

# FUNDAMENTACIÓN CIBERNÉTICA PARA EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Dr. Carlos Bracho Magdaleno  
Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela.  
bracho\_carlos@hotmail.com

## Resumen

El objetivo general de la presente investigación consistió en generar constructos teóricos basados en el enfoque cibernético que permitan explicar y sustentar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) venezolano. El eje empírico de comprensión abarcó el objeto de estudio (SNCTI) en el lapso 1969-2017 y en el contexto nacional. La metodología estuvo centrada en una investigación de campo a nivel explicativo para generar Teoría Fundamentada. La realidad se abordó mediante la recolección de datos textuales utilizando entrevistas en profundidad a informantes expertos, estudio documental y observación. Como resultado se explican los escasos logros del actual SNCTI debido a la falta de claridad en el propósito, el marco legal interventor y una gestión errática, entre otros aspectos. Adicionalmente, la contrastación de la teoría emergida con la Teoría de Sistemas Cibernéticos posibilitó la construcción de un segundo cuerpo conceptual-explicativo o Teoría Coevolutiva para el SNCTI en la cual se especifican los atributos y procesos que deben darse en el sistema para logre evolucionar y cumplir con la función de transformar la realidad nacional en beneficio de la sociedad.

Descriptores: Fundamentación cibernética. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Teoría coevolutiva.

# FUNDAMENTACIÓN CIBERNÉTICA PARA EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Dr. Carlos Bracho Magdaleno

## Introducción.

En la actual Sociedad del Conocimiento, caracterizada por cambios rápidos y complejos, los Estados deben garantizar la realización de actividades científico-tecnológicas que contribuyan de manera decidida al desarrollo en beneficio de los pueblos. En Venezuela comenzó a gestarse un sistema de ciencia y tecnología planificado desde el Estado a partir del año 1969 con el inicio de actividades del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) el cual logró hacerse de muchos atributos que se constituyeron en potencialidades que aún se mantienen. Es así como se logró la creación de una infraestructura sólida, conformada por universidades y centros de investigación los cuales lograron poner en marcha gran número de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I&D+I) con personal altamente capacitado.

Para el año 2000, se creó el actual Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (en lo sucesivo SNCTI) con rango constitucional según el Artículo No. 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV 2000) comenzándose un proceso de modificación de las estructuras, de la manera de concebir los proyectos de I&D+I y de las relaciones entre los actores del mismo. El conjunto de procesos puestos en marcha han colocado al SNCTI en una situación comprometida dado que enfrenta una serie de retos que pueden identificarse con deficiencias conceptuales y operativas, según puede constatare del análisis de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) emitidos por el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI) así como de las informaciones y testimonios dados por los informantes expertos entrevistados para el presente trabajo.

Ya desde los primeros años del actual siglo XXI, se hizo evidente que el SNCTI creado en la C RBV enfrenta una serie de inconvenientes de origen multifactorial. Una revisión de la más reciente edición del Boletín de Indicadores Venezolanos de Ciencia, Tecnología e Innovación del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI, 2017:12) devela que el apoyo a la productividad en I&D es muy baja a pesar de la cantidad de recursos financieros y humanos que se declaran. Es así como la cantidad de proyectos financiados por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fonacit) ha descendido dramáticamente de 974 en 2012 a sólo 62 en 2015 lo cual representa una caída de 93,33%.

El porcentaje del PIB invertido en el sistema es otro aspecto que demuestra la confusión que prevalece en el SNCTI ya que durante casi una década el Ejecutivo Nacional mantuvo el discurso que en Venezuela se había pasado de 0,34% en 2005

a 2.69% en 2007, (RICYT, 2017:1) valores que supuestamente se mantuvieron con sólo pequeñas variaciones hasta 2013 pero los informantes expertos consultados para la presente investigación están de acuerdo que esas cifras no se ajustan a la realidad. Para el año 2016 la página oficial del ONCTI publicó los valores corregidos dentro del Boletín de Indicadores venezolanos de CTI (ONCTI, 2016) y se observa que para el 2015 (último valor reportado a la fecha) la inversión alcanza sólo el 0,40% del PIB, lo cual está muy por debajo del promedio latinoamericano.

Respecto a los indicadores de talento humano (ob.cit:39) se observa que en Venezuela apenas se ha logrado tener 0,77 investigadores acreditados por cada 1.000 habitantes de la Población Económicamente Activa, siendo uno (1) el valor mínimo recomendado por la UNESCO para países en desarrollo. En el Boletín ONCTI (2013:49,52) se pone en evidencia la poca participación de ciertos actores como el sector productivo privado de bienes y servicios con apenas el 3,46% de investigadores, demostrando que permanecen ajenos o se les excluye de las actividades del SNCTI. En los “productos de investigación por tipo” es también notoria la poca productividad y competitividad del SNCTI. Es así como el Boletín de Indicadores (ONCTI, 2013: 95-97) apenas muestra la existencia de productos de CTI en tres renglones de un total de diez (10) para el período 2007-2012; en el propio boletín se reconoce que el SNCTI no tiene una adecuada productividad y que posee indicadores estancados o que han retrocedido. Es en el contexto de la problemática descrita que se consideró la necesidad de analizar el SNCTI actual para lograr explicar “el por qué” de sus escasos logros y fortalecer su desempeño.

## Objetivos.

Un conjunto de preguntas fueron formuladas para abordar la problemática planteada, dando origen a los siguientes objetivos:

### Objetivo General:

Generar constructos teóricos basados en el enfoque cibernético que permitan explicar y sustentar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación venezolano.

### Objetivos Específicos:

- Describir las características sistémico-cibernéticas que están presentes en el actual Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación venezolano.
- Analizar los elementos estructurantes indispensables para que el sistema contribuya con el establecimiento de una cultura científico-tecnológica nacional.
- Explicar la gestión de políticas públicas del Estado que permitan fortalecer la capacidad competitiva y la productividad científico-tecnológica en Venezuela.
- Formular constructos teóricos basados en la cibernética como referentes en el proceso de transformación de la realidad nacional para sustentar el desempeño del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La investigación se justifica ya que constituye un aporte al conocimiento que configura la disciplina de gestión con particular utilidad en organismos públicos y privados encargados de la formulación, ejecución y toma de decisiones a nivel nacional o regional en políticas públicas y planes de CTI. Se hace énfasis en la importancia y relevancia socio-económica del trabajo dada la necesaria articulación de capacidades entre los diferentes actores del sistema para lograr una trayectoria evolutiva como vía expedita hacia el bienestar social. En definitiva, ésta investigación se presentó como una oportunidad de enriquecer el debate sobre el SNCTI en el país para alinear la cultura científico-tecnológica con la necesaria productividad de forma que se garantice el ejercicio autónomo y eficiente que postula la Teoría de Sistemas Cibernéticos en el contexto de la Sociedad del Conocimiento para contribuir con la transformación de la realidad venezolana.

#### Metodología.

El trabajo consistió en una investigación cualitativa, de campo y que utiliza categorías de análisis con nivel explicativo para generar Teoría Fundamentada según se define en Strauss y Corbin (2002:12). El encuentro con la realidad se llevó a cabo asumiendo el paradigma investigativo post-moderno complejo dentro de un enfoque sistémico cibernético. El eje empírico de comprensión abarcó al objeto de estudio (SNCTI) en el lapso temporal 1969-2017 y en el espacio relativo al contexto nacional. El “como” de la investigación está representado por el proceso de recolección de data (en sentido general) conformado por las técnicas de entrevista en profundidad aplicada a informantes-expertos, análisis documental y observación en eventos de CTI. Con ellas se logró tomar contacto directo con el objeto de estudio y con el contexto espacio-temporal particular de la realidad venezolana.

Los dieciséis (16) informantes expertos seleccionados para obtener la data textual provienen de los distintos sectores involucrados con las actividades del SNCTI, a saber: Sector gobierno, Universidades, Centros de I&D, Sector productivo de bienes-servicios (industrias y empresas) y Comunidades demandantes. Estos actores (ubicados en la región metropolitana de Caracas) fueron elegidos entre otras razones por haber ocupado cargos de alto o medio nivel dentro del SNCTI, por poseer amplia trayectoria profesional como investigadores en áreas científicas, tecnológicas, sociales o humanísticas y por tener experiencias como agentes decisores en el sector productivo, entre otros aspectos.

La entrevista en profundidad fue utilizada por su importancia como comunicación o diálogo directo, espontáneo, intensivo y pleno de contenidos, que se grabó “in situ” y se transcribió para convertirla en data textual (el guión puede consultarse en Bracho, 2018:263). Los textos derivados se estudiaron desde la perspectiva del Análisis del Discurso según la técnica de “interpretación de textos en contextos” tal como lo describe Bolívar (2007:31). Cada transcripción de entrevista en profundidad es un texto y su contenido es el discurso; los textos explican la realidad que ha

experimentado el entrevistado y contienen una interpretación de acuerdo a su propio parecer o punto de vista. Cada discurso está ubicado en el actual contexto (macro) de la realidad nacional, lo cual permitió extraer una cantidad importante de significados contextuales con nivel explicativo en relación a la problemática del objeto de estudio.

El contexto en sí mismo es fundamental para interpretar los discursos. Diversos son los autores que han estudiado el contexto socio-económico del país; así por ejemplo Casanova (2015:11) delinea un contexto nacional actual indicando: “La sociedad venezolana se halla sumergida en una crisis con múltiples manifestaciones... Venezuela es, hoy día, una sociedad cuya institucionalidad...ha sido desmantelada. El sistema de reglas revolucionarias...solo ha sido capaz de generar empobrecimiento, inseguridad, corrupción, conflicto, represión, escasez, inflación. Así la crisis es, en todo caso, la actual forma de funcionar del país”. Por su parte Gil Yepes (2016:76,91) también especifica un contexto nacional actual cuando habla de un escenario país de tipo autoritario-rentista caracterizado por el estatismo centralista dentro de una economía de demanda movida por un elevado gasto público dirigido al reparto paternalista. Es evidente la existencia de un contexto nacional de crisis socio-económica signada por un “deterioro acelerado” (ob.cit:127).

El nivel de la investigación es comprensivo permitiendo obtener teoría Fundamentada, dentro de un contexto ideográfico, es decir, los términos en los cuales se identifican los hechos están ligados a un espacio y un tiempo determinado. El trabajo de preparación implicó la revisión de los antecedentes tanto en tesis doctorales como publicaciones especializadas relativas al tema, así como la base legal y la evolución histórica de las actividades de CTI y de su gestión en el país para el período 1969-2017. Las bases teóricas de contenido que sustentan la investigación se exponen haciendo énfasis en la postura de los autores; estas bases delinear el “Deber Ser” de todo sistema viable y están constituidas por la Teoría General de Sistemas Cibernéticos centrada en el Modelo de Sistema Viable (Beer, 1977) y por el enfoque de auto-organización cibernética (Etkin-Schvarstein, 2000) vistos desde una perspectiva competitiva y productiva.

Desarrollo de la investigación.

La aplicación del instrumento a los primeros informantes permitió dar inicio al proceso de categorización mediante el microanálisis de la información y de ésta forma se obtuvieron los resultados iniciales. A medida que progresaba la investigación emergieron diferentes elementos empíricos que comparados simultáneamente permitieron construir, delimitar e integrar la información que bien representa el significado de los testimonios. De esta forma el autor fue elaborando la codificación basada en cuatro (4) dimensiones y dieciocho (18) categorías de análisis que se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 1: Dimensiones y categorías de análisis.

| Dimensión:<br>Propósito del Sistema  | Dimensión:<br>Capacidad Competitiva   | Dimensión:<br>Relación Sistema-Entorno.  | Dimensión:<br>Gestión del Sistema.   |
|--|---|--|--|
| Categorías:<br>Concepción sistémica.<br><br>Cultura científico-tecnológica.<br><br>Transformación de la realidad nacional. | Categorías:<br>Productividad científico-tecnológica.<br><br>Formación del talento humano.<br><br>Capacidades sistémicas.<br><br>Autonomía.<br><br>Recursos financieros.<br><br>Evolución. | Categorías:<br>Difusión de información.<br><br>Relaciones sistémicas.<br><br>Satisfacción de necesidades.<br><br>Adaptación. | Categorías:<br>Gestión de Políticas y Planes.<br><br>Marco legal.<br><br>Estructura.<br><br>Actores.<br><br>Control de procesos. |

Fuente: Elaborado por el autor (2018).

Para Beer (1977:54-55,72) un sistema posee viabilidad si cumple con la Ley de Ashby de Variedad Requerida y su estructura tiene correspondencia con el Modelo de Sistema Viable (MSV) constituido por (5) cinco subsistemas, a saber: Producción o Unidades Operativas (S1), Coordinación (S2), Gestión de Recursos (S3), Planificación e Información (S4) y Gestión Estratégica (S5). En el enfoque del MSV de Beer se privilegia una representación sistémica que sea dinámica y que permita la autonomía razonable en donde exista un equilibrio entre control centralizado y descentralizado.

Otra de las condiciones de viabilidad de un sistema cibernético consiste en el cumplimiento de la Ley de Ashby de Variedad Requerida. A juicio de Beer, solo existe un modo de garantizar la estabilidad del sistema: absorber la variedad del sistema de acuerdo a la ley formulada por William Ashby (Beer, 1977:41). La afirmación “solo la variedad puede absorber variedad” es la formulación más conocida de la Ley de Ashby y expresa la dosis necesaria de control. La variedad que puede desplegar un sistema controlante debe ser al menos tan grande como la variedad que puede tomar el sistema controlado.

En adición a los aportes de Beer a la Teoría de Sistemas Cibernéticos, autores como Etkin y Schvarstein (2000:87-95) incorporaron una serie de elementos englobados dentro de lo que llamaron el enfoque de auto-organización donde se relacionan los tres (3) dominios organizativos que determinan la dinámica interna y externa de un sistema, a saber, los propósitos, las capacidades y las relaciones. Estos dominios son determinantes para que emerja la auto-organización como

característica imprescindible para la adaptación o evolución sistémica y para operar sostenidamente cumpliendo con el propósito declarado.

Entre los principales problemas de las diversas versiones de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación está el hecho de que no son específicas con respecto a la finalidad del SNCTI; es en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2030 (PNCTI 2005-2030) donde se declara la finalidad del sistema:

”Construir una cultura científico-tecnológica que oriente las potencialidades y capacidades nacionales hacia la transformación de la sociedad venezolana a partir de la configuración de valores y modelos de acción que promuevan una ciencia, tecnología e innovación pertinente, integral, de producción colectiva, comprometida con la inclusión y la vida del planeta” (ob.cit:12).

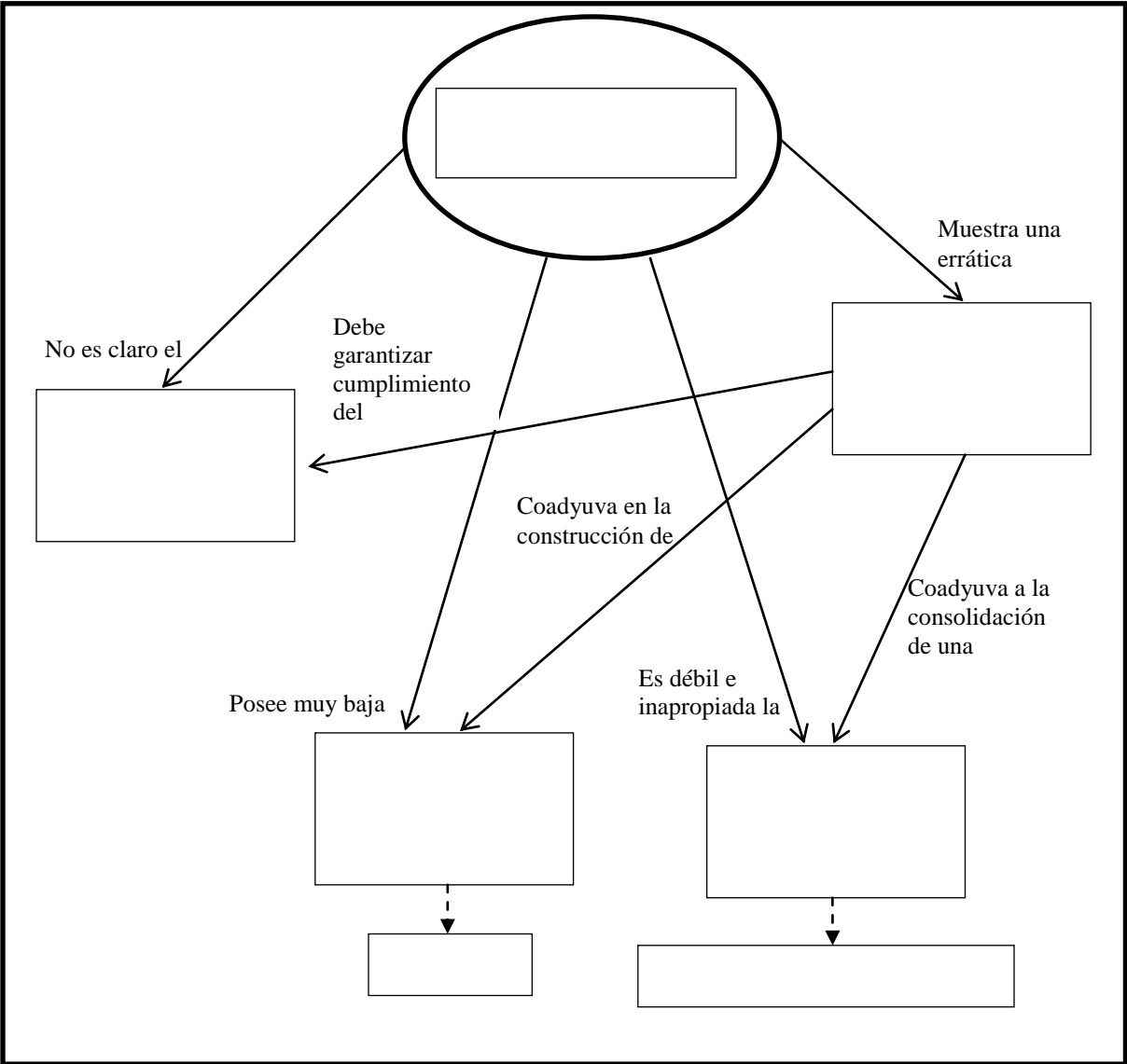
Las frases referidas a la construcción de una cultura científico-tecnológica y a la transformación de la sociedad delimitan la finalidad del sistema por lo que toda gestión de CTI debe implicar la construcción de una realidad deseada a partir de la existente utilizando alguna estructura y controlando ciertos procesos. Igualmente el Plan intenta delimitar las políticas dirigidas al desarrollo endógeno, la diversificación, la democratización, la regionalización, sustentabilidad y equidad de la economía social que deberían ser impulsadas por el SNCTI.

El “Reglamento Parcial de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación referido a los Aportes e Inversión” se publicó en el año 2006 y es allí donde se definía lo que se entendería como Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, pero este reglamento fue derogado en el año 2011 y sustituido por el actual “Reglamento parcial de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación referido a los aportes, el financiamiento y su resultado, y la ética en la Investigación, Tecnología e Innovación” por lo que actualmente existe un vacío en la conceptualización del sistema.

Para el año 2007 el Ejecutivo Nacional elabora y pone en ejecución el I Plan Socialista 2007-2013 con el objetivo estratégico de construir un denominado “Socialismo del Siglo XXI”. En ese plan se instruye a la instancia respectiva para “rediseñar y estructurar el SNCTI” para insertarlo en esa nueva visión socialista (Obj. IV.3.11, p. 33). En base a éste mandato la Asamblea Nacional hace la revisión de LOCTI-2005 y aprueba su reforma (LOCTI-2010) eliminando la autonomía en las relaciones y formalizando un control centralizado sobre los aportes para el financiamiento de proyectos. Para el 2013, el Ejecutivo Nacional aprobó la Ley del Plan de la Patria o II Plan Nacional Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019 que produjo una nueva versión de la ley LOCTI 2014 para reforzar el aspecto recaudador.

Con los aspectos legales descritos, los discursos extraídos de las entrevistas y tomando en consideración el contexto nacional actual se construyeron las redes semánticas que ponen en evidencia las relaciones causales entre cada dimensión y las categorías empíricas dando significado a la información proveniente de las vivencias relatadas. El proceso culminó con la construcción de la red semántica sinóptica (Fig. 1) que muestra la problemática del actual SNCTI. El diagrama deja en evidencia que el propósito del SNCTI no es claro y paralelamente como la gestión que adelanta el Ejecutivo Nacional se muestra errática entonces no hay propósito alguno que pueda cumplirse o garantizarse. Esta situación develada se traduce en una muy baja capacidad competitiva, una inapropiada relación sistema-entorno, escasa o ninguna evolución e insatisfacción de necesidades en las comunidades demandantes.

Fig. 1: Red semántica sinóptica del objeto de estudio y dimensiones.





Fuente: Elaborado por el autor (2018).

## Resultados.

El cuerpo conceptual-explicativo del comportamiento del objeto de estudio constituye la Teoría Fundamentada que emergió para el actual SNCTI. Esta se sustenta en un conjunto de afirmaciones empíricas básicas que dan cuenta del por qué y cómo de la situación actual. Estas afirmaciones son las siguientes:

- a) El actual SNCTI fue estructurado por el actor Gobierno mediante los Planes Socialistas de la Nación sin el adecuado consenso y con un marco legal (LOCTI 2010-2014) que tiene carácter interventor.
- b) El propósito del actual SNCTI no es claro.
- c) El sistema posee muy baja capacidad competitiva y productividad por lo que no es capaz de adaptarse ni de evolucionar.
- d) La relación sistema-entorno es débil, inadecuada y no contribuye al bienestar de la sociedad.
- e) La gestión del actual sistema se muestra errática.

El SNCTI no posee una adecuada concepción donde se especifique con qué modelo sistémico se ha estructurado el mismo. Una consecuencia de éste hecho es que el propósito no se logra remitir a elementos concretos que puedan asumir el accionar necesario para alcanzarlo. Igualmente la finalidad expresada en el PNCTI 2005-2030 establece que se debe fortalecer la cultura científico-tecnológica para que a su vez se materialice como transformación de la realidad nacional (ninguna de ellas se ha logrado) pero no se especifica hacia donde debe dirigirse esa transformación, es decir hay un vacío fundamental en el diseño del SNCTI.

El sistema adolece de una capacidad competitiva acorde con las exigencias de la sociedad venezolana actual; éste hecho tiene como causa principal el propósito opaco que no logra condicionar (en el sentido correcto) las capacidades necesarias. Todos los informantes expertos coinciden que la formación de talento humano es indispensable para que se desarrolle la productividad científico-tecnológica. Uno de los problemas más graves del SNCTI es que el financiamiento directo de proyectos de I&D entre actores fue eliminado instaurándose un para-impuesto aplicado al sector productivo que es utilizado con absoluta discreción por el Ejecutivo Nacional. Las escasas capacidades sistémicas internas y la incierta disponibilidad de recursos financieros son otros de los factores que según los entrevistados determinan la baja productividad que ha desembocado, a su vez, en estancamiento.

Las relaciones entre actores (que dependen de una adecuada difusión de la información) han sido minimizadas o destruidas al punto que no hay las suficientes conexiones para lograr un mínimo de cohesión entre ellos; éstas relaciones no se fomentan ya que no se difunde la información o se la difunde de manera asimétrica.

Desde el punto de vista de la cibernética, la adaptación y evolución de un sistema son los mecanismos para sobrevivir en el tiempo y cumplir con los objetivos frente a los cambios del entorno pero dada la debilidad del actual SNCTI éste no logra impactar (no acciona) sobre el país ya que no se ha adaptado a la realidad nacional cambiante, exigente e incierta. Una consecuencia directa de éste hecho es que el SNCTI no satisface necesidades sociales ni genera procesos de cambio basados en el despliegue de variedad para absorber variedad (no se cumple la Ley de Ashby de allí que han proliferado variables no-controladas).

La gestión que se adelanta en el sistema a través del MppEUCT muestra procesos con un alto componente de intervencionismo e improvisación. La LOCTI 2005 y su aplicación fue valorada como positiva por las universidades, los centros de investigación y el sector productivo ya que permitía una relación franca y directa entre actores. Sin embargo, la aparición en el año 2007 del I Plan Nacional Socialista 2007-2013 obligó a la Asamblea Nacional a generar nuevas leyes y modificar otras (LOCTI 2010 y 2014) que trajo como consecuencia una estructura desordenada, un deficiente o inexistente control de procesos y por lo tanto el estancamiento del SNCTI. La gestión del sistema debería permitir la articulación entre actores, sin embargo esto tampoco está ocurriendo. De lo anterior, no hay una adecuada gestión de políticas públicas en CTI y no se logra alcanzar el propósito declarado. Por sus vacíos, fisuras y contradicciones el actual SNCTI no es viable y no tiene posibilidad alguna de contribuir para la transformación de la realidad nacional.

Los aspectos anteriores explican la problemática actual del SNCTI, sin embargo es necesario ir un paso más adelante planteando una teoría “para” el sistema que sea complementaria y desarrollada deductivamente con fuerte componente cibernético que procure resolver esa problemática y que posea la adecuada coherencia, validez y capacidad predictiva para encausar al sistema hacia un sólido desempeño que redunde en beneficio nacional. Las dimensiones y categorías logradas sirven de base para establecer un SNCTI (desde el ámbito de la cibernética) acorde con las exigencias de los tiempos actuales en un mundo de alta complejidad.

Los hallazgos de la investigación se enfrentaron con la Teoría de Sistemas Cibernéticos según el Modelo de Sistema Viable de Beer (1977) y el enfoque de la auto-organización de Etkin-Schvarstein (2000) surgiendo la Teoría Coevolutiva para el SNCTI construida alrededor del eje central de coevolución sistema-entorno y no solo por la autorregulación, adaptación y control como ha sido el enfoque tradicional en cibernética de segundo orden; éste abordaje permite predecir los comportamientos para un SNCTI viable con capacidad competitiva y alta productividad.

El Conjunto de Premisas Básicas sobre las cuales debe descansar un SNCTI competitivo y productivo son las siguientes:

- 1.- Poseer una adecuada conceptualización como sistema, consensuada entre todos los actores.
- 2.- Mantener un elevado potencial de auto-organización.
- 3.- Producir y propagar procesos neguentrópicos.
- 4.- Desarrollar una elevada capacidad competitiva y productividad científico-tecnológica mediante la inserción del SNCTI en la Sociedad del Conocimiento.
- 5.- Generar coevolución sistema-entorno en beneficio de la sociedad.

Estas premisas, si se cumplen, son condiciones necesarias y suficientes para lograr una construcción coevolutiva de la realidad nacional en materia de CTI.

Según la cibernética, la organización (SNCTI) debe poseer un conjunto de aspectos distintivos que se utilizan para establecer su naturaleza sistémica y que permiten representar su carácter esencial y único. La observabilidad permite generar su identidad, la controlabilidad es el mecanismo que garantiza una trayectoria que cumpla con los propósitos y la estructura recursiva del MSV le da soporte al todo como una unidad; sin embargo el sistema en sí mismo debe poseer una adecuada conceptualización. Considerando la perspectiva de Etkin-Schvarstein quedó establecido que son los propósitos, las capacidades, las relaciones y una adecuada gestión los elementos que permiten lograr la auto-organización para que, a partir de ella, el sistema alcance la competitividad requerida en su desempeño de forma tal que los actores identificados para el sistema puedan coevolucionar en beneficio del país, de allí que se propone la siguiente conceptualización para el SNCTI:

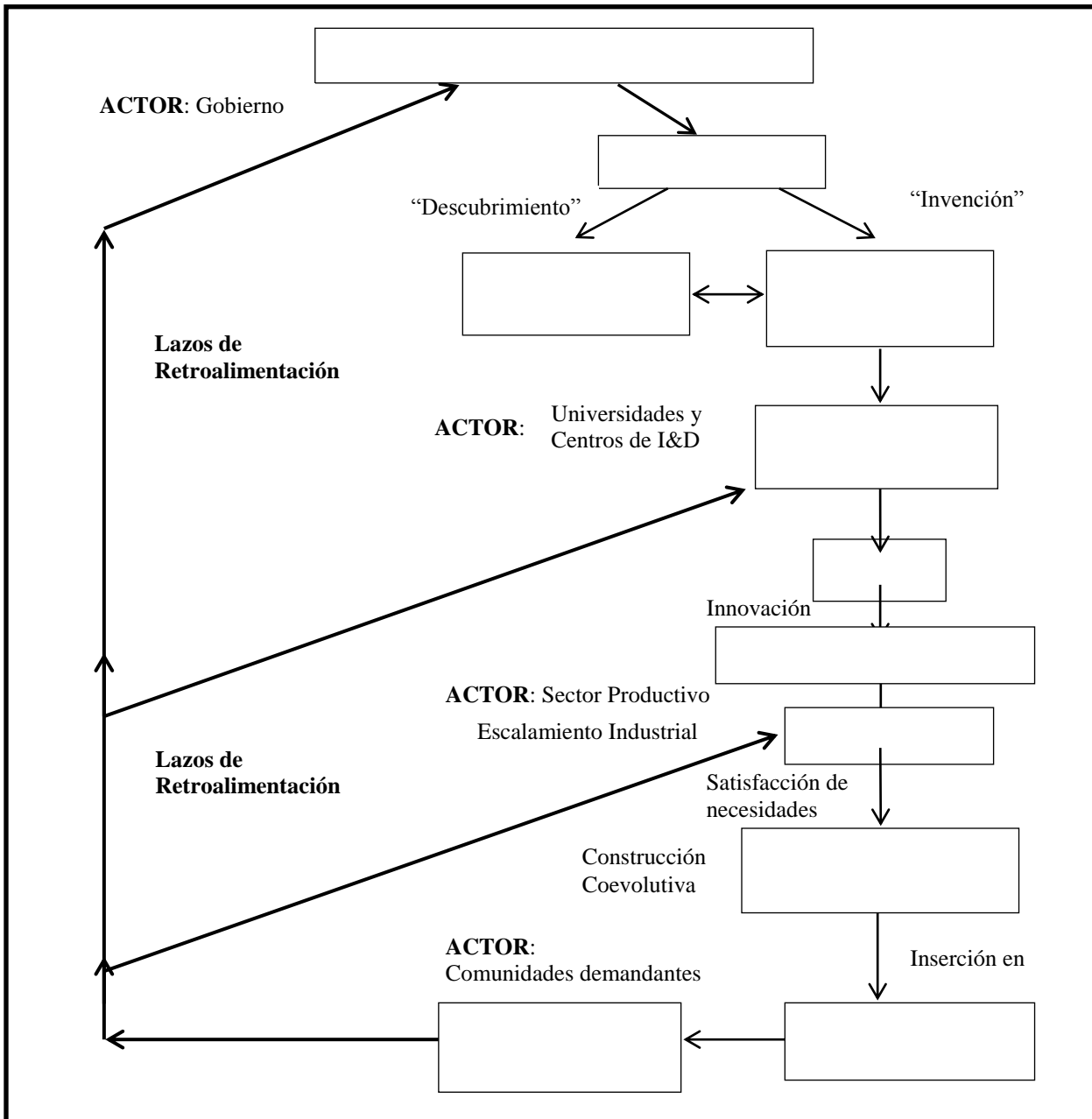
*“El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) es el conjunto de personas e instituciones públicas y privadas que coevolucionan en estrecha relación con el entorno, generando, aplicando y difundiendo recursos científico-tecnológicos con el propósito de transformar la realidad nacional hacia la Sociedad del Conocimiento”.*

Esta definición debe ser incorporada en una nueva versión de LOCTI y en los futuros planes de ciencia, tecnología e innovación para lograr coherencia e identidad por la vía del consenso entre actores dado que posee el indispensable elemento teleológico que constituye un vacío en los documentos oficiales actuales.

La realidad socioeconómica venezolana está en constante construcción y una adecuada gestión de políticas públicas en materia de CTI contribuye definitivamente en ese sentido. La lógica que emerge del análisis desde el enfoque cibernético implica una visión amplia que privilegia no a la adaptación ni a la evolución del SNCTI sino a la coevolución SNCTI-entorno. Hay que colocar en su verdadera dimensión e importancia lo que significa satisfacer las necesidades nacionales para impulsar una evolución dual activa y no solo una adaptación pasiva del SNCTI con la única meta de sobrevivir. El proceso de coevolución del SNCTI es complejo y debe

ser entendido e impulsado por los responsables en realizar la gestión de políticas públicas de CTI según se muestra en el esquema lógico-recursivo de la Fig. 2:

Fig 2: Proceso lógico-recursivo de coevolución SNCTI-Entorno.



Fuente: Elaborado por el autor (2018).

Todas las etapas y conexiones del diagrama anterior son fundamentales para el fortalecimiento de la cultura científico-tecnológica nacional y para la transformación de la realidad venezolana hacia la Sociedad del Conocimiento. Pueden entenderse

las ideas de coevolución desde el concepto de estigmergia (Aguilar, 2014:124-126). Se entiende como tal a los comportamientos coordinados emergentes mediados por eventos que ocurren en el entorno (sean éstos neguentrópicos o entrópicos). Un cambio en el medio estimula el comportamiento particular de los actores de forma que se presenta una cascada de acciones. Así entonces se interpreta al entorno como un “insumo activo” del proceso creativo de los actores y que no deben ser encapsulados por gestiones centralizadas. Es imposible que se produzca coevolución del SNCTI sin el entorno ya que el proceso como un todo implica la participación activa del sistema y el cambio simultáneo de dicho entorno hacia la complejidad, una como causa de la otra de forma recursiva.

Para los retos que enfrenta el SNCTI se requiere desarrollar su potencial de auto-organización de donde puedan emerger propiedades y comportamientos que propaguen procesos neguentrópicos y lleven al sistema a evolucionar con el entorno, proceso éste que lo hemos dado en llamar la “construcción coevolutiva de la realidad”. En la Sociedad del Conocimiento el sector empresarial industrial se involucra activamente en la planificación, organización, financiamiento y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico conjuntamente con las universidades y las comunidades demandantes basados siempre en las políticas públicas y planes emanados del Ejecutivo Nacional y asumidos de manera concertada entre todos los actores, logrando la necesaria coevolución para bienestar de la sociedad.

## Conclusiones.

La presente investigación abordó el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) venezolano como objeto de estudio. La problematización inicial puso en evidencia una serie de vacíos y fisuras en el funcionamiento del sistema, encontrándose contradicciones y deficiencias notorias en su desempeño por lo que se tomó la decisión de abordarlas estableciendo como objetivo general elaborar constructos teóricos que sirvan como referentes para explicar y sustentar el SNCTI venezolano. Este objetivo macro se cumplió al ser cubiertos cada uno de los objetivos específicos como se describe a continuación.

El primer objetivo estuvo referido a la descripción de las características sistémico-ciberneticas del actual SNCTI venezolano, este se cumplió como resultado del análisis de las entrevistas a los informantes expertos. El segundo objetivo permitió analizar los elementos estructurantes indispensables para que el sistema contribuya con el establecimiento de una cultura científico-tecnológica nacional. Estos elementos fueron identificados como las cuatro dimensiones surgidas del trabajo de campo y en particular del proceso de estructuración, a saber: Propósito del Sistema, Capacidad Competitiva, Relación Sistema-Entorno y Gestión del Sistema.

Con el tercer objetivo específico se logró explicar la actual gestión de políticas públicas del Estado y que (en principio) deben estar dirigidas fortalecer la capacidad

competitiva y la productividad científico-tecnológica en Venezuela. Los hallazgos muestran una serie de deficiencias que tienen que ver, entre otros aspectos, con un propósito no claro, planes nacionales sin el adecuado consenso, un marco legal interventor, una relación débil e inadecuada con el entorno y una gestión errática. El último objetivo permitió cerrar la investigación formulando constructos teóricos basados en la cibernética como referentes en el proceso de transformación de la realidad nacional. Dos constructos fueron logrados: el primero referido a la Teoría Fundamentada “del” actual SNCTI y el segundo planteado como una Teoría Coevolutiva “para” el sistema basada en la cibernética y centrada en su conceptualización, el potencial de auto-organización, la propagación de procesos neguentrópicos, la capacidad competitiva, la productividad y la coevolución sistema-entorno que permiten sustentar al SNCTI de forma que sea viable.

#### Referencias bibliográficas.

Aguilar, J. (2014). “Introducción a los sistemas emergentes”. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Vicerrectorado académico. Mérida.

Beer, S. (1977). “Diseñando la libertad”. Editorial Fondo de Cultura Económica. México.

Bolívar, A. (2007). “Los primeros problemas del analista: ¿Qué teorías? ¿Qué métodos? ¿Por dónde empezar?” en Análisis del Discurso. Bolívar, A. compiladora. Editorial CEC, SA. Colección de libros El Nacional/UCV. Caracas.

Bracho, C. (2018). “Fundamentación cibernética para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación”. Tesis doctoral presentada ante la Universidad Central de Venezuela. UCV-FACES. Caracas.

Casanova, R. (2015). “Libertad, emprendimiento y solidaridad. 10 lecciones de Economía Social de Mercado”. Editorial Alfa. Caracas.

CRBV (2000). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial No. 5.453 Ext. del 24/03/2000. Caracas.

Etkin, J. y Schvarstein, L. (2000). “Identidad de las organizaciones. Invariancia y cambio”. Ed. Paidós SAICF. Buenos Aires.

Gil Yepes, J.A. (2016). “Escenarios de Venezuela 2017-2030. Tomo III. De la Centro Democracia”. Ediciones de la Asociación Civil Centro Democracia. Caracas.

LOCTI (2005). Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial No. 38.242 del 03/08/2005. Caracas.

LOCTI (2010). Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial No. 39.575 del 16/12/2010. Caracas.

LOCTI (2014). Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Ext. No. 6.151 del 18/11/2014. Caracas.

ONCTI (2013). “Indicadores venezolanos de ciencia, tecnología e innovación 2012” Colección Boletines estadísticos No.1. Publicaciones MppCTI/ONCTI. Disponible: <http://oncti.gob.ve/images/publicaciones/obvd.pdf>. Consulta: 14/01/2015.

ONCTI (2016). “Indicadores venezolanos de ciencia, tecnología e innovación 2015” Publicaciones MppEUCT/ONCTI. Consulta: 07/07/2017. Disponible: <http://oncti.gob.ve/images/publicaciones/obvd.pdf>.

ONCTI (2017). “Boletín de indicadores venezolanos de ciencia, tecnología e innovación 2016 ”. MppEUCT/ONCTI. Consulta: 08/01/2018. Disponible: <http://www.oncti.gob.ve/images/boletines/IndicadoresCTI-2016.pdf>.

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2005-2030. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Caracas. Disponible <http://www.mct.gob.ve>.

I Plan Socialista 2007-2013. (Plan Nacional Simón Bolívar para el Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013). Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas.

II Plan Socialista 2013-2019. (II Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019 o Plan de la Patria). República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial No. 6.118 Extraordinaria del 04/12/2013. Caracas.

Reglamento parcial de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, referido a los aportes e inversión (2006). República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial No. 38.544 del 17/10/2006 (Derogado). Caracas.

Reglamento parcial de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, referido a los aportes, el financiamiento y su resultado, y la ética en la investigación, tecnología e innovación (2011). República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial No. 39.795, del 08/11/2011. Caracas.

RICYT (2017). “El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/latinoamericanos 2016”. Red de indicadores de ciencia y tecnología . Disponible: [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org) y [www.oei.es/histórico/divulgacióncientífica/el-estado-de-la-ciencia-2017/](http://www.oei.es/histórico/divulgacióncientífica/el-estado-de-la-ciencia-2017/). Consulta: 09/01/2018.

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). "Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada". Editorial Universidad de Antioquia. Colección Contus. Medellín. Colombia.