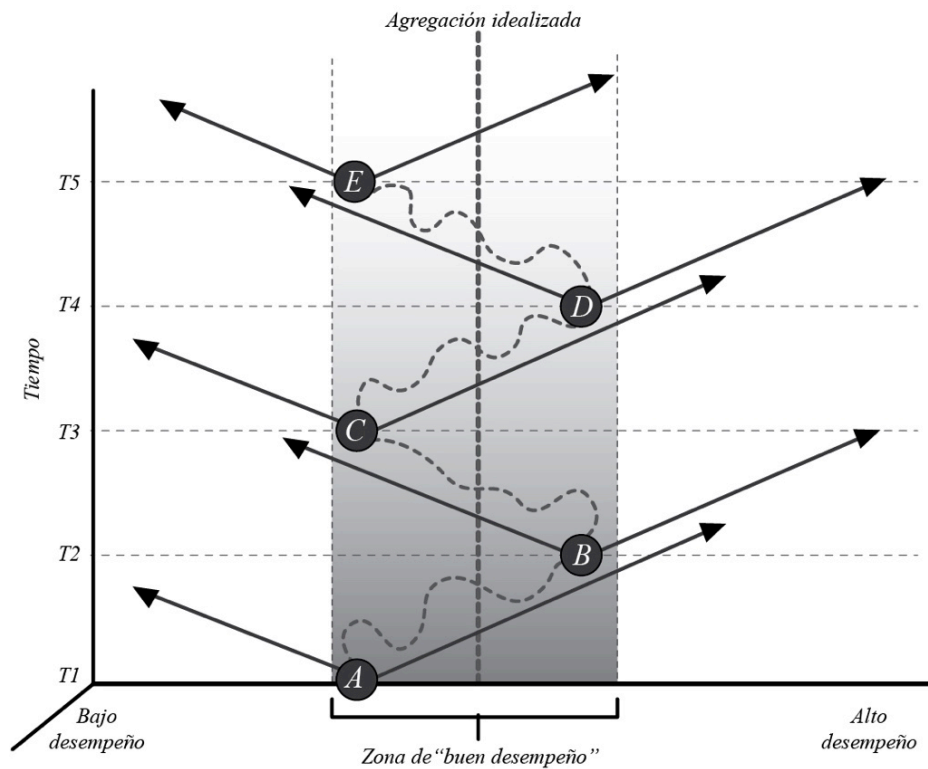
Estos enfoques asumen que con mayor evidencia se pueden generar mejores PP's, por lo que se requiere contar con mejor información auditando a los actores locales centralmente para detectar las fallas, implementar mejoras y subir impactos (Geyer, 2012).

Sin embargo, los sistemas complejos están conformados por actores cuyo comportamiento puede salirse de lo esperado. A menos que el comportamiento sea más o menos estable, el resultado es un péndulo entre éxito y fracaso, ante el cual tendría que reaccionar una política pública basada en hechos y auditorías. Para suavizar esta oscilación, se pueden utilizar técnicas estadísticas o definir un rango de resultados 'aceptables' (Geyer, 2012).

La consecuencia es el gasto de esfuerzo y recursos desde el centro, para controlar el comportamiento de los actores locales y corregir las 'anomalías'. Para mantener los resultados deseados se requiere aumentar la inversión de recursos o el tiempo (Geyer, 2012).

Visualmente, las cascadas de complejidad pueden ser representadas mediante una gráfica en la que se representa el desempeño de un sistema en el tiempo. Cada punto indica un acontecimiento que cambia rápidamente el sistema pero no lo determina, sino que le presenta una gama mayor o menor de posibilidades, como se puede observar en la *Figura 1*.

Figura 1. Representación gráfica de las cascadas de complejidad



Fuente: Geyer, 2012. Diseño: Carlos Alejandro Martínez Páramo.

El comportamiento también es modificado por el entorno y los acontecimientos que tienen lugar en él, que ocasionalmente conforman patrones con cierta regularidad, tendientes al equilibrio, o a marcar cambios importantes que modifican el comportamiento rápidamente. La sucesión de cambios y regularidades marca ‘cascadas de complejidad’, que definen una gama diferente de posibilidades para el sistema a lo largo del tiempo (Geyer, 2012).

Esta suma de regularidades y cambios pueden reconocerse en el experimento clásico de la prisión de Stanford de Phillip Zimbardo (2008). El autor denomina como ‘la situación’, al conjunto de factores que llevan a los estudiantes a comportarse como presos o guardias, dentro de una cárcel ficticia, y explican la dinámica de sus relaciones como un todo. Estos factores son las posiciones que ocupan los actores, ciertas reglas básicas que les indican lo que pueden hacer desde esas posiciones, así como factores físicos como los espacios, o culturales como la idea preconcebida que tienen de lo que significa estar en una posición.

Si bien Geyer (2012) toma en cuenta el cambio de la situación con base en las cascadas de complejidad, no dice de qué forma cambia la PP, simplemente menciona que ocurre de manera centralizada.

Ostrom (2011, 2005) propone entender este cambio con base en la delimitación de situaciones de acción, anidadas unas dentro de otras, como mapas geográficos con diferentes detalles de acuerdo a la escala que representan. Para modificar las reglas de una situación, es necesario ir a una situación en un nivel diferente, donde estas reglas son modificadas y legitimadas. En términos generales, la modificación de reglas depende de su alcance: aquellas que rigen situaciones cotidianas requieren consensos sencillos que involucran a los actores que las van a poner en práctica, mientras que las grandes reglas de la sociedad requieren grandes consensos en situaciones de acción de amplia representatividad.

El problema de un modelo de análisis tan estructurado y con tantos componentes como el de Ostrom (2011, 2005) es que es casi imposible poder observarlos todos, y observar además sus interacciones y cambios.

Además será necesario tomar en cuenta que las organizaciones, como una red o un organismo público, tienen capacidades únicas, definidas por su historia, su posición en el entorno y sus activos (Teece & Pisano., 1994; Teece, Pisano, & Shuen, 1997).

Estas capacidades pueden definirse como la habilidad de una organización para integrar, construir y reconfigurar competencias para enfrentar entornos cambiantes. Son la forma en que un colectivo hace las cosas, sus habilidades, rutinas o patrones de prácticas y aprendizaje, creados a lo largo de su historia (Teece & Pisano., 1994) (Teece, Pisano, & Shuen, 1997).

Las trayectorias son las alternativas estratégicas disponibles, y la presencia o ausencia de rendimientos crecientes, así como dificultades o resistencias para cambiar dichas alternativas. La trayectoria define las opciones que quedan abiertas y establece límites a las posibilidades futuras (Teece, Pisano, & Shuen, 1997).

Debido a ello no siempre es posible sustentar una colaboración basada en rutinas compartidas. Si bien la heterogeneidad organizacional permite acceder a recursos diversos mediante la colaboración, también dificultan el entendimiento. Cada investigador pertenece a una organización con rutinas y proceso propios, que a su vez le rinden cuentas a otras instituciones que también tienen características, procesos y trayectorias únicas.

Desde esta heterogeneidad se tienen que coordinar presupuestos, gastos, comprobaciones, informes, investigaciones, resultados, presentaciones y actividades comunes, cuya referencia más cercana es la forma en que cada organización resuelve sus propios conflictos.

Nooteboom (2009) propone que las organizaciones son artefactos de enfoque que tienden a establecer una homogeneidad interna en términos cognitivos. Las trayectorias, la búsqueda de objetivos comunes y los procesos de ensayo y error, entre otros factores, conforman perspectivas sobre el mundo que comparten los miembros de una misma organización. Esto los lleva a establecer entendimientos y lenguajes comunes.

Dicho entendimiento es útil en situaciones de explotación, pero puede restringir la búsqueda de nuevas soluciones en situaciones de exploración. Esto lleva a las firmas a colaborar entre sí para buscar perspectivas distintas, pues cada una tiene una visión propia del mundo. Sin embargo, para que la innovación sea posible, estas diferencias deben permanecer dentro de un rango óptimo, pues si la distancia cognitiva entre una empresa y otra es demasiado amplia, no

será posible recombinar sus conocimientos para obtener algo novedoso, debido a que simplemente no se podrán entender (Nootboom, 2009).

CASO DE ESTUDIO

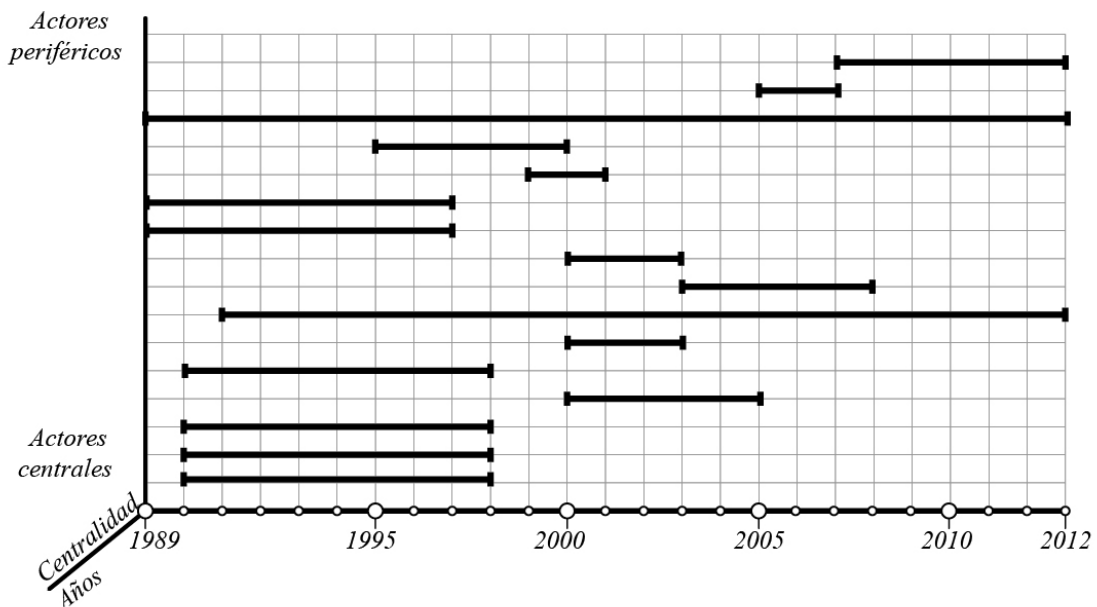
La red estudiada forma parte de un proyecto de desarrollo regional aprobado en 2012, luego de tres intentos de ganar el financiamiento de un organismo federal, condicionado al cofinanciamiento por parte de organismos locales. Está integrada por investigadores de cuatro universidades y tres centros de investigación ubicados en la región del Bajío mexicano.

El análisis estructural de la red indica que hay cinco investigadores que son actores centrales, pues dieron seguimiento y gestionaron desde el principio el proyecto. Sus relaciones y trayectorias influyeron en la conformación del grupo, al invitar personas cercanas.

La mayoría de los miembros los conocen, confían y colaboran con ellos. El resto se fueron agregando con base en los retos que presentó el entorno, para cumplir con las reglas de operación de la PP que financió y para ganar apoyo y legitimidad institucional.

Dieciséis de los miembros, entre ellos cuatro de los cinco centrales, han impartido clases, estudiado posgrados o realizado prácticas en un mismo centro de investigación, en diferentes momentos. Ahí se conocieron, coincidieron en los laboratorios, jugaron, se organizaron y empezaron a colaborar en diferentes proyectos, entre 1989 y 2012, como se muestra en la *Figura 2*. Cada actor está representado por una línea que abarca los años en los que ha estado en dicho centro. Los actores centrales están en la parte baja y los periféricos en lo alto.

Figura 2. Investigadores de la red que coincidieron dentro de un mismo centro de investigación.



Fuente: elaboración propia. Diseño: Carlos Alejandro Martínez Páramo.

Académicamente hablando, se pueden identificar tres generaciones de investigadores dentro de la red: los doctores de mayor edad, representados por las líneas más largas, que empezaron a dar clases en 1990 o antes. Los investigadores que estudiaron durante la década de 1990 y

que ingresaron como académicos a otras instituciones que conforman la red, y sus alumnos, que estudiaron en el centro a partir del año 2000.

Entre 2008 y 2011, el grupo central de cinco investigadores coincidieron en una misma universidad pública de la región centro de México, que después se convirtió en la institución coordinadora de la red.

Con la apertura de una nueva carrera en 2010, uno de los actores centrales buscó profesores que impartieran clases en ella, por lo que conoció a otros dos y contrató a uno más. Este último se convirtió en el actor con mayor centralidad. Este investigador adquirió experiencia de trabajo en red durante dos estancias fuera del país: una en Estados Unidos a mediados de la década de 1990, y la otra a finales de la misma década en Oceanía, coordinando un proyecto multinacional.

El último de los actores centrales coincidió con los demás debido a que tomó clases con ellos. En 2011 los invitó a formar parte de un taller de vinculación para promover el desarrollo del sector biotecnológico en una de las entidades del Bajío mexicano. En este espacio surgió la oportunidad de proponer un proyecto para fortalecer al sector y al mismo tiempo equipar a la nueva licenciatura.

En una mesa de trabajo, dos de los investigadores centrales propusieron un gran laboratorio regional que fue seleccionado para conformar un proyecto ejecutivo en talleres posteriores de vinculación. Decidieron no asociarse con empresarios para el desarrollo de la propuesta debido a tensiones generadas con algunos de ellos, respecto a la propiedad intelectual que se pudiera generar a partir de la investigación en dicho espacio. De acuerdo con los investigadores, los empresarios querían quedarse con todo.

Desde entonces y a lo largo de la formación de la red, la participación del sector empresarial ha sido limitada o lejana. Los investigadores perciben que los empresarios quieren recibir todos los beneficios pero no contribuyen con los recursos financieros locales que se requieren.

Al avanzar, se hizo claro que un proyecto de infraestructura no lograría generar el consenso necesario para su aprobación. Entonces se involucró el Consejo de Ciencia y Tecnología de uno de los estados de la región, para conocer y mejorar la propuesta. Así surgió el concepto de conformar una red de investigación que beneficiara a varias instituciones con la generación de infraestructura y equipamiento. Dicha propuesta fue enviada, junto con otras dos, para su evaluación a nivel federal y fue pre aprobada.

Para su aceptación final sería necesario presentar el proyecto completo, incluyendo los documentos de compromiso de colaboración entre instituciones y de financiamiento de las aportaciones a nivel local.

Para conseguirlo, los investigadores centrales buscaron amigos en diferentes instituciones con quienes no fuera problemático el trabajo en equipo. Uno de ellos había trabajado por más de dos décadas en otro de los centros de investigación cercanos y conocía bien el camino para lograr su apoyo. Además, ahí trabajaba un ex compañero del posgrado y un ex alumno. Esa fue la primera institución que se comprometió a financiar el proyecto.

La segunda institución en sumarse fue otro centro de investigación donde trabajaban dos ex compañeros y otro ex alumno. También consiguieron el compromiso de financiamiento. Este centro se beneficiaría además mediante la contratación de servicios especializados. Finalmente consiguieron que un gobierno estatal aportara el financiamiento restante.

Al interior de la universidad coordinadora del proyecto invitaron a catedráticos de dos facultades. En ambos casos, los investigadores centrales tenían vínculos importantes con ellos y había personas que manejaban temas que fortalecían la credibilidad del proyecto.

El gobierno federal convocó a una reunión para dar a conocer el pre proyecto ante la comunidad científica, asistiendo investigadores de dos instituciones que no habían sido tomadas en cuenta para conformar el consorcio. Una de ellas era un centro de investigación de gran influencia en biotecnología, y la otra una universidad ubicada fuera de la región.

Uno de los objetivos no explícitos de la colaboración era competir con este influyente centro, por lo que la relación era tensa. Como el investigador que acudió a la reunión se negó a negociar, quedó fuera del proyecto final, mientras que la universidad sí fue incluida.

El proyecto final se enfocó en dotar de infraestructura y equipo a la institución coordinadora, mientras que el resto obtendrían equipamiento y gasto para servicios e insumos de laboratorio. Varios investigadores señalan que en esa ocasión se confundió el objetivo, pues se enfatizó el resultado técnico, dejando a un lado la red de vinculación. La propuesta no fue aprobada.

Al hacer una evaluación, uno de los investigadores centrales consideró que se vieron afectados principalmente por el énfasis en la infraestructura y por no haber incluido, desde el principio, a los posibles competidores.

En 2012 uno de los consejos estatales de ciencia y tecnología de la región volvió a impulsar el proyecto. Los actores centrales cambiaron su enfoque: el objetivo central no sería la construcción de infraestructura sino la formalización de una red de investigación, incluyendo a todos los posibles competidores para generar consenso. Localizaron a los líderes de cada grupo y los llamaron a reuniones, en lugar de negociar con todos los investigadores.

Se contó con un apoyo institucional más fuerte debido a que uno de los investigadores centrales ocupó una posición de responsabilidad dentro de la universidad coordinadora, lo que le permitió convencer a otras autoridades.

Se recompusieron los equipos de trabajo, se unieron dos instituciones y dos facultades de la universidad coordinadora, para armar una propuesta cuyo eje fuera la conformación de una red de investigadores desde dos perspectivas: la técnica y la social.

De las facultades agregadas, una contaba con gran prestigio interno y un número importante de académicos en el Sistema Nacional de Investigadores, que podrían oponerse al proyecto o apoyarlo. Pero sólo la mitad de los que fueron incluidos trabajaban temas relacionados con la red que se fundaría.

La otra facultad que se unió aportó cuatro investigadores del área de ciencias sociales, por sugerencia de uno de los investigadores centrales que ya había trabajado con dos de ellos. De esta forma, incluyeron un ‘componente social’.

Pese al esfuerzo, no se obtuvo el compromiso de las instituciones locales para la aportación de recursos, y al aumentar el número de participantes, se hizo muy complicada la conciliación de un presupuesto. Estos dos factores impidieron presentar una propuesta final en tiempo.

Gracias a la gestión institucional se obtuvo una nueva fecha para presentar el proyecto, pero debido al fallo cambió la dirección formal del proyecto.

Los investigadores centrales gestionaron la aportación de los recursos locales entre los centros de investigación y universidades participantes, dejando fuera al gobierno y a la empresa. También se simplificó el presupuesto general, eliminando algunos rubros y concentrando el gasto en otros que parecían más fáciles de comprobar y de modificar.

Luego de solventar las sugerencias del comité evaluador, el proyecto fue aprobado a finales de 2012. Las áreas de conocimiento de los miembros que se unieron a la red fueron: agronomía, bioinformática, biología, biología experimental, biología molecular, biomedicina, biotecnología, bioquímica, epidemiología, fitopatología, genética, informática, microbiología, nutriología, química, química fármaco biología y veterinaria), y de las ciencias sociales y humanas antropología, administración, contaduría y diseño.

En 2013 tomó cuatro meses la coordinación institucional para establecer los convenios legales y poder iniciar a ejercer el presupuesto. Una vez logrado esto se pensó que el ejercicio de los recursos podría ser relativamente libre para cada institución. El equipo administrativo de la universidad coordinadora asumió que las reglas del proyecto serían las mismas, o muy similares, a las de otros proyectos.

En febrero se organizó una reunión general para iniciar formalmente los trabajos de la red, y en mayo se llevó a cabo otra para establecer los grupos de trabajo, dividiendo a los integrantes en tres grandes áreas, bajo el compromiso de que se reunieran de manera periódica a lo largo del año, lo cual no ocurrió.

El equipo de antropología recorrió todos los centros de investigación y laboratorios para hablar con los investigadores, conocer a sus alumnos y registrar las capacidades que cada grupo podría poner a disposición del resto.

Casi al finalizar el año el uso de recursos fue congelado debido a que no se había registrado la aportación de los fondos locales. Cuando se pudo comprobar su existencia ya había terminado la primera etapa del proyecto e inició el proceso de evaluación técnica y financiera.

Durante este tiempo la estructura de la red cambió. De los cinco investigadores centrales en la gestión del pre proyecto, sólo tres conservaron su centralidad en la gestión del proyecto aprobado, y se unió a este núcleo un investigador que había sido periférico.

En 2014, la evaluación técnica fue aprobada a finales de marzo y la financiera en agosto. Esto se debió, entre otros factores, a que el presupuesto simplificado que se presentó en 2012 no contempló una gran variedad de gastos que los investigadores necesitaban realizar y que fueron integrados en rubros diferentes.

Cada institución lleva su propia administración y el ajuste del presupuesto no fue notificado adecuadamente, por lo que se llevaron a cabo 'gastos no autorizados'. Los evaluadores solicitaron 'justificar' estos cambios pero la universidad coordinadora no lo hizo, en parte

porque no logró acoplarse con el resto de las instituciones que llevaron a cabo estos gastos, y en parte porque no fue posible asignarle a esta actividad los recursos que requería: personal, información, tiempo y atención.

En una reunión llevada a cabo a mediados de año entre los investigadores centrales y personal del organismo financiador, los primeros fueron informados que al proyecto ‘ya se le daba por muerto’, debido al tiempo que llevaba sin poder aprobar el informe financiero. Acordaron entonces devolver al fondo el dinero que no se había podido comprobar, pero para hacerlo, la universidad coordinadora tendría que gestionar estos recursos para absorber el gasto adicional. Durante esa misma reunión, los académicos invitaron a los evaluadores a ir a las instituciones involucradas en la red para constatar los resultados.

Una vez que se comprobó la devolución de gastos el informe financiero fue aprobado, pero el presupuesto se pudo ejercer hasta finales de año, una vez que se comprobaron las aportaciones de recursos locales.

La negociación para devolver el gasto no aprobado incluyó definir finalmente la ubicación de la infraestructura en una facultad distinta a la que se había propuesto originalmente, lo que causó un rompimiento entre los investigadores centrales y los de la facultad beneficiada.

Las dificultades en la aprobación de los informes fueron informadas a los demás miembros hasta agosto. Como parte de las acciones correctivas se nombró a un supervisor de gastos y se acordó que quien realizara erogaciones no autorizadas tendría que restituir el recurso. Se planteó también la constitución legal de la red y opciones para generar recursos propios.

A finales de 2014 la configuración de los actores centrales de la red cambió nuevamente. De los cinco que gestionaron el pre proyecto, sólo quedaban dos en esta posición, y se agregaron seis coordinadores de grupos. Durante una reunión hablaron de independizar la red de la universidad coordinadora, y replantear su organización. También se solicitó la colaboración de los demás instituciones para reunir los fondos locales. El equipo de antropología presentó las características que había detectado como importantes de algunas redes que había identificado como exitosas:

- Interacción entre científicos de diferentes edades.
- Vinculaciones históricas de largo plazo.
- Identificación de grandes problemas que se tiene que abordar en grupo.
- Financiamiento propio, al menos mínimo, para el funcionamiento administrativo.
- Tener un consejo o mesa directiva.
- Integración de nuevos miembros mediante una evaluación.
- Rendición de cuentas al interior.
- Reunirse de forma periódica.
- Tener una personalidad jurídica propia como A.C.

Varios investigadores de la facultad más prestigiosa de la universidad coordinadora decidieron dejar la red porque no encontraron coincidencias con sus propias investigaciones. La facultad que se benefició con la construcción de infraestructura gestionó parte de los fondos locales para poder ejercer el recurso. También hubo fricciones con el equipo de antropología, pues no se habían presentado los resultados esperados.

Antes de terminar el año se llevó a cabo la firma de los estatutos de la red, pero quedó pendiente su formalización como asociación civil.

En febrero de 2015 se llevó a cabo una evaluación in situ del proyecto, y de la red, en las instalaciones de la universidad coordinadora. Cada grupo presentó sus resultados a través de su coordinador y se recorrieron los laboratorios para constatar la presencia de los equipos comprados con los fondos obtenidos. La evaluación financiera fue aprobada en abril.

Con base en la experiencia del año anterior, los grupos hicieron un ejercicio más cuidadoso del presupuesto, al grado que al menos uno de ellos no quiso realizar gastos hasta junio, para asegurarse de que el dinero no se tendría que devolver. Ese mes se convocó una nueva reunión con los coordinadores para solicitarles su apoyo en la gestión de los recursos locales, pues el organismo financiador pidió que se vieran reflejados antes de la finalización del proyecto en diciembre de 2015.

La reunión también respondió al hecho de que las autoridades de la universidad coordinadora no quisieron cubrir los recursos locales sin que el resto de las instituciones hicieran lo propio.

El acuerdo fue que el proyecto continuaría y que los investigadores harían las gestiones necesarias para conseguir financiamiento, organizando al menos un curso de capacitación y buscando patrocinios. En general, los investigadores ven esta coyuntura como una oportunidad para independizar su red.

RESULTADOS

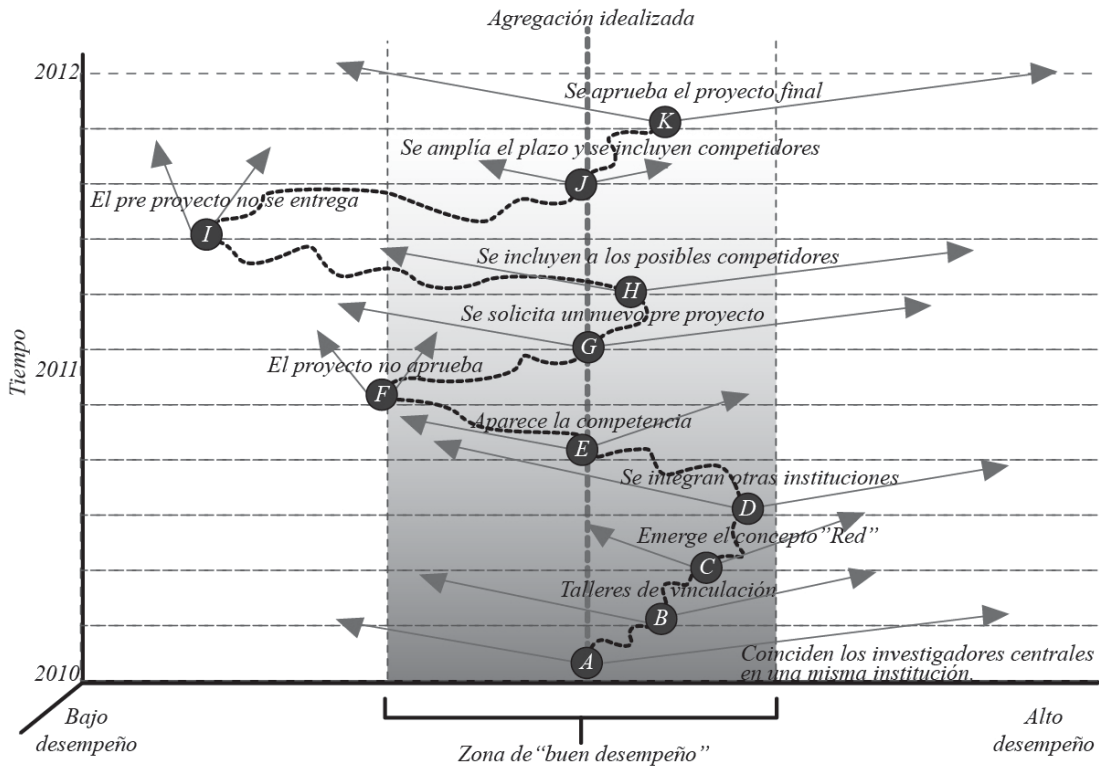
Tomando como referencia el concepto de cascadas de complejidad, es posible destacar las regularidades y cambios en el desarrollo de la red de investigación de manera visual, en dos periodos clave. El primero abarca la gestión del pre proyecto y el segundo la gestión del proyecto aprobado.

Los datos indican que la amplitud de las opciones que se presentan después de un cambio importante, está relacionada con la estructura de la red, con su trayectoria, con la forma en que se toman las decisiones y con el éxito o fracaso en el desempeño pasado.

En los periodos de inicio las oportunidades son más amplias que al finalizar, lo mismo que cuando hay éxito. Cuando el sistema entra en una pauta de desempeño pobre, las opciones se reducen por la falta de credibilidad y por la inminencia de un castigo por parte de los evaluadores de la PP o de las instituciones involucradas. Para conseguir que el panorama de opciones se abra nuevamente, por ejemplo en los puntos F o I de la *Figura 3*, fue necesario recurrir a otros actores que tuvieran la capacidad de influencia necesaria para cambiar la situación. En el primer caso intervino un consejo estatal de ciencia y tecnología y en el segundo caso un investigador de gran prestigio nacional.

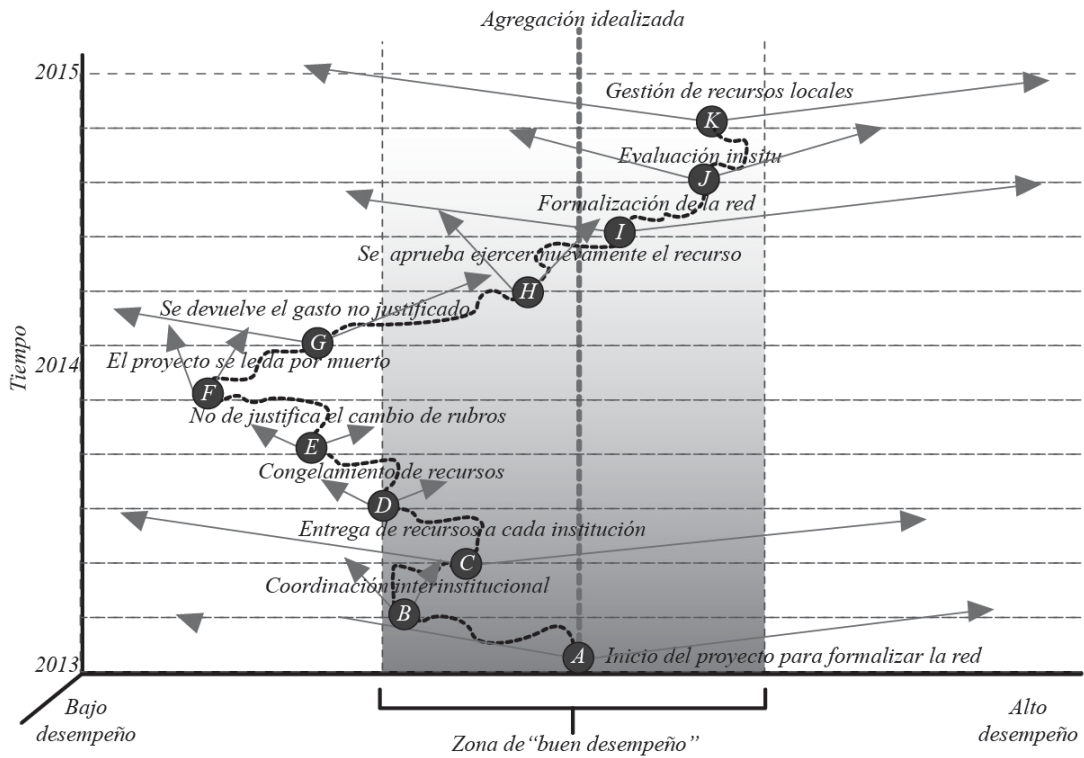
Ya en la fase del proyecto, como se aprecia en la *Figura 4*, al inicio parece haber una amplia gama de posibilidades. Sin embargo las opciones se ven restringidas por la burocracia institucional, que obstaculiza la firma de convenios. Una vez que este obstáculo se libra se ejerce el dinero con una gran libertad hasta que se evalúa el informe económico. La cantidad de gastos fuera de autorización y la pobre manera de justificarlos, conducen al congelamiento de los recursos por cerca de ocho meses.

Figura 3. Cascadas de Complejidad durante el periodo de gestión del pre proyecto.



Fuente: elaboración propia. Diseño: Carlos Alejandro Martínez Páramo.

Figura 4. Cascadas de Complejidad durante la gestión del proyecto aprobado.



Fuente: elaboración propia. Diseño: Carlos Alejandro Martínez Páramo.

La negociación directa entre los miembros centrales de la red y los representantes del organismo financiador llevan a una solución. Esto indica un ciclo de aprendizaje con relación a la fase de pre proyecto, cuando fue necesario recurrir a actores externos para sacar al proyecto del área de pobre desempeño. Aunque se autoriza el uso de recursos, la red crea la percepción de que no sabe cómo gastar y eso la mantiene cerca de la zona de pobre desempeño.

Es hasta que se empieza a hablar de independizar la red cuando se abren nuevamente las posibilidades, sin embargo, no es claro todavía un ciclo de retroalimentación positiva, quizás debido a que los resultados del proyecto y de la red no han tenido los alcances esperados.

DISCUSIÓN

El análisis de la historia de la red tomando como referencia el concepto de cascadas de complejidad permite condensar una gran cantidad de datos en un espacio reducido pero con un gran potencial para su interpretación. El caso de estudio se ajusta adecuadamente a este tipo de visualización, pero su profundidad indica que no es suficiente analizar las dimensiones propuestas de regularidades y cambios. También es importante tomar en cuenta las trayectorias y capacidades, es decir el desarrollo histórico, así como las situaciones donde se lleva a cabo la toma de decisiones. Al construir los diagramas se hizo evidente que es mucho más fácil identificar los cambios que las regularidades, pues estas últimas se dan por hecho y se asumen como algo normal, justamente hasta que las circunstancias cambian.

La calificación del desempeño también se complica, pues no todos los actores coinciden en su determinación, y aún cuando así suceda, dicha interpretación cambia junto con la evolución de la red: una oportunidad puede ser valorada de diferentes maneras en distintas situaciones.

La propia definición de las situaciones donde ocurre la acción se complica durante la observación pues no siempre son evidentes todos los elementos que la conforman, ni la manera en que cada actor o grupo de actores las interpretan.

Los acontecimientos descritos, aglutinados como cascadas de complejidad, tienen un componente interpretativo muy importante. Como menciona March (1999), las teorías racionales describen el proceso de toma de decisiones como si estuviera basado en cuatro cosas: 1) Conocimiento de alternativas, 2) Conocimiento de las consecuencias de dichas alternativas, 3) Un ordenamiento consistente de preferencias para valorar las alternativas, y 4) Una regla de decisión para seleccionar la mejor alternativa. Sin embargo, dicha racionalidad no sólo está limitada, sino que la construcción de su entendimiento está condicionada por la posición que cada individuo tiene dentro de dicha realidad, es decir, su identidad.

La propuesta de Geyer (2012) de buscar patrones en lugar de causalidades, tiene todavía un contenido racionalista, tan solo al asumir que la situación está dada de manera externa al individuo y a sus posibilidades interpretativas, factores que sí toma en cuenta (Cairney, 2012).

El propio March (1999) ofrece alternativas al respecto: en lugar de valorar las posibilidades de acción en términos de consecuencias (deseadas o a evitar), se valora la adecuación de la identidad y la situación. La pregunta no es ¿Cuál es la mejor opción?, sino ¿Qué debería hacer una persona como yo, en una situación como esta?

Un ejemplo es la teoría multinivel sobre la creatividad en las organizaciones (Drazin, Glynn & Kazanjian, 1999), que se puede complementar con el concepto de heurísticas de Tversky y Kahneman (1974), para enunciar reglas simples que permitan entender la complejidad del comportamiento humano tal como se presenta y no solamente como debería presentarse.

REFERENCIAS

- Adler, L., (1975), Como sobreviven los marginados. México: Siglo Veintiuno.
- Adler, L., & Pérez, M., (2006), Una familia de la élite mexicana. Parentesco, Clase y Cultura, 1820-1980. México: Porrúa.
- Alvarez-Gayou, J. (2003), Cómo hacer investigación cualitativa: fundamentos y metodología. México: Paidós.
- Arnold, M. (2008), Las Organizaciones desde la Teoría de los Sistemas Sociopoiéticos. Cinta de Moebio (32).
- Arriaga, H., Padilla, R., Uvilla, B., & Martínez, C., (2014), La Construcción de la Red Biómica con una perspectiva social. In Basail, A & Contreras, O. La Construcción del Futuro: los retos de las Ciencias Sociales en México, pp. 528-541. Tuxtla Gutiérrez / Tijuana: Cesmeca-Unicach / Comecso.
- Batram, A. (2001), Navegar por la complejidad: guía básica sobre la teoría de la complejidad en la empresa y la gestión. Barcelona: Granica.
- Bertelsen, P. & Müller, J. (2001), Who are the ignorant? Current Transformations in Tanzanian Indigenous Technology Systems. In Proc Nordic Africa Days. Sweden: Uppsala.
- Björn, J., Edquist, J. & Lundvall B-A., (2003), Economic Development and the National System of Innovation Approach. In Proc First Globelics Conference.. Rio de Janeiro, November 3–6, 2003.
- Campbell, D. y Stanley, J. (2005), Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. Buenos Aires: Mamorrortu.
- Cairney, P. (2012), Complexity Theory in Political Science and Public Policy. Political Studies Review, 10, 346–358.
- Carrithers, M. (1990), Is Anthropology Art or Science? Current Anthropology, 31 (3) 263-272.
- Casas, R. (2001), La transferencia de conocimientos en biotecnología: formación de redes a nivel local". IN: Casas, R. (Coord.), La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México, pp. 163 – 240. Barcelona: IIS-UNAM/Anthropos.
- CONACyT. (2012). Lineamientos para la Formación y Consolidación de Redes Temáticas CONACyT de investigación.
<http://www.conacyt.gob.mx/ElConacyt/Documentos%20Interpretaciones%20Administrativas/Lineamientos%20para%20la%20Formaci%C3%B3n%20y%20Consolidaci%C3%B3n%20de%20Redes%20Tem%C3%A1ticas%20CONACYT%20de%20Investigaci%C3%B3n.pdf>. 14 de 10 de 2013.
- Cortés, F. Escobar A. y González M. (2008). Método científico y política social. A propósito de las evaluaciones cualitativas de programas sociales. El Colegio de México.
- Drazin, R., Glynn, M. A., & Kazanjian, R. K. (1999). Multilevel theorizing about creativity in organizations: A Sensemaking Perspective. The Academy of Management Review, 24(2), 286-307.
- Edquist, C., (2001), The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. National Systems of Innovation, Institutions and Public Policies. Aalborg.

- Edquist, C. (2004), Reflections on the systems of innovation approach. *Science and Public Policy*, 31(6), 485-489.
- Fountain, J. (1997), Social Capital: A Key Enabler of Innovation. IN: Branscomb, L. & Keller, J. *Investing in Innovation: Towards a Consensus Strategy for Federal Technology Policy*. Cambridge: MIT Press.
- Geyer, R. (2012), Can Complexity Move UK Policy beyond 'Evidence-Based Policy Making' and the 'Audit Culture'? Applying a 'Complexity Cascade' to Education and Health Policy. *Political Studies*, 60, 20-43.
- Glaser, B., & Strauss, A. (2006), *The Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research*. New Jersey: Aldine Transaction.
- Granovetter, M. (1983), The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited. *Sociological Theory*, 1, 201-233.
- Gulati, R. (2007), *Managing Network Resources: Alliances, Affiliations, and Other Relational Assets*. Oxford: OUP.
- Harris, M. (1999), *El desarrollo de la Teoría Antropológica. Historia de las teorías de la cultura*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Hastrup, K. (2004), Getting it right: Knowledge and evidence in anthropology. *Anthropological Theory*, 4, 455 - 472.
- Holland, J. (1992), Complex Adaptive Systems. *Daedalus*, 121 (1), 17-30.
- Jackson, D., (2011), *What is an innovation ecosystem*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Johnson, B. & Lundvall, B-A. (2000), Promoting Innovation Systems as a Response to the Globalising Learning Economy. In Proc. *Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico*. Brasil: Rio de Janeiro.
- Katz, D., & Kahn, R. (1989), *Psicología social de las organizaciones*. México: Trillas.
- Lansing, J. (2003), Complex Adaptive Systems. *Annual Review of Anthropology*, 32, 183-204.
- Latour, B. (1992), *Ciencia en Acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona :Editorial Labor.
- Leydesdorff, L., (2011), The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy? *Journal of the Knowledge Economy*. 3 (1), 25-35.
- Leydesdorff, L., (2012), The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. IN: Elias, C., & Campbell, D. (Eds.), *Encyclopedia of Creativity, Innovation, and Entrepreneurship*, New York: Springer.
- Llobera, J. (1976), The History of Anthropology as a Problem. *Critique of Anthropology*, 7, 17 - 42.
- Luckerhoff, J. & Guillemette, F. (2012), Los conflictos entre los requisitos de la Teoría Fundamentada y las exigencias institucionales para la investigación científica. *Paradigmas* 4(1), 9-39.
- Luhmann, N. (2007), *La sociedad de la sociedad*. México: Herder / Universidad Iberoamericana.
- Luhmann, N. (2010), *Organización y decisión*. México: Universidad Iberoamericana.
- Maldonado, C. (2014) Reflexión sobre las implicaciones políticas de la complejidad. *Alpha (Osorno)*, 38, 197-214.
- March, J. G. 1999. 'Understanding How Decisions Happen in Organizations'. In March, J. G. 1999. *The Pursuit of Organizational Intelligence*. Massachusetts; Blackwell Publishers. Pp 13-38.

- March, J. (2006), Rationality, Foolishness, and Adaptive Intelligence. *Strategic Management Journal*, 27 (3), 201-214.
- Mercado, A., (2006), Pequeños exportadores y desarrollo regional. La formación de capacidades locales en un distrito industrial mexicano. México: Plaza y Valdez y Univ. Autónoma de Sinaloa.
- Nooteboom, B. (2009). *Inter-firm collaboration, learning and networks: An integrated approach*. USA: Edward Elgar Publishing Limited.
- Olavarrieta, G. (2011) Capital de inteligencia. IN: Martínez, A. y Corrales M. (coords), *Administración de conocimiento y desarrollo basado en conocimiento: redes e innovación*, 123-114. México: Cengage, Learning.
- Ostrom, E. (2005), *Understanding Institutional Diversity*. Princeton: Princeton University Press.
- Ostrom, E. (2011), Background on the Institutional Analysis and Development Framework. *The Policy Studies Journal*, 39 (1), 7-27.
- Parker, D. & Vaidya, K., (2001), An Economic Perspective on Innovation Networks. IN: In J., Oswald, S., Conway, F. Steward, *Social Interaction and Organizational Change: Aston Perspectives on Innovation Networks*, pp. 125-163. London: Imperial College Press.
- Robson, A. (2005), Complex Evolutionary Systems and the Red Queen . *The Economic Journal*, 115 (504), F211-F224.
- Rodríguez, G., Gil, J y García E. (1999), *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe.
- Roscoe, P. (1995), The Perils of 'Positivism' in Cultural Anthropology. *American Anthropologist*, 97 (3), 492-504.
- Rothwell, R., (1992), 'Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s', *R&D Management*, 22(3), 221-39.
- Santos, M., & De Gortari, R. (2003), De contactos a redes: la construcción de redes de conocimiento a través de la formación de recursos. IN: Luna, M. *Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenido. Un enfoque de redes*. México: IIS / Antropos.
- Stokman, F. & Doreian, P., (1997) Evolution of social networks: processes and principles. IN: Doreian, P. & Stokman, F. (Eds.), *Evolution of Social Networks*. Pp. 233-250. Amsterdam: Gordon and Breach Publishers.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1997), Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Teece, D., & Pisano., G. (1994), The dynamic capabilities of firms: an introduction. *Industrial and Corporate Change*, 3(3), 537-556.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (27 de Sep de 1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- Uotila, T., Harmaakorpi, V., & Melkas, H. (2006), A method for assessing absorptive capacity of a regional innovation system. *Fennia* (184: 1), 49- 58.
- Villavicencio, D., & López, P. (2009), *Sistemas de innovación en México: regiones, redes y sectores*. México: Plaza y Valdés / CONACYT/ CONCYTEG.
- Wasserman, S., & Faust, K., (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zimbardo, P. (2008), *El efecto Lucifer: el porqué de la maldad*. México: Paidós.