

TRANSFORMACIÓN INNOVADORA BAJO UN ENFOQUE COMPLEJO CUALITATIVO **ECOSISTÉMICO**

CONTEXTO, PENSAMIENTO, HERRAMIENTAS Y APLICACIONES

IGNACIO ENRIQUE PEÓN ESCALANTE • SILVERIO GARCÍA GARCÍA
IPN – ESIMEZ – SEPI – PIS • CIUDAD DE MÉXICO, 2020



Autores: Ignacio Enrique Peón-Escalante · Felipe Eugenio Morán Ramírez · Sandra Leticia Murillo Sandoval · Isaías Badillo Piña · Silverio García-García · Claudia Hernández-Aguilar · Mario Aguilar Fernández · Brenda García Jarquín · Jesús Michel Legal Hernández · Matilde Reséndiz-Castro · Pablo Emilio Escamilla García · Abel Muñoz de Luna · Francisco Javier Aceves Hernández · Julián Patiño Ortiz · Francisco Jaime García-Barrios · Fabiola Sandra Vela Vázquez · Francisco Omar Castillo Aniceto · Salvador Álvarez Ballesteros

Edición: Ignacio Enrique Peón-Escalante y Silverio García-García

Diseño de la portada: Monica Peón Díaz Barriga

Corrección de estilo: Tania Torres Gómez Tagle

Transformación innovadora bajo un enfoque complejo cualitativo ecosistémico. Contexto, pensamiento, herramientas y aplicaciones es un libro editado por Amapsi Editorial, calle Instituto de Higiene No. 56. Col. Popotla, Delegación Miguel Hidalgo. C.P. 11400. Tel. 5341-8012. ISBN: 978-607-7506-35-5. Editor responsable: Javier Armas. Sucre 168-2, Col. Moderna. Delegación Benito Juárez. C.P. 03510. Fecha de última modificación: 25 de noviembre de 2020.

Se permite la copia, distribución e impresión de este libro bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional de Creative Commons. No está permitido alterar este libro o crear trabajos derivados. Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales.

In memoriam

Dr. Ignacio E. Peón Escalante

Un gran promotor de la Sistémica (pensamiento, herramientas y práctica), pero sobre todo un gran ser humano que inspiró a muchas generaciones de alumnos y colegas con su cosmovisión humanística que trasciende la materia, la biología y llega a la espiritualidad. Donde quiera que se encuentre el Dr. Ignacio Peón sigue su camino hacia el constructo Omega, incrementando, a cada paso, su conciencia y complejificación, aplicando su visión diferenciadora para practicar su filosofía integradora.

Badillo-Piña I. y García-García S.

Contenido

Reconocimiento.....	7
Presentación.....	12
Dr. Ignacio Enrique Peón Escalante	
Prólogo.....	15
Dr. Ignacio Enrique Peón Escalante	
Introducción general.....	17
Primera Parte: Contexto natural y civilizatorio de los sistemas.....	21
1. Contexto coevolutivo de los ecosistemas naturales.....	22
I. E. Peón-Escalante	
2. Amenazas y oportunidades del contexto civilizatorio socioambiental contemporáneo.....	30
I. E. Peón-Escalante y F. E. Morán Ramírez	
Segunda Parte: Pensamiento Sistémico y Ecosistémico (el qué, la visión).....	44
3. Pensamiento y Conocimiento Presistémico y Sistémico.....	45
I. E. Peón-Escalante	
4. Hacia una definición del proceso emergente de la comunicación cibernética.....	56
S. L. Murillo-Sandoval, I. Badillo-Piña e I. E. Peón-Escalante	

5. Pensamiento para los Procesos de Investigación y de Acción-Investigación Transdisciplinario.....	82
S. García-García , I. E. Peón-Escalante y C. Hernández-Aguilar	
6. Pensamiento y conocimiento ecosistémico.....	92
I. E. Peón-Escalante	
Tercera Parte: Herramientas (Cómo: Procesos de transformación, métodos).....	109
7. Diseño de Herramientas Ecosistémicas hacia la Transformación Integral Sustentable.....	110
I. E. Peón-Escalante	
8. Dinámica de Sistemas: Historia, Concepto y Metodología.....	179
Mario Aguilar Fernández, Brenda García Jarquín y Jesús Michel Legal Hernández	
Cuarta Parte: Aplicaciones en Educación y Organización.....	195
9. Cibersistémica de la Educación por Competencias en el Rendimiento Académico	196
M. Reséndiz-Castro e I. E. Peón-Escalante	
10. Modelo del proceso de enseñanza-aprendizaje de una lengua extranjera.....	229
S. García-García e I. E. Peón-Escalante	
11. Prospectiva de matrícula estudiantil mediante la aplicación del modelo de dinámica del sistema en una institución de educación superior.....	253
J.M. Legal-Hernández , P.E. Escamilla-García, A. Muñoz de Luna y F.J. Aceves-Hernández	
12. Estimación de la Innovación de Empresas de Base Tecnológica en México.....	282
Mario Aguilar Fernández , Julián Patiño Ortiz y Brenda García Jarquín	

13. Modelo de sistemas viables para la gestión del crecimiento económico.....	296
F. J. García-Barrios e I. Badillo-Piña	
14. Aplicación organizacional sobre la Transformación Organizacional hacia la Calidad Integral y Sustentable (TOCIS) de complejas redes organizacionales socioambientales ecosistémicas.....	317
I. E. Peón-Escalante	
15. Las necesidades no vistas durante la pandemia en zonas rurales de México bajo una visión sistémica socio-técnica.....	351
F. S. Vela Vázquez, F. O. Castillo Aniceto, I. E. Peón Escalante y S. Álvarez Ballesteros	
Reflexión final.....	372

Reconocimiento

Los editores y autores de esta obra reconocen y agradecen la formación y el apoyo que han recibido del Instituto Politécnico Nacional, así como de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación y la Coordinación de los Programas de Posgrado en Ingeniería de Sistemas, los cuales se materializan en este libro.

Los Editores

Ignacio Enrique Peón-Escalante

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: ignaciopeon@gmail.com.

Silverio García-García

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: silverio.garcia@hotmail.com.

Los Autores

Ignacio Enrique Peón-Escalante

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: ignaciopeon@gmail.com.

Felipe Eugenio Morán Ramírez

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: felipe.moran@hotmail.com.

Sandra Leticia Murillo Sandoval

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: sandramsandoval@yahoo.com.mx.

Isaías Badillo Piña

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: ibadillop@gmail.com.

Silverio García-García

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: silverio.garcia@hotmail.com.

Claudia Hernández-Aguilar

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: clauhaj@yahoo.com.

Mario Aguilar Fernández

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la UPIICSA, CP. 08000, Ciudad de México. maguilarf@yahoo.com.

Brenda García Jarquín

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07738, Ciudad de México. jarquin_garcia@yahoo.com.mx.

Jesús Michel Legal Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07738, Ciudad de México. kovalebsky@hotmail.com.

Matilde Reséndiz-Castro

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: matilderesendiz@yahoo.com.

Pablo Emilio Escamilla García

Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA, CP. 08000, Ciudad de México. peescamilla@ipn.mx.

Abel Muñoz de Luna

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la UPIICSA, CP. 08000, Ciudad de México. amunozd@ipn.mx.

Francisco Javier Aceves Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: facevesh@ipn.mx.

Julián Patiño Ortiz

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: jpatinoo@ipn.mx.

Francisco Jaime García-Barrios

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: fgarciab1600@alumno.ipn.mx.

Fabiola Sandra Vela Vázquez

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: fvelav0900@alumno.ipn.mx.

Francisco Omar Castillo Aniceto

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: fra.castilloa@gmail.com.

Salvador Álvarez Ballesteros

Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Zacatenco, CP. 07300, Ciudad de México. e-mail: salvarez@ipn.mx.

Presentación

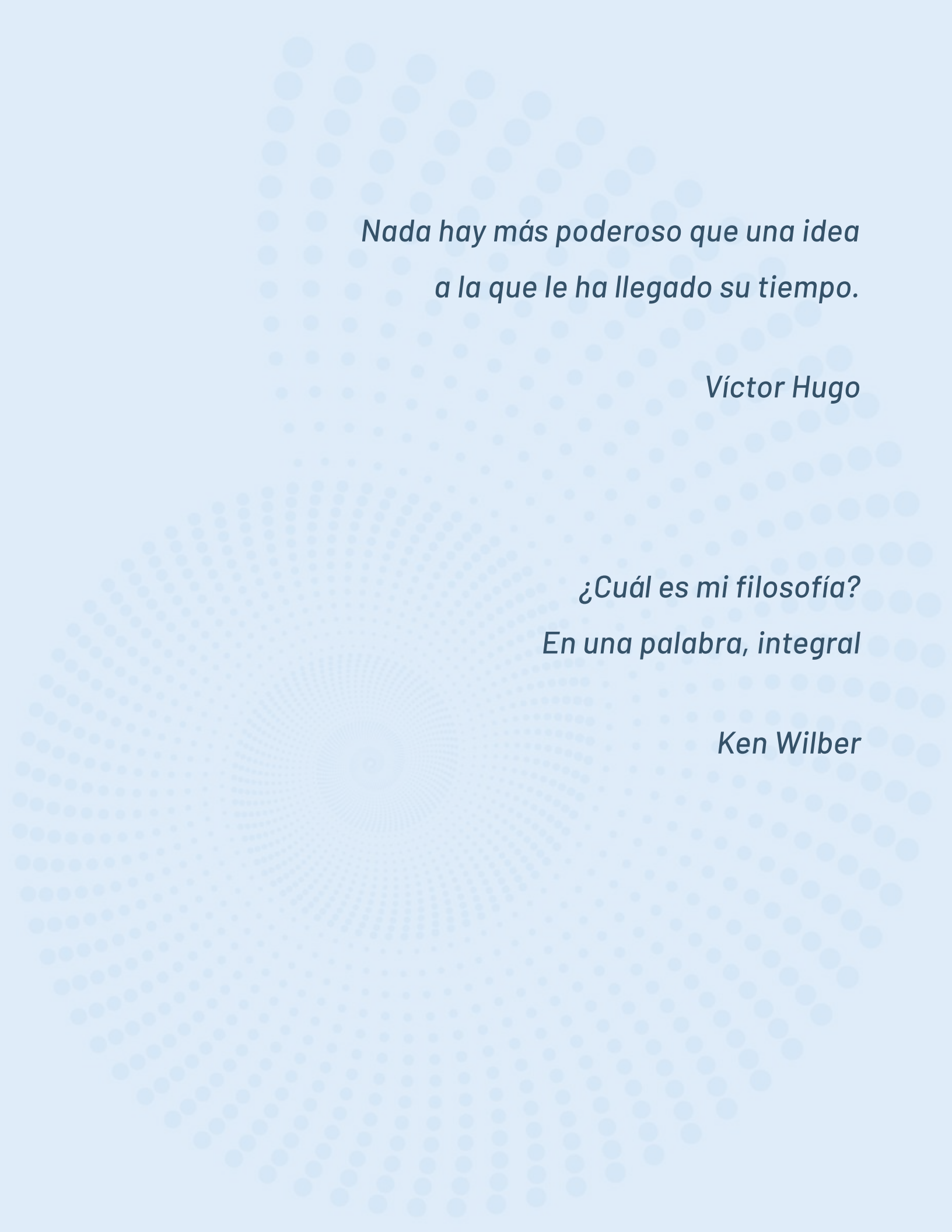
La forma o proceso sistémico de conocimiento se caracteriza por ser de integración. En vez de darle importancia solo a la diferenciación de distintas formas de conocimiento disciplinario y no disciplinario, busca comprender mejor, el complejo proceso de integración u organización, a fin de dar respuesta creativa a los complejos retos actuales de una aldea global cada vez más interrelacionada y dinámica. La ciencia sistémica es una forma de conocimiento sintético de segundo nivel, que se usa en el proceso permanente de vinculación transversal de las distintas formas de conocimiento de expertos teóricos y prácticos, de sus diversas visiones culturales y valores o del conocimiento transdisciplinario; es una forma transhistórica y transcultural de integración de las diferentes formas de conocimiento; es una meta-ciencia.

El conocimiento ecosistémico es un proceso emergente de conocimiento universal integral o sistémico diseñado para armonizar la relación de los sistemas socioambientales. Para su adecuada utilización requiere de la adquisición gradual de una cultura evolutiva sobre la etapa ecosistémica de la forma sistémica o integral de conocimiento universal. Es una forma más amplia y consciente de conocimiento que tiene un lenguaje específico que es necesario conocer y dominar para su correcta aplicación. Su pensamiento con visión ecocéntrica está respaldado para la transformación de todo tipo de sistemas socioambientales por un conjunto de herramientas metodológicas de transformación para enfrentar de forma oportuna, adecuada y creativa la grave y compleja situación actual de desequilibrio entre sociedad y naturaleza, mediante una visión más amplia y trascendente cualitativa de carácter ecocéntrico, que trasciende la limitada y peligrosa visión antropocéntrica predominante.

Como la casi totalidad de conocimientos sobre cultura sistémica está documentada en idioma inglés, y tomando en cuenta que el segundo idioma materno que más se habla en el mundo, después del chino es el español, el libro se orienta hacia la expansión de la cultura sistémica en este idioma. El proyecto editorial está impulsado por miembros de la Asociación Latinoamericana de Sistémica (ALAS) y del Posgrado del Programa de Ingeniería de Sistemas (PIS) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Dr. Ignacio Enrique Peón Escalante

*Profesor e Investigador del Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas,
IPN, Secretario de ALAS*



*Nada hay más poderoso que una idea
a la que le ha llegado su tiempo.*

Víctor Hugo

*¿Cuál es mi filosofía?
En una palabra, integral*

Ken Wilber

Prólogo

Este libro es el resultado del trabajo conjunto de distintos autores que trabajan sobre diferentes aspectos de la forma sistémica de conocimiento, que integra de forma complementaria una serie de capítulos sobre el tema de transformación innovadora bajo un enfoque complejo cualitativo Ecosistémico. Los autores participantes en el libro son un conjunto de profesores, alumnos y exalumnos del Posgrado en Ingeniería de Sistemas (PIS) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), junto con miembros de la Asociación Latinoamericana de Sistémica (ALAS) y un conjunto de líderes de proyectos socioambientales con visión integral o sistémica.

Cada autor y/o conjunto de ellos es responsable del contenido de su(s) capítulos sobre el contexto, pensamiento, herramientas de transformación y aplicaciones en los campos de educación y organización.

El libro está orientado a la documentación y difusión inicialmente en español de un conjunto de experiencias y conocimientos transdisciplinarios de expertos, teóricos y prácticos, así como de sus visiones culturales en distintas investigaciones y aplicaciones.

La forma de conocimiento transdisciplinario es incluyente, integra conocimientos teóricos disciplinarios e interdisciplinarios sistémicos de carácter universal con conocimientos tácitos de expertos prácticos en diferentes dimensiones de su contexto geocultural específico y las visiones culturales de los distintos tipos de participantes.

El libro describe la forma sistémica y ecosistémica de innovación integradora del conocimiento sistémico y ecosistémico bajo una visión ecocéntrica que busca la armonización entre sociedad y naturaleza. La forma ecosistémica de conocimiento busca dar respuesta innovadora compleja cualitativa a los importantes retos socioambientales del mundo contemporáneo.

Dr. Ignacio Enrique Peón Escalante

*Profesor e Investigador del Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas,
IPN, Secretario de ALAS*

Introducción general

El contenido del libro sobre transformación innovadora bajo un enfoque complejo cualitativo o ecosistémico comprende cuatro secciones, las cuales son:

1. Contexto natural y civilizatorio de los sistemas.
2. Pensamiento sistémico y ecosistémico (el qué, la visión).
3. Herramientas de transformación sistémicas y ecosistémicas (el cómo, el proceso transformador).
4. Aplicaciones en salud, educación y organización.

El paradigma sistémico es contextual o de sistemas abiertos. Por una parte, su contexto es la gran historia, donde los sistemas se integran y organizan en la etapa coevolutiva de los sistemas abióticos y bióticos, para transformarse en ecosistemas naturales integrados en la esfera de la vida o biósfera. Al emerger los sistemas conscientes y sus civilizaciones surgieron los ecosistemas socioambientales con sus formas de conocimiento y sus contradicciones, en forma de amenazas y oportunidades.

La amenaza y oportunidad de carácter estratégico más relevante del siglo XXI es el cambio climático; otras amenazas significativas interrelacionadas con el cambio climático son la actual pandemia del coronavirus y las enfermedades crónicas, las cuales tienen impactos multidimensionales, sobre todo en los campos interrelacionados de la salud y la economía. Todas estas amenazas sistémicas y otras vienen acompañadas con diferentes formas de violencia. La oportunidad es el desarrollo de una forma crea-

tiva de conocimiento complejo cualitativo para enfrentar un medio tan desequilibrado como el actual, por la miope y fragmentada visión del conocimiento humano actual de carácter antropocéntrico. Es el momento adecuado para el desarrollo de una forma de conocimiento con visión ecocéntrica o ecosistémica, a fin de enfrentar de forma oportuna y efectiva el más difícil reto del siglo.

En las etapas precivilizatoria y civilizatoria de los sistemas conscientes, gradualmente han evolucionado las formas de conocimiento humano que, de forma simplificada, para fines de este libro, se pueden clasificar en tres etapas: *la presistémica, la sistémica y la ecosistémica*. A su vez, la etapa presistémica se puede subdividir en tres subetapas que son la *empírica o tácita* de expertos prácticos sobre su contexto geocultural; la *filosófica-religiosa* trascendente con visión cósmica, espiritual y ética, que ha servido para regular las acciones de pequeños y grandes grupos humanos organizados y finalmente la etapa de la *ciencia analítica reduccionista*, que busca comprobar y documentar de forma explícita los descubrimientos y conocimientos de alcance universal.

La etapa sistémica, que tuvo su inicio a mediados del siglo XX, a su vez se puede dividir en dos subetapas: la primera es la *cibersistémica (CS)* del conocimiento abierto o contextual e integrador de las disciplinas teóricas y de la teoría y la práctica a través de la retroalimentación, comunicación o gobernanza cibernética. La segunda etapa del conocimiento sistémico es transhistórica, transcultural o transsistémica que integra las diferentes formas de conocimiento sistémico como conocimiento *cibersistémico transdisciplinario (CST)*.

La última etapa del conocimiento humano es la *ecocibersistémica transdisciplinaria (ECST) o ecosistémica*, que se está desarrollando a principios del siglo XXI en México, país mestizo, megadiverso, complejo y cualitativo. Su visión es ecocéntrica o de armonización socioambiental, bajo el marco teórico de la metáfora ecosistémica, que sirve de guía para el diseño de su pensamiento, herramientas de transformación y aplicaciones integrales, adecuadas al turbulento contexto actual.

El origen inicial del libro electrónico es un proceso de difusión de la cultura sistémica mediante un seminario que se ha impartido semanalmente desde 2018 entre miembros (profesores, alumnos, exalumnos) del programa de Posgrado de Ingeniería de Sistemas (PIS) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en colaboración con miembros de la Asociación Latinoamericana de Sistémica (ALAS). Las dos organizaciones tienen una trayectoria de más de medio siglo, en las que han estado involucradas en el proceso de desarrollo, enseñanza-aprendizaje, aplicación y difusión del conocimiento sistémico.

Ambas organizaciones han colaborado con organizaciones sistémicas internacionales que realizan de forma permanente congresos para intercambiar los avances sobre el conocimiento sistémico. Por ser un proceso educativo que fomenta la cultura sistémica y ecosistémica por medios electrónicos, se realizó un convenio con el Consejo de Transformación Educativa (CTE), asociación independiente que desde hace casi una década realiza encuentros educativos a nivel nacional e internacional sobre educación en todos sus niveles y en gran variedad de temas. El CTE ha publicado varias docenas de libros electrónicos sobre diferentes dimensiones temáticas de procesos educativos creativos.

La forma sistémica de conocimiento, o ciencia integradora de segundo nivel, sigue siendo poco conocida en el medio académico, científico y profesional a pesar de su amplia presencia y documentación internacional durante más de medio siglo. El libro electrónico en español busca documentar y difundir la cultura sistémica y ecosistémica, así como la visión compleja cualitativa que se está desarrollando en México, primordialmente en los países de habla española. Para lo cual las aplicaciones incluidas en este libro se agrupan en los procesos de educación y organización interrelacionados; en las primeras se incluyen la relación cibernética entre el currículo y la educación, el enfoque sistémico (pensamiento, herramientas y práctica sistémica) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una lengua extranjera y la modelación en la prospectiva de matrícula estudiantil usando dinámica de sistemas (DS).

Las aplicaciones sobre organización incluyen la modelación a través de las relaciones que existen entre diversas innovaciones tecnológicas, empresas de base tecnológica, centros de investigación, corredores industriales e incubadoras universitarias, la gestión del crecimiento económico a través del modelo de sistemas viables y la transformación organizacional hacia la calidad integral y sustentable.

Primera Parte:
Contexto natural y
civilizatorio de los sistemas

1. Contexto coevolutivo de los ecosistemas naturales

I. E. Peón-Escalante*

*Frente a un contexto cósmico,
el ciclo de vida de una planta o animal particular,
se manifiesta no como un drama completo,
sino como un breve interludio bajo un panorama de transformación
continua.*

Rachel Carson

Introducción

La gran historia coevolutiva de los sistemas probablemente se inició hace unos 13,800 millones de años a partir del Big Bang (BB), o de la gran expansión de materia-energía del universo en el espacio-tiempo. Su largo proceso coevolutivo (Darwin, 2009) en el tiempo, refleja la dinámica de diferenciación que genera identidades integradas de distintos tipos de sistemas adecuados a su medio particular. El proceso de integración creativa estructural de las distintas identidades complementarias es sinérgico (Corning, 2005), generando nuevos sistemas con creciente complejidad cualitativa

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

con propiedades emergentes. Un proceso coevolutivo holodinámico del que surgen identidades y síntesis en cada etapa evolutiva, que gradualmente embonan adquiriendo identidades más integradas, organizadas o complejas cualitativas.

Es un proceso creativo permanente de organización o complejificación, en donde se integran sistemas con identidades menos organizadas en sistemas más organizados, con mayor número de partes e interrelaciones. En el proceso coevolutivo, al integrarse los subsistemas, se convierten en sistemas y estos, a su vez, en una etapa más avanzada de la dinámica coevolutiva, se convierten en suprasistemas. Los sistemas son holos, es decir, totalidades formados por partes o subsistemas los cuales, a su vez, son parte de sistemas más organizados o suprasistemas. El proceso coevolutivo es holodinámico al transitar los sistemas de estados menos organizados hacia estados más integrados, organizados o complejos, con mayor nivel de consciencia, de unidad, con identidades permanentes o sustentables.

El Proceso Coevolutivo

El proceso coevolutivo integrador refleja la capacidad holónica u holodinámica de los sistemas para transformarse de forma permanente de estados simples a estados más complejos o integrados con mayor número de elementos o subsistemas, de sistemas no vivos (Miller, 1995) y vivos que conforman complejos ecosistemas naturales (Armijo, Gaso y Nava, 1996). Los ecosistemas naturales, al emerger los sistemas conscientes, se convierten en ecosistemas socioambientales. De este proceso permanente de diferenciación-integración surgieron y siguen coevolucionando los ecosistemas com-

plejos y la misma *Gaia*, el planeta como un ser vivo en equilibrio dinámico u homeostático. Lo anterior se propone en la hipótesis Gaia (Figura 1.1) del químico inglés James Lovelock (1991).



Figura 1.1 Gaia, metáfora de la biósfera como sistema ser vivo

La hipótesis Gaia es una metáfora que plantea la biósfera como un gran ser vivo, un sistema autopoiético que integra los ecosistemas naturales y civilizatorios territoriales, un ser vivo autorregulado a través de un proceso cibernético de equilibrio dinámico homeostático (Lovelock, 1979). Investigadores de distintos países del mundo diariamente enriquecen los conocimientos sobre los complejos procesos dinámicos evolutivos de estados simples a complejos en una gran variedad de dimensiones, y entre ellas, de la gran historia evolutiva que vincula a todos los sistemas en el tiempo, en su tránsito de estados simples a estados de creciente complejidad y consciencia.

En la gran historia coevolutiva han predominado los procesos lentos y graduales de transformación coevolutiva en la naturaleza; sin embargo, los cambios en ocasiones han sido sumamente turbulentos o catastróficos (Diamond, 2005), como cuando ocurrieron los cinco grandes desastres naturales en los últimos 500 millones de años, que transformaron de forma radical los ecosistemas naturales.

De forma simplificada se puede dividir la gran historia evolutiva de los sistemas del universo en dos grandes etapas, según la visión de Peón (2019) en la Figura 1.2, la etapa preconsciente de los sistemas naturales abióticos y bióticos y sus ecosistemas naturales y la etapa consciente o de la noósfera de ecosistemas naturales y civilizatorios y sus formas evolutivas de pensamiento y conocimiento consciente y trascendente.

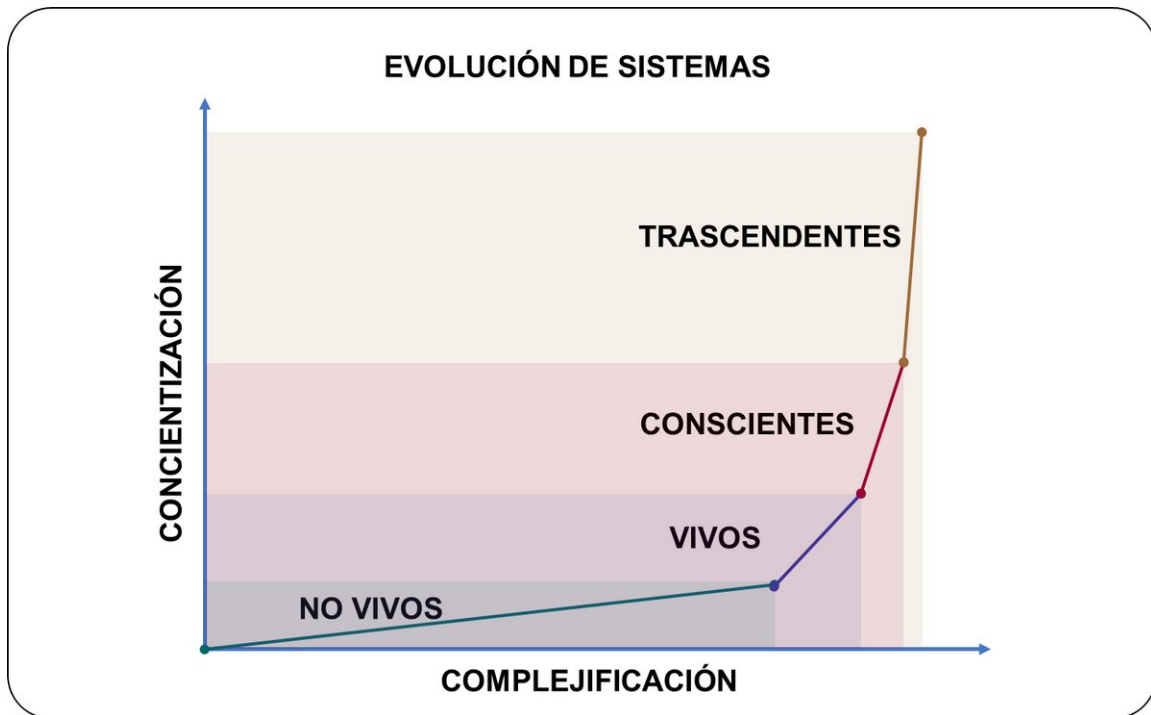


Figura 1.2 Proceso holodinámico de transformación de sistemas (Peón, 2019)

La Figura 1.2 es una interpretación de la complejificación-concientización, que vincula las propuestas evolutivas de la unidad total de los sistemas, del antropólogo francés Pierre Teilhard de Chardin (1963) y de la visión holodinámica u holónica del filósofo de la consciencia Ken Wilber (2005), que vincula de forma transdisciplinaria, transhistórica y transcultural la evolución de la gran historia en sus fases de transformación evolutiva de sistemas no vivos a vivos y a ecosistemas naturales y de transformación civilizatoria consciente y trascendente, como se puede observar en la Figura 1.3.

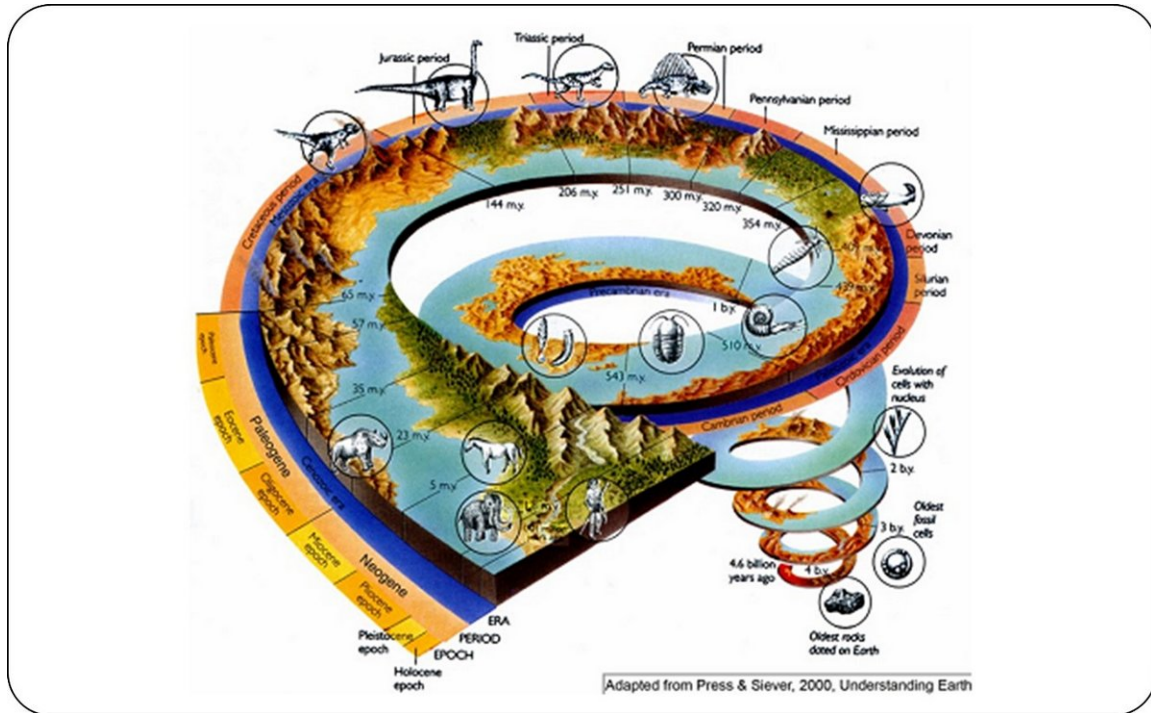


Figura 1.3 Modelo helicoidal holodinámico de la gran historia (Press & Siever, 2000)

En la Figura 1.3 se presenta un modelo con arquitectura helicoidal holodinámica del proceso transformador evolutivo de la gran historia, de estados simples a más integrados, organizados o complejos (Press & Siever, 2000). En este modelo holodinámico se representa un largo proceso gradual de cambio evolutivo de integración de sistemas de estados simples a sistemas de estados más integrados, organizados y complejos (Gell-Mann, 1994) en la gran historia con una arquitectura helicoidal.

Reflexiones preliminares

El proceso coevolutivo de integración sigue un patrón de cambio gradual proporcional de abajo hacia arriba, de sistemas simples que se integran con otros de complejidad semejante pero diferenciados y sinérgicamente complementarios. Es un proceso de diferenciación-integración, de complejificación-concientización entre sistemas no vivos y vivos para conformar ecosistemas naturales y ecosistemas conscientes (Kelly, 1999) y trascendentes socioambientales.

La etapa más reciente de la gran historia (Spier, 2015) de los ecosistemas socioambientales civilizatorios se puede dividir de forma simple en dos subetapas principales, cada una de ellas con sus formas características de conocimiento: la de la prehistoria previa a la emergencia de las civilizaciones que tiene más de 50,000 años de existencia y la civilizatoria que tiene una antigüedad aproximada de 5,000 años.

Referencias

- Armijo R, Gaso J, Nava R. (1996). *Ecosistema: La unidad de la naturaleza y el hombre*. México: Trillas.
- Corning PA. (2005). *Holistic Darwinism: Synergy, Cybernetics and the Bioeconomics of Evolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- Darwin C. (2009). *El origen de las especies por medio de la selección natural*. Zulueta, Antonio de (traducción)(1ª edición). España: Alianza Editorial.
- De Chardin, PT. (1963). *El fenómeno humano*, Madrid: Taurus.
- Diamond J. (2005) *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Books.

Gell-Mann M. (1994). *The Quark and the Jaguar-Adventures in the simple and the complex*. New York: Freeman.

Kelly SM. (1999) *From the complexity of Consciousness to the Consciousness of Complexity*. Paper 99142 submitted for the ISSS Meeting. P. R.

Lovelock J. (1991) *Healing Gaia: A practical medicine por the planet*. New York: Harmony Books

Miller JG. (1995) *Living Systems*. New York: Mcgraw-Hill Book Company.

Press, F., & Siever, R. (2000). *Lecture Notebook for Understanding Earth*. WH: Freeman.

Spier F. (2015) *Gran historia y el futuro de la humanidad*, 2ª edición. Chichester, West Sussex, Reino Unido, Malden, MA: Wiley-Blackwell.

Wilber, K. (2005) *Sexo, ecología y espiritualidad: el alma de la evolución*. Madrid: Gaia.

2. Amenazas y oportunidades del contexto civilizatorio socioambiental contemporáneo

I. E. Peón-Escalante* y F. E. Morán Ramírez

Introducción

En el mundo contemporáneo se han multiplicado y conectado de forma compleja un conjunto dinámico e interrelacionado de situaciones problema integrales o sistémicas, con probable impacto catastrófico planetario en un plazo cada vez más reducido. Por la gran turbulencia del entorno global actual han sido rebasadas las ineficaces soluciones a las situaciones problema de gobiernos locales, nacionales, internacionales y de centros de investigación. Por lo anterior se requiere el desarrollo de formas de conocimiento y de pensamiento de mayor alcance y complejidad para enfrentar de forma adecuada y oportuna las turbulentas situaciones problema actuales de alcance planetario.

Para ejemplificar lo anterior, se describen de forma selectiva e interconectada tres situaciones problema integrales o sistémicas, que tienen un crecimiento mucho más acelerado que las soluciones que se están desarrollando desde los principales ámbitos de poder y conocimiento, que son las siguientes:

1. Cambio climático acelerado.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

2. Crecimiento exponencial de enfermedades crónicas, y de la pandemia del Coronavirus.
3. Incremento de la violencia institucional y no institucional.

El *cambio climático* es el derivado de la elevación de la temperatura en el planeta que en las últimas décadas ha crecido de forma exponencial; se trata de una peligrosa amenaza de carácter catastrófico cada vez más cercana con un muy probable impacto socioambiental planetario devastador. Por lo anterior, científicos de todo el mundo y organizaciones socioambientales han levantado la alerta sobre esta gravísima situación mundial. Un conjunto de voces de ciudadanos conscientes de diferentes partes del globo con amplia información sobre la situación problema han manifestado públicamente que ha llegado el momento de declarar una emergencia climática a nivel global (Klein, 2014). Si se pretende aminorar de forma preventiva la desaparición masiva de las distintas formas de vida en las siguientes décadas de este siglo, es indispensable curar el planeta (Lovelock, 1991).



Figura 2.1. Desequilibrio natural y civilizatorio, hacia el colapso sistémico socioambiental (Google imágenes, 2020)

El acelerado incremento de la temperatura planetaria tiene su principal origen en el violento crecimiento económico impulsado por el uso intensivo de combustibles fósiles, el cual está dejando una destructiva huella ambiental. El rápido incremento de la temperatura global ha sido provocado principalmente por la aplicación del modelo neoliberal de crecimiento económico, que no toma en cuenta los límites ambientales del crecimiento. El modelo desarrollista de crecimiento económico ha sido propiciado principalmente por los principales grupos corporativos amafiados de poder privado y público con visión simplista a corto plazo, orientada a la obtención inmediata de beneficios económicos y de poder concentrado. No toma en cuenta las graves consecuencias de desequilibrio e inestabilidad social y ambiental a mediano y largo plazo (Figura 2.1), ni su probable colapso (Diamond, 2005).

Los grupos hegemónicos con sus políticas y acciones económicas a corto plazo han impulsado formas contaminantes de producción y transporte de productos ligadas al consumismo derrochador en su mayor parte suntuario, de los sectores con más recursos económicos de cada país y del mundo. La aplicación extensiva de este modelo económico acarrea graves consecuencias socioambientales multidimensionales. En el campo prioritario de la salud humana y ambiental la forma actual de crecimiento acelerado civilizatorio desequilibra la relación entre sociedad y naturaleza con un impacto devastador para todas las formas de vida, que puede hacer inhabitable (Wallace-Wells, 2019) el planeta y que genera una aguda situación de injusticia socioambiental y de emergencia climática.

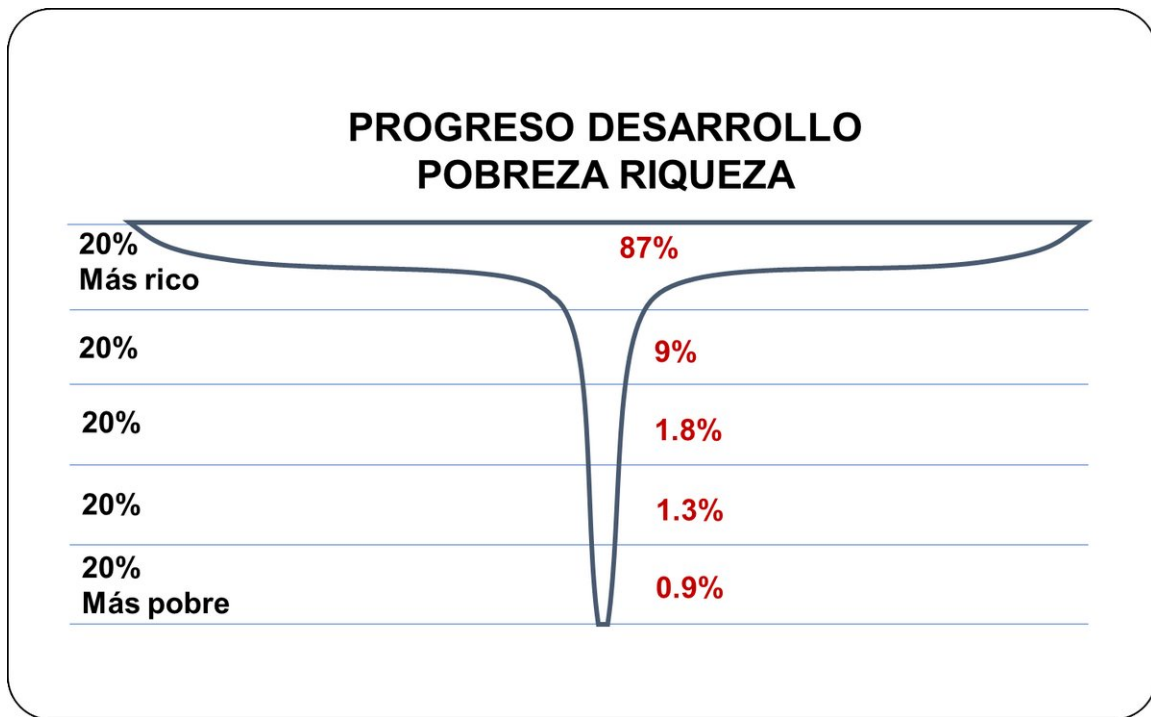
En paralelo, desde la segunda mitad del siglo XX el sistema global de salud ha sido afectado de forma sumamente intensa por el acelerado crecimiento de enfermedades crónicas, debido en gran parte a la producción y comercialización de comida chatarra en el proceso de globalización económica, el cual ha incrementado la morbilidad y mortalidad de grandes sectores de la población mundial y que pone en crisis a los sistemas de salud.

En la crisis pandémica actual del Covid-19, se ha comprobado que las personas más frágiles frente al impacto del virus son precisamente las que padecen *enfermedades crónicas* derivadas de la obesidad por malos hábitos de salud (Figura 2.2). Los malos hábitos de salud que generan obesidad y enfermedades crónicas han sido impulsados principalmente por corporaciones transnacionales con visión desarrollista neoliberal, las cuales producen de forma sumamente contaminante y comercializan productos de pésima calidad nutricional, tales como los refrescos y comida chatarra en el medio global.



*Figura 2.2. Obesidad, enfermedades crónicas y Covid-19
(Google imágenes, 2020)*

Para imponer el modelo neoliberal de desarrollo económico se ha recurrido a la violencia institucional y no institucional. Los estados más poderosos, poseedores de un amplio arsenal de destrucción masiva y aparatos de inteligencia, de propaganda, de vigilancia y de represión masiva, son los principales responsables de los diversos tipos de violencia en distintas naciones y a nivel global. La violencia ha sido utilizada en gran parte por los grupos políticos y económicos poderosos, políticos amafiados aliados con criminales de cuello blanco y del crimen organizado para conservar e incrementar su poder. Los abusos de los grupos de poder han generado una aguda polarización económica (Figura 2.3), acompañada de una creciente injusticia social y depredación ambiental.



*Figura 2.3 Copa invertida de champaña, metáfora de polarización económica
(Google imágenes, 2020)*

Por otra parte, ante las situaciones de abuso y desequilibrio han proliferado una gran variedad de pequeños grupos regionales de resistencia socioambiental, quienes defienden sus derechos frente a los impulsores de diferentes macroproyectos regionales que afectan las condiciones de salud comunitaria y ambiental.

A principios del siglo XXI abundan los ejemplos de la violencia institucional. Uno de los ejemplos más evidentes e ilustrativos fue la guerra contra Irak para apoderarse de su petróleo, bajo la falsa premisa y manipulación de la información, al afirmar que dicho país poseía armas de destrucción masiva. Desde hace más de un siglo y en época más reciente se han dado golpes de estado en países latinoamericanos como Brasil y Bolivia para apoderarse de recursos estratégicos, como los de la selva amazónica de

importancia planetaria, el petróleo y el litio y, en un futuro tal vez no muy lejano, de las abundantes reservas de hidrocarburos de Venezuela a través de represión económica, manipulación mediática y legaloide, y posiblemente intervención militar o paramilitar.

El modelo neoliberal de economía ha generado dinámicas que favorecen una enorme y creciente concentración de la riqueza y del poder; son procesos polarizantes por ser excluyentes para la mayor parte de los miembros de las sociedades que se mantienen a través de la violencia. Tienen un gran impacto en las condiciones y calidad de vida de las mayorías y en la sustentabilidad del medio natural. A través de macroproyectos corporativos se explotan de forma masiva los bienes naturales sin tomar en cuenta la sustentabilidad de los recursos, sus límites ambientales y sociales. Lo anterior ha causado y está causando una irreparable pérdida de la biodiversidad del planeta aunada a la contaminación del aire, agua y tierra, que amenaza la sustentabilidad de la vida y la paz social, como se ha expresado en el modelo prospectivo de dinámica de sistemas (Meadows, Randers, Meadows, 2004).

Oportunidades del contexto socioambiental actual

Bajo una forma de pensamiento creativo, las amenazas se pueden convertir en oportunidades de cambio. El colapso del sistema socioambiental actual genera oportunidades radicales de cambio que ya se están creando de forma cualitativa en todas las regiones del mundo. Para cambiar esta grave situación problema multidimensional de gran impacto planetario, es necesario manejar un mayor nivel de consciencia y responsabilidad socioambiental para evitar un gran colapso en los sistemas de sociedad y naturaleza, actualmente en un peligroso estado de desequilibrio.

Se requiere avanzar en los procesos de consciencia colectiva a través de formas de pensamiento más adecuado y complejo (Morin, 1992) frente a las situaciones problema actuales. En un mundo globalizado interrelacionado (Laszlo, 1995) se requiere del manejo de una forma integradora o sistémica de conocimiento complejo.

En este libro se describen de forma sintética tres oportunidades interrelacionadas de transformación ecosistémica en los campos de salud, educación y organización. No son solo diseños académicos de escritorio o de planeación especializada de organizaciones públicas o privadas, sino laboratorios de cambio multidimensionales de una gran variedad y cantidad de organizaciones independientes socioambientales; se trata de proyectos aplicados a escala reducida que se están probando, mejorando e interrelacionando bajo las condiciones reales del entorno actual en ámbitos locales, nacionales y globales.

El proceso radical de transformación ya se inició en forma paralela, aunque todavía permanece invisible para los ojos de la mayor parte de las personas; los cambios cualitativos con mayor nivel de complejidad y consciencia (Kelly, 1999) tienen esa característica (Gell-Mann, 1994). Los que funcionen gradualmente provocarán cambios socioambientales a todos los niveles. Como dice la teoría del caos (Gleick, 1987): cualquier cambio de orden (Prigogine, Stengers, 1985) por pequeño que parezca, cambia todos los sistemas y todo el futuro.

Como el libro es sobre procesos de transformación compleja cualitativa ecosistémica, en él se describe el cambio complejo cualitativo de la forma emergente de conocimiento ecosistémico que sirve de guía o faro para la acción transformadora. En el libro se describe su pensamiento, herramientas de transformación y algunas aplicaciones interrelacionadas en los campos de salud, educación y organización (Peón-

Escalante, 2015). No son planteamientos teóricos sino experiencias prácticas que se han estado realizando y mejorando por varias décadas en distintos ámbitos, desde el personal hasta el global. El libro busca documentar y difundir la forma creativa de transformación ecosistémica y de sus múltiples herramientas y aplicaciones en y entre todo tipo de sistemas bajo situaciones desastrosas (Peón-Escalante, Aceves, 2005).

El libro es una contribución compleja cualitativa a la forma de conocimiento sistémico internacional. En él se documenta y difunde la etapa emergente del conocimiento ecosistémico en proceso de diseño y aplicación cualitativa a escala reducida para enfrentar de forma más adecuada la desequilibrada y turbulenta situación actual socioambiental desde México, país mestizo y megadiverso, desde este espacio territorial de unidad en la diversidad.

Es una propuesta colectiva para intercambiar, documentar y difundir el proceso cultural sistémico y ecosistémico basado en contribuciones de personas con conocimientos transdisciplinarios (Nicolescu, 1996) teóricos, prácticos y culturales que tienen su origen en sus experiencias, conocimientos y visiones culturales, sobre todo en el ámbito mexicano y latinoamericano. Es un proyecto colectivo al que le ha llegado su tiempo.

La pandemia actual proporciona algunos indicios para la transformación radical hacia otro mundo posible. Es una oportunidad para una transformación radical de los sistemas. Los sistemas sociotécnicos de salud, educación y organización con el apoyo de las tecnologías de información y comunicación tenderán a mover más información que material y energía con menos uso del transporte de insumos y personas, con menos uso de energía y contaminación ambiental.



Figura 2.4. Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU 2000

La magnitud y creciente velocidad de las situaciones catastróficas globales implican un rediseño radical de los sistemas de gobernanza en todos sus niveles, bajo una visión crítica (Ulrich, 1991), propositiva y sobre todo activa en y entre todos los ámbitos de gobierno en sus distintas dimensiones temáticas y entre ellas. Se requiere impulsar las redes y redes de redes incluyentes, plurales o democráticas para corregir los graves desequilibrios de la polarización económica que generan miseria, muerte, conflictos y cambio climático. Se requiere una reingeniería que interrelacione los sistemas de salud, educación y organización como procesos ecosistémicos de unidad en la diversidad; un proceso radical de cambio personal, local y global en la acción y pensamiento complejo cualitativo con mayor nivel de consciencia individual y colectiva. Hay que lograr orden en un planeta bajo una peligrosa situación de caos

(Wheatley, 1999). Los Objetivos del Milenio propuestos por la ONU (Figura 2.4) son un modelo para otro mundo posible, en el que es necesario realizar cambios radicales en los sistemas de salud, educación, economía, ambiente y gobernanza.

Reflexiones preliminares

En síntesis, el contexto de los sistemas se puede dividir en dos grandes etapas.

1. La primera la del gran periodo co-evolutivo de la etapa de la gran historia (Spier, 2015), en la que se generaron los ecosistemas naturales complejos que vinculan a los sistemas abióticos y bióticos como ecosistemas naturales. La evolución de los sistemas de estados simples a estados más integrados, organizados o complejos (De Chardin, 1963), proporciona un gran aprendizaje (Gell-Mann, 1994) sobre la forma de transformación de los sistemas naturales en el proceso de conformación de los complejos ecosistemas naturales y de la biósfera o Gaia (Lovelock, 1991), en equilibrio dinámico u homeostático.
2. La segunda gran etapa es la de los ecosistemas civilizatorios conscientes (Wilber, 2005) socioambientales que vinculan a los sistemas abióticos, bióticos y conscientes (Kelly, 1999). Es la etapa precivilizatoria y civilizatoria de la humanidad en la que están presentes grandes amenazas y oportunidades.

Los ecosistemas naturales son como un gran rompecabezas en el que cada parte embona con las demás, con su medio en la proporción adecuada. El proceso dinámico co-evolutivo de sistemas abiertos es un proceso de auto-eco-organización en el que cada sistema (auto) embona con su medio (eco), alcan-

zando un mayor nivel de integración, organización o complejidad territorial en el espacio-tiempo. Para lograr la sustentabilidad estructural se requiere de un proceso sinérgico o de complementariedad entre las partes, un proceso cualitativo de unidad en la diversidad (Luhmann,1990b).

En la etapa de los ecosistemas socioambientales surgen las diferentes formas más complejas de conocimiento presistémica, sistémica y ecosistémica (Peón-Escalante, 2005), más adecuadas a los graves retos contemporáneos de un mundo globalizado, complejo y dinámico en profundo y peligroso desequilibrio socioambiental que requiere de una ecología de mente (Bateson, 1972).

Referencias

- Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*: New York: Bantam.
- De Chardin, PT. (1963), *El fenómeno humano*. Madrid: Taurus.
- Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Books.
- Gell-Mann M. (1994). *The Quark and the Jaguar-Adventures in the simple and the complex*. New York: Freeman.
- Gleick, J. (1987). *Chaos: making a new science*. New York: Viking.
- Kelly, SM. (1999). From the complexity of Consciousness to the Consciousness of Complexity. Paper 99142 submitted for the ISSS Meeting. P. R.
- Klein, N. (2014). *This changes everything*. Canada: Knopf.

- Laszlo, E. (1995). *The interconnected universe: Conceptual foundations of transdisciplinary unified theory*. New York: World Scientific.
- Lovelock, J. (1991). *Healing Gaia: A practical medicine for the planet*. New York: Harmony Books.
- Luhmann, N. (1990b). *The paradox of system differentiation and the evolution of society*. Alexander and Colomy, 409-440.
- Meadows D., Randers J., Meadows D., (2004). *Limits to Growth: The 30 year update*. Chelsea Green.
- Morin, E. (1992). *From the concept of system to the paradigm of complexity*. *Journal of Social, and Evolutionary Systems* 15(4), 371-385.
- Nicolescu, B. (1996). *La Transdisciplinariedad, Manifiesto*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C.
- Peón-Escalante, I.; Aceves, FJ. (2005). An auto-eco-organizational process, using the ecosystemic approach to address complex, and dynamic environmental disasters. Annual Meeting of the ISSS Cancún, México.
- Peón-Escalante, IE. (2015). *Transformación Integral de Organizaciones Complejas*. México City: Sociedad Cooperativa de Producción de Taller Abierto 2015.
- Prigogine, I., Stengers, I. (1985). *Order out of chaos*. New York: Bantam Books.
- Spier, F. (2015). *Gran historia y el futuro de la humanidad*, 2ª edición. Chichester, West Sussex, Reino Unido, Malden, MA: Wiley-Blackwell.

Stikker, A. (1992). *The transformation factor, toward an ecological consciousness*. New York: Element.

Ulrich, W. (1991). *Critical heuristics of social systems design & Systems thinking, Systems practice, and practical philosophy: A program of research*. Flood and Jackson (1991), 103-116 & 245-268.

Wallace-Wells, D. (2019). *The uninhabitable earth: Life after Warming*. Tim Dugan Books.

Wheatley, M.J. (1999). *Leadership and the new science: Discovering order in a chaotic world*. Berkley: Barret-Koehler.

Wilber, K. (2005). *Sexo, ecología y espiritualidad: el alma de la evolución*. España: Gaia.

Segunda Parte:
Pensamiento Sistémico y
Ecosistémico
(el qué, la visión)

3. Pensamiento y Conocimiento Presistémico y Sistémico

I. E. Peón-Escalante*

*En un mundo que está lleno de fracturas y divisiones,
necesitamos construir un futuro compartido*

Mori Naendra

Introducción

El conocimiento presistémico para fines de este libro se puede dividir en tres etapas del conocimiento que son: la empírica (E), la filosófica-religiosa (FR) y la científica-analítica (CA). Por su parte, el conocimiento sistémico se dividirá en dos etapas del conocimiento: la cibernética (CS) y la cibernética transdisciplinaria (CST). De ambas se delinearán su emergencia y transformación.

El pensamiento sistémico incluye y vincula las formas presistémicas de conocimiento de la humanidad, del conocimiento *empírico (E)* o tácito de los expertos prácticos en su contexto específico, del conocimiento trascendente *religioso-filosófico (RF)*, y de los conocimientos disciplinarios explícitos de los expertos teóricos especializados de la *ciencia analítica (CA)*, occidental básica y aplicada universalmente. Cada etapa del

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

conocimiento en forma de la dinámica holónica se convierte en una subetapa de la forma de conocimiento posterior, por lo cual, vista de forma integral, la etapa de conocimiento presistémico es *((E)RF)CA*). Una forma más amplia y profunda de conocimiento, la sistémica, que integra las tres etapas evolutivas de conocimiento presistémico y que se utiliza sobre todo en procesos de acción-investigación participativa incluyente y plural.

Emergencia y transformación del conocimiento presistémico

El origen de los sistemas de conocimiento y pensamiento surge a partir de la emergencia de las civilizaciones hace unos 5,000 años, al inicio de la prehistoria. Con la emergencia de los *homo sapiens-sapiens*, hace unos 50,000 años, surge la forma *empírica o tácita de conocimiento* de la etapa de los pequeños grupos o familias de cazadores y recolectores quienes, para sobrevivir de forma cotidiana en un medio con grandes amenazas y oportunidades, necesitaron no solo observar sus experiencias y su medio natural, sino interpretarlas y aprender de ellas; sin embargo, este enfoque de gran utilidad cotidiana es muy limitado por su alcance contextual y coyuntural de su medio y circunstancias inmediatas.

Al surgir la revolución agropecuaria se inicia el dominio de los seres humanos sobre la naturaleza gracias a la aplicación reflexiva y creativa de las experiencias directas con el medio natural (Spier, 2015). Para resolver sus necesidades básicas, sobre todo de alimentación, los seres conscientes desarrollan un proceso metodológico empírico de ver, juzgar y actuar. Los seres humanos, al observar los fenómenos naturales, pudieron ver u observar que las plantas surgían de las semillas cuando llovía; eso los impulsó a coleccionar semillas y plantarlas en época de lluvia para producir alimentos y

complementar sus actividades de cazadores y recolectores con la de agricultores. El resultado de esta innovación consciente fue lograr una mayor seguridad alimentaria, de la que se generó el crecimiento de la población humana y la formación de pueblos y ciudades.

Dichos pueblos y ciudades emergentes permitieron la aparición de sociedades humanas con actividades agropecuarias, las cuales garantizaban la estabilidad alimentaria y la supervivencia de las emergentes sociedades sedentarias con mayor tamaño y organización. En las sociedades sedentarias, algunas personas que tenían garantizada su supervivencia diaria contaron con más tiempo libre, por lo que pudieron iniciar actividades intelectuales planteando preguntas trascendentes más allá de lo inmediato y buscando su respuesta con visión amplia a largo plazo.

Con el tiempo, los pensadores organizaron y documentaron sus visiones y generaron sistemas de *conocimiento religioso y filosófico* para conocer e interpretar los fenómenos del cosmos, de la naturaleza y los comportamientos humanos de carácter individual y colectivo al iniciarse la etapa histórica del conocimiento. Elaboraron y documentaron modelos éticos colectivos para regular las relaciones en grupos humanos de mayor tamaño, alcance geográfico y complejidad. Las organizaciones y gobiernos de esta etapa histórica fueron en gran parte teocráticos, dominados inicialmente por visiones religiosas politeístas y eventualmente monoteístas de mayor complejidad, con visiones más amplias e integrales.

El siguiente brinco evolutivo del pensamiento fue la revolución científica tecnológica de los siglos XVII y XVIII, cuando se inicia y extiende esta forma de conocimiento que es la base de la etapa moderna de la historia a partir de la industrialización y aconteci-

mientos políticos como la Revolución Francesa, los cuales modificaron las formas de gobierno y transformaron su orientación teocrática hacia una forma de gobierno civil más racional y democrático.

La revolución científica analítica reduccionista de esta forma especializada de conocimiento y método proporciona objetividad y certidumbre con la forma de *conocimiento científico especializado o disciplinario con comprobación* y aplicación universal. Se globaliza la ciencia básica y aplicada innovadora que transforma los sistemas de salud, educación, transporte, energía, etc. Por el efecto de la revolución científica se conectan de forma cada vez más inmediata las distintas regiones del planeta, disminuye la mortalidad y morbilidad, lo cual generó un crecimiento explosivo de la raza humana. Se inician las formas de gobernabilidad nacional y global pública, privada y social, así como sus sistemas de salud educación y defensa.

Al mismo tiempo que se generan grandes adelantos por los descubrimientos científicos y tecnológicos emergen nuevas amenazas de alcance catastrófico, como la posibilidad de una guerra nuclear por la evolución y proliferación de armas con una gran capacidad de destrucción masiva cada vez más probable, como se expresa en el indicador del reloj del apocalipsis. Sistemas masivos de producción y consumo que afectan la salud humana y del planeta de forma brutal, como lo que ocurre con el crecimiento explosivo de enfermedades crónicas, contaminación de aire, agua y suelo, junto con la pérdida de la biodiversidad y crisis de justicia y cambio climático. Ante una situación aguda de catástrofe sistémica (Diamond, 2005) que cambia todo se requiere rediseñar las formas de pensamiento y conocimiento para enfrentar de forma más oportuna, adecuada y efectiva las turbulentas condiciones del entorno actual.

Emergencia y transformación de las formas sistémicas de conocimiento

A mediados del siglo XX, después de la Segunda Guerra Mundial, ocurre un cambio paradigmático revolucionario en las formas existentes de conocimiento occidental al emerger la ciencia o Teoría General de Sistemas (TGS) (Van Gigch, 1990). La TGS es una segunda etapa del conocimiento científico por su visión integradora, abierta y contextual. Inicialmente la emergente ciencia de sistemas se orientó al proceso abierto de integración o de síntesis interdisciplinaria teórica en forma paralela a la integración entre teoría y práctica, a través de la retroalimentación o comunicación cibernética.

Muy pronto convergieron la TGS y la cibernética como proceso cbersistémico (CS) multi e interdisciplinario que articula las disciplinas científicas a través de la TGS. Casi de forma simultánea se integran la teoría y la práctica a través del proceso de retroalimentación o comunicación cibernético, bajo las condiciones reales de cada medio dinámico, en su proceso abierto de cambio coevolutivo. La CS fue la integración inicial del conocimiento sistémico que continuó evolucionando. En este libro, la evolución de la sistémica se divide en dos etapas características que son: conocimiento cbersistémico (CS) y conocimiento cbersistémico transdisciplinario (CST)

Conocimiento Cbersistémico (CS)

La Figura 3.1 representa el conocimiento cibernético y sistémico o cbersistémico (CS); en la parte izquierda de la imagen se muestra a un timonel que mantiene el rumbo de una embarcación a través del manejo del timón para corregir oportunamente su rumbo frente a las condiciones cambiantes de su entorno. El origen de la

cibernética es la palabra griega *kybernetes* o timonel, que describe el proceso cibernético que vincula de forma dinámica la teoría, o modelo del rumbo planeado, con la práctica del rumbo real afectado por las condiciones dinámicas de su medio a través del manejo oportuno del timón para corregir oportunamente el rumbo de la embarcación. Es un proceso de gobernanza o de administración cibernética que vincula el objetivo, el modelo con la práctica a través de la retroalimentación o comunicación cibernética. El proceso cibernético fue creado por un grupo interdisciplinario de investigadores liderado por Norbert Wiener a mediados del siglo XX.

En la parte derecha del dibujo se representa el logotipo de la organización internacional sistémica: *International Society for Systems Sciences* (ISSS). Dentro de un círculo con una línea punteada se encuentra el símbolo de la integral. Representa a la Teoría General de Sistemas (TGS), que a mediados del siglo XX surgió como cambio paradigmático de la ciencia analítica reduccionista especializada por su novedoso enfoque abierto e integral.

Como algunos de los investigadores que crearon la Cibernética y la TGS a mediados del siglo XX de forma casi inmediata convergieron los dos cambios de la ciencia como cibernética, una ciencia de segundo nivel por su enfoque abierto dinámico contextual que integra disciplinas y la teoría y la práctica a través de la retroalimentación o comunicación cibernética.

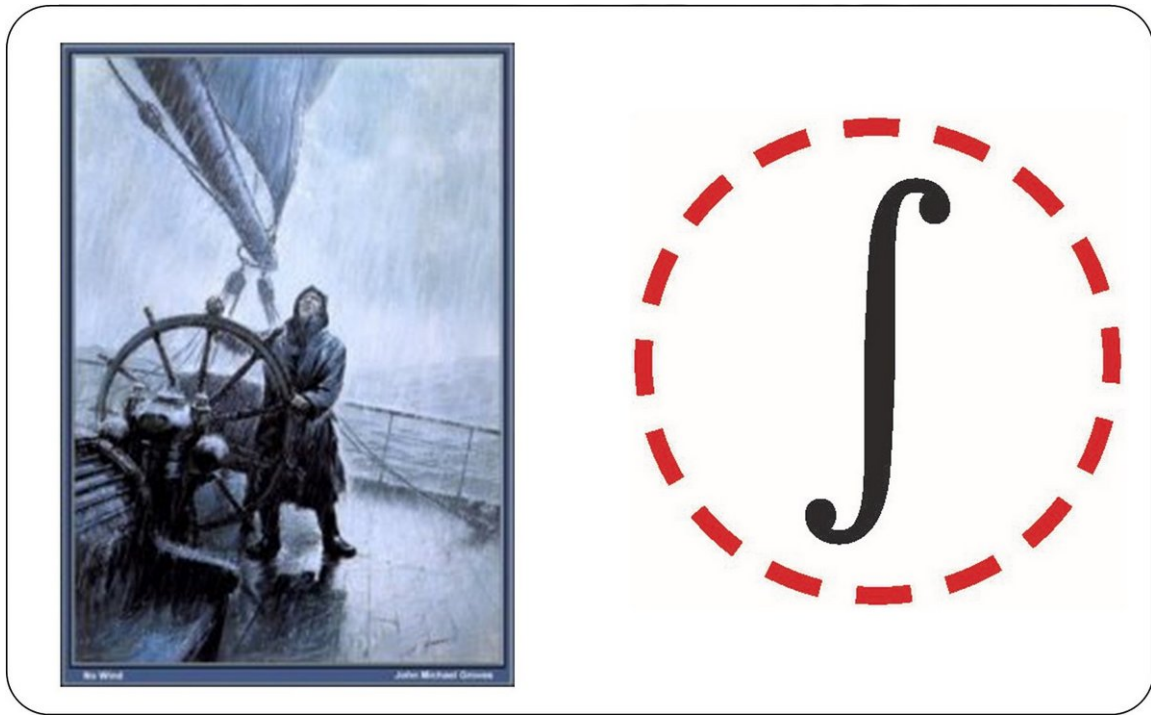


Figura 3.1 Cibernética (Peón, 2019)

En poco más de medio siglo la ciencia cibernética de segundo nivel ha seguido avanzando con la incorporación de diferentes dimensiones que la enriquecen, como son las teorías de caos y la complejidad, una gran variedad de modelos, métodos y metametodologías sistémicas, la cibernética de segundo nivel, junto con aplicaciones diversas entre una gran variedad de conocimientos disciplinarios y multidisciplinarios, así como entre distintos sistemas territoriales e interterritoriales de todo tipo.

Se ha comprendido mejor la TGS, por su enfoque abierto e integrador, que la cibernética, la cual se confunde con la computación, con la automatización y con las tecnologías de información y comunicación o TICs. Poco se conoce el enfoque socio-técnico de la administración cibernética, practica-teórica y dinámica contextual. En el

medio académico se le da importancia secundaria a la práctica y en el medio profesional a la teoría. Los medios académico y profesional están escasamente vinculados, no tienen el enfoque integrador de comunicación cibernética.

Conocimiento Cibersistémico Transdisciplinario (CST)

La siguiente etapa significativa de la evolución del conocimiento CS surge a finales del siglo XX, cuando se incorpora en la sistémica la forma transhistórica y transcultural del conocimiento transdisciplinario (Nicolescu, 1996) teórico-práctico y cultural que trasciende la etapa CS del conocimiento integral occidental al incorporar distintas formas del conocimiento civilizatorio multicultural teórico, práctico y cultural. La reciente etapa de finales del siglo XX del conocimiento cibersistémico transdisciplinario (CST) trascendió la etapa del conocimiento CS. Los avances de la ciencia de sistemas son continuos, cada etapa nueva integra de forma holodinámica las formas anteriores de conocimiento y de forma creativa las transforma (Peón-Escalante, 2015) y trasciende al integrarlas de forma creativa. En la Figura 3.2 se ilustra la metáfora de la aplicación grupal transdisciplinaria participativa incluyente de transformación práctica-teórica integral (Peón, 2019).



Figura 3.2 Metáfora de la aplicación grupal transdisciplinaria
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>, 2020)

Reflexiones preliminares

Los procesos de transformación integral participativa práctica-teórica que realizan grupos heterogéneos de personas que metafóricamente se pueden representar de diferentes colores (Figura 3.2) por la variedad de conocimientos y visiones, como expertos sobre su contexto geocultural y sobre conocimientos teóricos más amplios de carácter universal, requiere necesariamente de la utilización de la forma amplia, plural e incluyente del conocimiento transdisciplinario y de métodos participativos de acción-investigación. Implica el manejo de procesos grupales en los que diferentes tipos de expertos complementan y consensan sus variados conocimientos a través del

diálogo creativo, abierto e incluyente, en todas las etapas de intervención sobre sistemas reales dinámicas, para su transformación creativa integral a corto, mediano y largo plazo.

Referencias

- Corning, PA. (2005). *Holistic Darwinism: Synergy, Cybernetics and the Bioeconomics of Evolution*. Chicago: University of Chicago Press 2005
- Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Books.
- Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar-Adventures in the simple and the complex*. New York: Freeman.
- Hammond, D. (2003). *The Science of Syntesis: Exploring the social implications of General Systems Theory*. Colorado: University Press.
- Kuhn, T. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Maturana, H, Varela, FJ. (1979). *Autopoiesis and Cognition*. Boston Studies in the Philosophy of Science. Boston: Mass
- Meadows, D., Randers, J., Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30 year update*. Chelsea Green.
- Morin, E. (1992). From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of Social, and Evolutionary Systems* 15(4), 371-385
- Nicolescu, B. (1996). *La Transdisciplinariedad, Manifiesto*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C

Peón-Escalante, IE. (2015). *Transformación Integral de Organizaciones Complejas*. México: Sociedad Cooperativa de Producción de Taller Abierto.

Van Gigch, J. (1990), *Teoría General de Sistemas*. México: Trillas.

Wheatley, MJ. (1999). *Leadership and the new science: Discovering order in a chaotic world*. Berkeley: Barret-Koehler.

4. Hacia una definición del proceso emergente de la comunicación cibernética

S. L. Murillo-Sandoval*, I. Badillo-Piña e I. E. Peón-Escalante

Introducción

El propósito del siguiente texto es describir el proceso de la comunicación al entenderla como un sistema que resulta de la interacción de diversas entidades. El enfoque teórico propuesto se basa en la propuesta de Wilber (2005) sobre los dominios de la realidad, la teoría de los sistemas vivientes de Miller (1965) y la ley de la variedad requerida de Ashby (1958). El proceso metodológico tiene como objetivo determinar los atributos asociados al objeto comunicación dentro de la sistémica. Se presenta una primera aproximación al sistema conceptual, el sistema concreto y el modelo para observarlo no será desarrollado aquí. Este artículo contribuye a delinear ontológica y epistemológicamente al sistema de la comunicación y propone a la comunicación como sistema emergente.

La cibernética (*Kybernetes*) es junto con la Teoría General de Sistemas el origen del pensamiento, herramientas de transformación y aplicaciones de la sistémica en cada contexto dinámico y entre ellos. Son el origen de la cibernética (CS) que a través de la comunicación en sentido amplio, que integra de forma abierta a los sistemas con su medio a los conocimientos teóricos de forma interdisciplinaria y a la teoría y la práctica a través de la retroalimentación o la comunicación.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

El origen del término Cibernética es la palabra griega *Kybernetes*, que significa timonel. El timonel es el que corrige el rumbo real de un barco para acercarlo al rumbo planeado o teórico. En los gobiernos existen tres poderes interrelacionados para la gobernanza que son: el poder Legislativo que define el modelo o guía teórica para la acción, el poder Ejecutivo que implementa las acciones y el poder Judicial que vincula a través de la retroalimentación o comunicación cibernética la teoría y la práctica en contextos reales cambiantes, buscando conservar oportunamente el equilibrio de los sistemas en los que se interviene. El cibernético inglés Stafford Beer (1985) ha bautizado este proceso con el nombre de Administración Cibernética para la gobernanza de todo tipo y entre todo tipo de sistemas.

En el libro *¿Qué es la vida?* del premio Nobel de física Erwin Schrödinger, el autor se concede a sí mismo permiso para hablar acerca de ciertos ámbitos de la ciencia en los cuáles no es experto, pero reconoce la importancia de tratar de conectarlos a su ámbito de expertismo. Explica que el científico se presenta como alguien que debe poseer un conocimiento completo y profundo y, en consecuencia, se espera que no escriba sobre lo que no conoce a profundidad, donde no es experto. Sin embargo, propone que existe la necesidad de que los científicos intenten tomar ideas de otros campos para trabajar en el conocimiento unificado y universal que se da a través de la difícil tarea de sintetizar hechos y teorías. Schrödinger se ve a sí mismo como un físico ingenuo que intenta hablar de biología para tratar de entender precisamente qué es la vida. De la misma manera, en este texto los autores se proponen como comunicólogos ingenuos, pues intentan abordar conceptos de la física, la biología y las ciencias sociales para tratar de entender cuáles son los atributos de aquello que consideramos comunicación.

Schrödinger (1944) reconoce que una de las dificultades mayores será el lenguaje que se use para la síntesis debido a que el lenguaje está diseñado a la medida del científico: “nadie se siente cómodo cuando no puede emplearlo y tiene que sustituirlo con otro”. Es por eso por lo que en este texto los autores intentan evitar compromisos disciplinarios recurriendo al lenguaje transdisciplinario de la ciencia de sistemas. La sistémica ayuda a comprender cómo un conjunto de entidades relacionadas a través de un fin común, interactúan con otras entidades en contextos específicos. Tales entidades pueden ser: materia, energía e información; objetos, conceptos, sujetos; estructuras, procesos y objetivos; en tanto que un sistema es un agregado de entidades, viviente, no viviente o ambas. La sistémica se presentaría como la herramienta ideal para la síntesis, es decir, una meta-ciencia que permite llevar a cabo un proceso de distinción o de diferenciación de cada uno de los elementos o atributos del sistema, para posteriormente integrarlos de forma coherente al interrelacionarlos.

En principio, el enfoque será observar el sistema de la comunicación como un sistema abstracto para, en un proceso posterior, ver cómo opera como un sistema concreto. El criterio por seguir, entonces, se plantea a partir de una línea de tiempo o lo que se va a nombrar como una historia de ideas sobre la comunicación, las cuales han sido los alcances y limitaciones de las propuestas y los modelos, pruebas, objetos y conceptos. Es decir, una serie de criterios que permitirán apreciar diferencias para buscar su integración adecuada. La razón por la que los autores buscan llevar a cabo un proceso de integración es la necesidad de entender a qué estamos tratando de responder cuando definimos la comunicación. *¿Cuál es la pregunta dominante que deben responder?* (Chang, 1996) a que responden las diferentes perspectivas teóricas que inundan el campo académico de la comunicación, un aproximado de 400 “teorías”, o como las nombra Vidales (2013) más adecuadamente, discursos históricos. Es evidente que una

disciplina no debería tener 400 discursos a los que llame teorías; sin embargo, el objetivo del artículo no será distinguir qué es una teoría y qué no, al contrario, lo que se busca es revisar dentro de esos cuerpos de ideas cuáles son los atributos básicos del concepto con el fin de integrarlos. Para proponer una primera proposición se utilizarán las definiciones sobre la comunicación en la Ciencias de Sistemas.

Nuestro punto de partida sobre el sistema de la comunicación es que se presenta como un componente de la realidad que puede ser observado desde estados más simples a estados más complejos o integrados. La comunicación se considera un atributo que abarca y que relaciona los sistemas no vivos, los sistemas vivos y los sistemas conscientes; que involucra una variedad de estados posibles (Ashby, 1962); que genera o provoca comportamientos actuales o potenciales. Su comportamiento como sistema y su interacción con otros sistemas anidados u holones lo hace dinámico, lo que implica su definición como un proceso integrador que se presenta en el tiempo. En la ciencia de sistemas todos los procesos se consideran sistemas dinámicos, o bien son considerados un sistema de procesos, ya que esa relación entre entes es de intercambio, de comunicación amplia o cibernéticos. Es por estas características que la comunicación será entendida como el resultado emergente o sinérgico de la interacción de diversos estados objetivos (de la materia y energía) y subjetivos (consciencia) y sus procesos de transformación.

De la idea al concepto de la comunicación

Para comprender mejor el proceso de pasar de la idea al concepto de comunicación se describe a continuación el intento de Peters (1999) por rastrear la fuente de las ideas modernas de la comunicación. La comunicación es un concepto que se empezó a tra-

bajar a principios del siglo XX. Aunque existen textos (sobre todo didácticos) donde se plantea la existencia de procesos comunicativos en las cavernas asociados al desarrollo del lenguaje o desarrollos conceptuales, sobre todo en la retórica que hablan de la comunicación, es sólo la aplicación de un concepto moderno a una realidad concreta de tiempos pasados. Peters (1999) explica que la comunicación se volvió tan problemática debido a los modos de narración histórica usados: uno de ellos preconstituido a partir de causas y efectos que funcionan dentro de un espacio-tiempo homogéneo, a esto le llamó historicidad.

Siguiendo a Peters (1999) el autor encuentra que la idea de la comunicación de persona a persona surgió a la sombra de la comunicación mediatizada, es decir, la comunicación de masas llegó primero. Al parecer el término, al ser impreciso, se ha llenado de lugares comunes dentro del discurso contemporáneo. Lo que resulta en la utilización de un término mal formado e indiferenciado que, en algunas ocasiones, se expresa mejor al interior de otros textos donde ni siquiera se usa el término comunicación. Así, según Peters, el concepto comunicación derivado del latín *communicare* entró en la lengua inglesa en los siglos XIV y XV, y significaba impartir, compartir o hacer común. En la retórica clásica el latín *communicatio* no representaba la mente o los símbolos o el reconocimiento mutuo, sino implicaba cosas tangibles y en algunas ocasiones se utilizaba para hablar de una simulación de diálogo. De ahí que Peters (1999) identifica algunos de los términos usados para hablar de la comunicación:

- Impartir: el cual hacer referencia a un proceso dialógico o interactivo (participación como acto expresivo que no requiere respuesta).
- Conexión o vinculación (variedades de los tratos humanos).

- Transferencia o transmisión (transferencia de entidades físicas y posteriormente psíquicas unidireccionales).
- Intercambio (como transferencia multiplicada por dos).
- Modos e interacción simbólica (logos: nuestra relación de significación).
- Comunicaciones (definición práctica. Instituciones donde las ideas, la información, las actitudes, se transmiten y se reciben).
- Comunicación (en su acepción singular. Proyecto de reconciliar al yo con el otro).

Es interesante hasta el momento que lo que llamaron comunicación existía en referencia a diversos objetos, los cuales tienen ciertas implicaciones como la noción de relación, de reciprocidad, de reconciliación, de las relaciones entre el "yo" y el "otro". Llegados a este punto, las categorías del yo y el otro, así como del plural y el singular, se refieren a un tipo de relación que se desarrollará más adelante con la propuesta de los cuatro cuadrantes de Ken Wilber (2005). Por el momento es interesante que, en la década de los veinte, el debate filosófico se centró en la diferenciación de la comunicación como:

- Proceso de compartir elementos mentales siempre pensando en la relación entre dos personas (la idea de la comunicación del yo con el yo salió del debate);

- Comunicación como constituyente de relaciones, en términos de la práctica del sujeto no de compartimentos mentales (Peters, 2014). De ahí que según Peters la comunicación se presenta como el logos de la condición humana fundamentalmente comunicativa.

Un ejemplo donde se puede verificar otra serie de términos o acepciones relacionadas con la comunicación se encuentra en un texto de 1970 escrito por Frank E. Dance y publicado en *The Journal of Communication*. Aquí, el autor se propone hacer un estudio del concepto comunicación para ver sus componentes esenciales y hacer una síntesis. Explica que un concepto es “una imagen mental abstraída de preceptos y que generalmente se basa en un proceso inductivo original basado en una realidad objetiva” (p. 202). Lo que genera una distinción entre los conceptos comunes que vienen de un ejercicio empírico y los conceptos científicos que, se supone, cubren más aspectos de la experiencia, los cuáles se convierten en atributos de lo observado. Dance encuentra 15 temas principales. De ahí la siguiente lista de componentes de la Tabla 4.1:

Tabla 4.1. Conceptos principales sobre la comunicación en Dance (1970)

Símbolos en el discurso verbal	Entendimiento	Interacción, Relaciones, Procesos Sociales
Reducción de la incertidumbre	Proceso	Transferencia, Transmisión, Intercambio
Enlace, Unión	Comunalidad	Canal, Portador, Medio, Ruta
Replicante (o reproducción de algo), Memoria	Respuesta discriminativa Modificación del comportamiento, Respuesta Cambio	Estímulo
Intención	Situación temporal	Poder

Según Dance, hay tres puntos de escisión conceptual en lo encontrado: (i) el nivel de observación; (ii) la presencia o ausencia de la intención en la parte del emisor; (iii) el juicio normativo del acto (bondad-maldad, éxito-fracaso).

Lo que lleva al autor a concluir que hay componentes contradictorios o mutuamente excluyentes, por lo que su propuesta, entonces, es que se deberían crear familias de conceptos en donde se separen comunicación, comunicación humana, comunicación animal, etc. Donde cada grupo tenga la lista de atributos: actitudes, opiniones, creencias, entre otros. Esta propuesta y otras como la de Craig y su metamodelo o matriz parecen buenas, hasta que se llega a la parte de la definición de qué es comunicación. Ya existe un extenso cuerpo de conocimiento (que llaman teorías) que está buscando organizar, con alguna lógica práctica, los conceptos, teorías y principios epistemológicos, entre otros. Es difícil pensar en otra buena propuesta si no se maneja el principio básico de entendimiento, con el que toda una disciplina y sus investigadores estén de acuerdo.

En todos los casos es muy complicado distinguir entre términos, conceptos, teorías y modelos, pues al parecer todo se ha mezclado en vías de la construcción de un legado teórico que, lejos de funcionar como tal, lo único que ha generado es confusión. Es por eso por lo que parte de la propuesta, al hacer la observación, es clarificar dentro del campo cuando se explica un término, un axioma, un postulado o una teoría, lo cual permitiría saber en qué grado de construcción se encuentra la propuesta. Esto es posible si se sigue el programa deductivo de Alfred Tarski (1945). Según Tarski deben existir ciertas condiciones generales bajo las que la estructura de un lenguaje se considere perfectamente especificada. De tal suerte que “para especificar la estructura de un lenguaje, tenemos que caracterizar de forma inequívoca la clase de palabras y expresiones que van a ser significativas” (p. 5). Lo primero que se observa es que, en los diversos textos de la comunicación, esta se presenta como un término no especificado, en algunas ocasiones como un axioma y sólo algunos se presentan después como un teorema u oración probable que no tiene pruebas.

El concepto de comunicación en el dominio de sistemas

En la Enciclopedia de Sistémica y Cibernética editada por Charles François se encuentran 15 definiciones sobre comunicación, vía 16 teóricos diferentes dentro de la disciplina. Al revisar las fuentes es poco probable que encontremos que alguno de los libros citados tenga por nombre “teoría de la comunicación”; sin embargo, trabajan con el concepto. Aquí sólo pondremos la síntesis de cada concepto y los elementos que nombra, los cuales se pueden observar, distinguir y relacionar con lo que ya hemos mencionado. Al igual que antes, encontramos diferentes observaciones de la “comunicación como” y referencias a diversos “objetos” (mensaje, “otro”, transmisor...) que se usan como otros conceptos que acompañan a la definición.

La *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics* (IES) editada por Charles François organiza bajo cinco diferentes niveles de observación cada definición: (1) Información general; (2) Metodología o Modelo; (3) Epistemología, Ontología y Semántica; (4) Ciencias Humanas; (5) Orientación Disciplinaria. Y se presentan en enunciados de la comunicación entendida como:

- Comunicación y comportamiento (*Communication and behavior*)¹⁻⁴
- Comunicación como contexto (*Communication as a context depending*)¹⁻²
- Comunicación (*Communication (layers of)*)¹⁻¹
- Comunicación (*Communication (line of)*)¹⁻⁴
- Comunicación, Proceso y Significado (*Communication Process and Meaning*)³⁻⁴
- Teoría de la Comunicación (*Communication theory*)¹⁻³⁻⁵
- Comunicación (*Communication (failure in human)*)⁴
- Comunicación Humana (*Communication (human)*)⁴
- Meta-Comunicación (*Communication (Meta-)*)⁴
- Sistemas de Comunicación humana (*Communication systems (human)*)⁴
- Modos Comunicacionales (*Communicational Modes*)⁴
- Comunicador (*Communicator*)⁴

- Comunicación costo de (*Communication (cost of)*)⁵
- Comunicación Física (*Communication (Physical)*)⁵
- Sistema físico de comunicación (*Communication system (Physical)*)⁵

De los 15 conceptos que abarcan las cinco categorías o niveles de organización, los componentes conceptuales de los conceptos, los cuáles son 12 generales, se agruparon porque, en contenido y extensión, los términos son equivalentes (ver Tabla 4.2.)

Tabla 4.2 Objetos de investigación basada en la International Encyclopedia of Systems and Cybernetics (IES)

Comportamiento, Acto, Acción	Percepción	Contexto, Circunstancia, Ambiente, Límite, Situación	Relación, Interacción, Interdependencia
Significado, Lectura, Certidumbre/incertidumbre	Conciencia, Conocimiento	Comunidad, Organización	Visión del mundo, Cultura, Codificación
Consenso, Cooperación	Datos, sistema de datos, información	Transmisión	Retroalimentación, Respuesta, Cibernética
Mensaje, Señales,	Redundancia	Transformación física	Recepción

Fuente: Elaboración propia

En general, estos son los atributos asociados o extensiones que posee el concepto mismo de comunicación en la Enciclopedia de Sistemas. En su conjunto y dependiendo de la definición, refieren a lo que Anderson (1996, 2014) denominaría la construcción de un objeto de explicación. Ontológicamente podríamos ver la natura-

leza fundamental de los objetos de investigación que se han construido en el campo de sistemas, y a partir de las cuales se identifican las fronteras del estudio de la comunicación. Según Anderson, en los estudios de comunicación, los objetos de investigación describen atributos mentales o estados conceptualizados como algo delimitado, operacionable y medibles (Anderson, 2014: 601).

En la revisión de las definiciones dentro de la sistémica, es posible reconocer la manera en que las tres categorías generales son manejadas dentro del concepto a través de sus componentes: el tiempo, el espacio (contexto) y la información. Cada componente refiere o bien a una categoría de tiempo, o bien a una categoría de información o de espacio; algunos componentes no refieren a objetos reales o ideales, sino a procesos con los que se relacionan tales objetos.

Esta es la razón para diferenciarlos a partir de la propuesta de Ken Wilber sobre los cuatro cuadrantes. En el modelo en forma de matriz que tiene cuatro cuadrantes se representa el resultado de la evolución de los sistemas vistos como holones, es decir, como sistemas adentro de sistemas (anidados). En tales cuadrantes desarrolla en escala las dimensiones que deberían ser observadas para tener una visión integral: lo subjetivo (individual-interior), lo intersubjetivo (colectivo-interior), lo objetivo (individual-exterior) y lo interobjetivo (colectivo-exterior). A partir de tales cuadrantes organiza el conocimiento sobre el mundo que se ha creado a partir de la investigación en la ciencia.

Basados en tal principio y en nuestra hipótesis teórica de que la comunicación es un sistema u holón que se define no por la materia de que está hecho, ni por el contexto en el que se presenta (aunque son inseparables de él), sino por el patrón relativamente autónomo y coherente que presenta cuando emerge, se le reconocen cuatro capaci-

dades fundamentales que son: auto preservación, que es la capacidad de mantener sus propios patrones (o estructura); auto adaptación; autotranscendencia; y auto disolución.

Según Wilber cada uno de los cuatro cuadrantes maneja direcciones distintas, cada una de ellas estrechamente conectadas e independiente de las demás, aunque ninguna puede ser reducida a las otras, ilustradas en la Tabla 4.3. Las cuatro direcciones o cuatro ramas son el interior y el exterior del individual y de lo social, o el dentro y fuera del micro y del macro (p. 164).

Tabla 4.3. Matriz holónica de Ken Wilber (2005)

		INTERIOR	EXTERIOR
INDIVIDUO	SI	Intención "Yo"	Comportamiento "Ello"
	II	Cultura "Nosotros"	Sistema "Ellos"
COLECTIVO			
			SD ID

Cada cuadrante se organiza a partir de un espacio interior y un espacio exterior, y cada uno dividido en individual (lo micro) y lo social o comunal (lo macro). Esto significa que el espacio exterior de lo individual y lo social es lo que constituye el "ello" de lo que se ha estudiado hasta ahora en las ciencias que es externo y el espacio interior que es el "yo" y el "nosotros", donde se encuentra la interpretación, y es el que ha sido

menos estudiado, donde se encuentra la intencionalidad (yo) y la cultura (el nosotros), (espacio en el mundo, los sistemas de valores compartidos, visiones compartidas de los diferentes sistemas sociales).

En general, en el campo de las ciencias sociales y en el de la sistémica podemos reconocer una serie de componentes que construyen los conceptos en referencia a los que podríamos llamar objetos de investigación compartidos dentro de lo que singularmente llaman comunicación, y que refiere a una singular lista de objetos y procesos diversos.

Propuesta de la comunicación como sistema emergente

A continuación, y en aras de explicar las bases de nuestra hipótesis teórica sobre la comunicación, se explicará la aproximación al concepto sistémico de la comunicación y por qué a partir de sus componentes podemos entenderlos como un sistema emergente. En un sistema se puede distinguir por lo menos tres niveles: el propósito del sistema, el propósito de sus partes y el propósito del sistema del que forma parte: el suprasistema (Lazlo & Krippner, 1998). La manera en que es posible observar su funcionamiento es a través de modelar la complejidad de las interacciones de los componentes de tal entidad, para explicar la dinámica que define sus características, funciones, propiedades y relaciones internas y externas al sistema. De ahí que el primer paso después de enunciar la hipótesis sea modelar el funcionamiento de ese sistema.

La hipótesis plantea que la comunicación se presenta como un componente de la realidad que puede ser observado de lo simple a lo complejo. Se considera que fundamentalmente es un atributo que abarca los sistemas no vivos, los sistemas vivos y la conciencia; que necesariamente opera a partir de la variedad de estados posibles y genera comportamientos actuales o potenciales que funcionan través de un soporte energético y que eso esencialmente lo hace un sistema complejo, así como un proceso. Es por esto por lo que la comunicación será entendida distintivamente como un resultado emergente o sinérgico de la interacción de diversos estados objetivos y subjetivos y sus procesos de transformación de la información, determinados por la variedad de los sistemas o estados que permiten la interacción. El objetivo de la comunicación es lograr, a través de un proceso de transformación cualitativa, estados diferentes de información que provoquen potencialmente una acción para que eso permanezca en el tiempo. Esto significaría que no hay comunicación hasta que los estados subjetivos (mente) se transforman (adquieren otras propiedades) en estados objetivos (exteriores) y viceversa; esto significaría que la comunicación como objeto real o empírico no existe, sino como propiedad emergente resultado de la interacción de todos esos estados.

Se describen tres dominios, base del pensamiento sistémico, que van a describir los grandes reinos del universo material, el mundo de los seres vivos y su historia. Sintetizando a Erving Lazlo, Ken Wilber (2005) determina que hay cuatro grandes dimensiones que se deben tomar en cuenta, la materia, la vida y la mente y lo que lo trasciende. De ahí su propuesta de cuatro dominios generales a partir de los cuales se puede entender la relación de los sistemas: la fisiósfera (materia), la biósfera (vida), la noósfera (mente) y sistemas trascendentes, por ejemplo, el de la relación sociedad-naturaleza.

“La propuesta central de las ciencias sistémicas evolutivas es que, sea cual sea la naturaleza real de estos cuatro grandes dominios, están unidos no por contenidos parecidos, sino porque los tres expresan las leyes generales o patrones dinámicos” (Wilber, 2005) (Figura 4.1). Cuando se incorpora la cuarta dimensión de lo trascendente, que incluye una visión amplia transhistórica, transcultural, transdisciplinaria, el conocimiento humano amplía su visión al incorporar aspectos del conocimiento filosófico-religioso que manejan distintas culturas y la dimensión ambiental que trasciende la forma antropocéntrica de conocimiento con la forma ecocéntrica de sociedad-naturaleza.

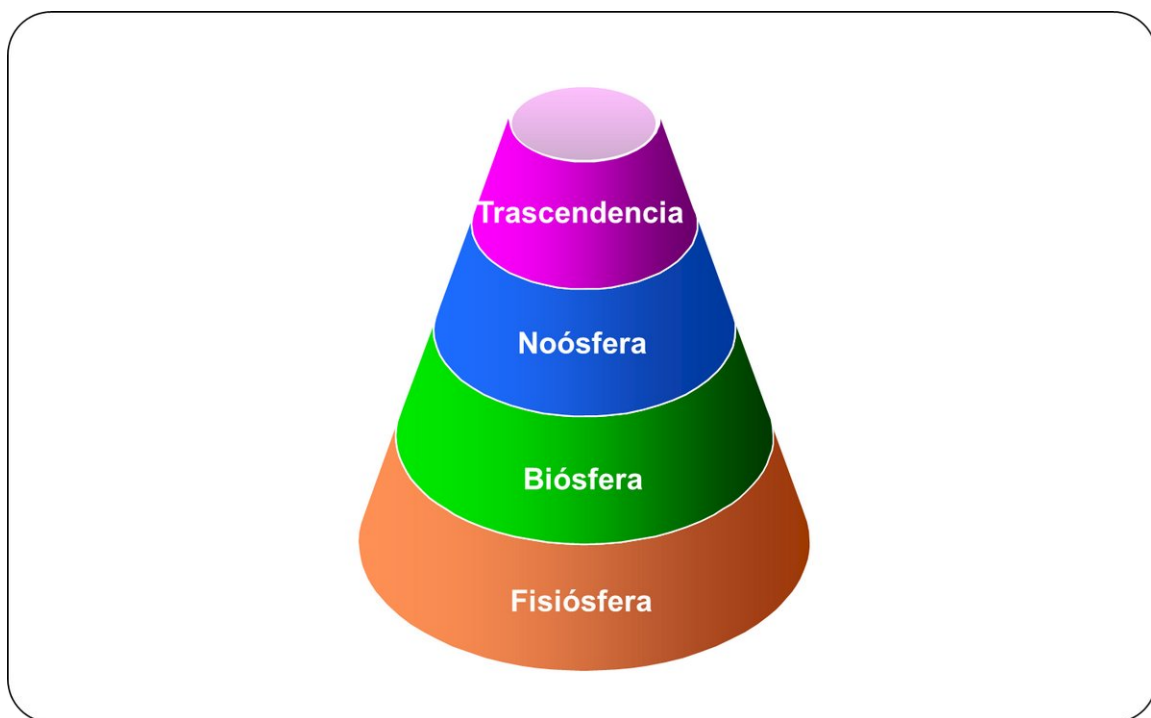


Figura 4.1. Dominios de la evolución basados en Laszlo

La realidad, desde este paradigma, será entendida no como un complejo de cosas o procesos, o totalidades o partes, sino compuesta de totalidades/partes, es decir holones. Una visión sistémica tiene como principio una perspectiva integradora y no

reduccionista del ser humano, pues este se mueve dentro de distintos niveles de realidad que funcionan con diferentes lógicas. Busca entender y organizar, como si fuera una matriz, la emergencia de nuevos datos y nuevas interacciones desde y entre disciplinas; busca abrir las diferentes disciplinas en aquellos conceptos que puedan compartir (Nicolescu,1996). Esta visión de integración disciplinaria es la que permite trabajar con el concepto de comunicación, puesto que trabaja con las uniformidades estructurales de la realidad vistas como un todo interconectado.

Es posible comprender tal interconexión ya que, cuando se habla de un sistema, este puede funcionar como una totalidad en un contexto, y simultáneamente se una como parte de otro contexto: "en el sentido más básico, un sistema es cualquier grupo de partes interactuantes, interrelacionadas o interdependientes que forman un conjunto complejo y unificado con un propósito específico" (Kim & Anderson, 1998:2); además, todas sus partes están interrelacionadas y son interdependientes en ciertos sentidos. En otras palabras, la totalidad es más que la suma de sus partes: "la jerarquía normal es simplemente un orden de holones crecientes que representan un aumento de totalidad y capacidad integradora (...) ser parte de un todo mayor significa que se proporcionó un principio que no se encuentran las partes aisladas y ese principio permite que las partes se junten, se unifiquen, tengan algo en común, estén conectadas, de formas que simplemente no podrían estarlo por sí mismas" (Wilber, 2005).

Es por eso por lo que se tiene la intuición de que un campo disciplinario que ha dedicado más de 50 años al estudio de la comunicación debe de tener algún tipo de interconexión, es decir, si la mayoría de los investigadores han intentado generar una explicación de un fenómeno al que llama comunicación, ese fenómeno debe tener ciertos rasgos o patrones que se repitan en donde sus elementos constituyentes se

relacionen y al mismo tiempo existan interdependientemente. Podemos intentar diferenciar tales elementos para ver lo que estos tienen en común cuando interactúan, cuáles son sus leyes, hábitos, patrones o tendencias.

De ahí que se piense en el sistema de la comunicación y que, además, se proponga una integración de los tres dominios en la explicación científica sobre el mismo. La inclusión de lo no-vivo, lo vivo, y lo consciente lleva a tratar de entender tres de los conceptos más importantes para nuestra hipótesis: la relación entre materia-energía e información, puesto que siempre fluyen juntos. La relación entre estos elementos la veremos expuesta por James Greg Miller, conocido por establecer los conceptos básicos de los sistemas vivientes: "cuando uno observa el universo lo que se observa es la manera en que la materia-energía cambia de un estado a otro, vía la información" (Miller,1965:201). El autor define los atributos de los sistemas vivientes a razón de generar un conocimiento unificado sobre los mismos, de tal suerte que esa realidad integrada de la que hablamos se integra a través de diversas formas de organización de la materia y la energía, organizadas mediante información. Cualquier cambio de materia-energía o información en un sistema será llamado un proceso y por tanto será irreversible; cualquier cambio de estado de la materia, o su movimiento en el espacio, será entendida como una acción. Se entiende que cualquier sistema viviente necesita de cierta cantidad de materia-energía para sobrevivir y, en el caso humano, además requerirá de cierta variedad de información obtenida de su ambiente. En sistemas se representan tales dimensiones a partir de ciertas imágenes que explican las interacciones entre el sistema, el ambiente y los modelos (conceptuales) que creamos al pensar en la relación sistema-ambiente (en la realidad todo está junto, en la Figura 4.2 se separa para fines explicativos), como se maneja en el modelo de diagnóstico de sistemas viables de Stafford Beer (1985):

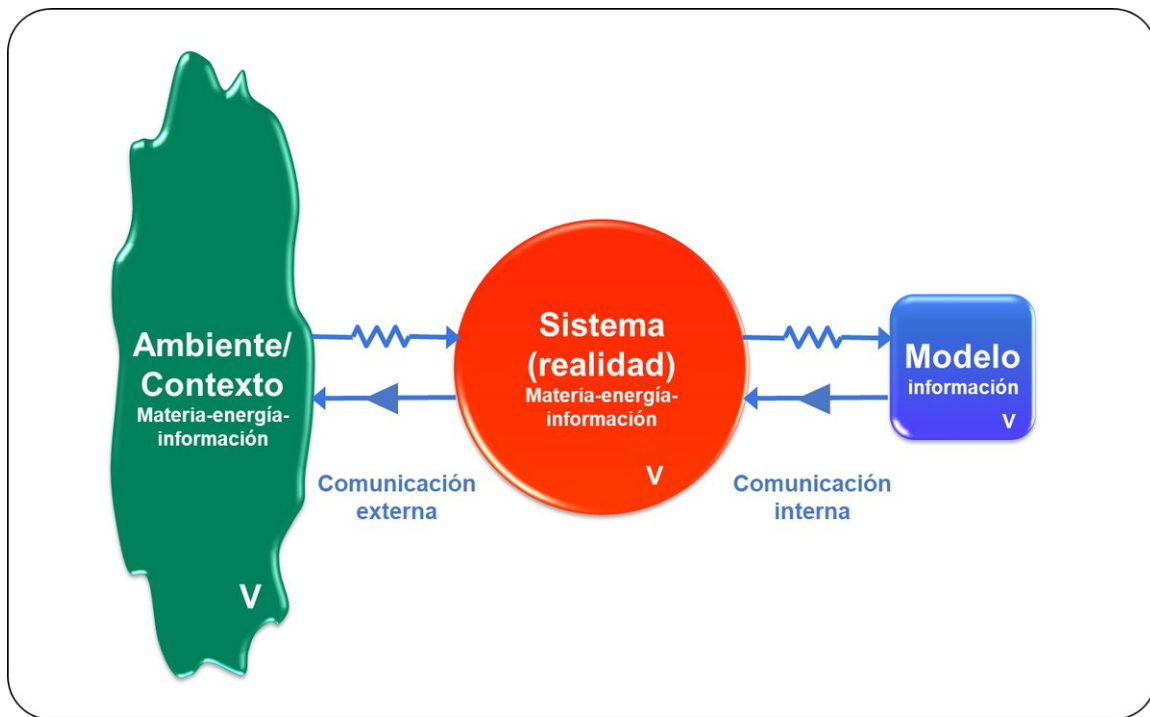


Figura 4.2 Modelo Cibernético basado en el Modelo de Diagnóstico de Sistemas Viables (Beer, 1985)

La cantidad de materia-energía e información varía según se trate de la realidad o del modelo de realidad. La cantidad de variedad de estados del mundo es más amplia que el que se puede crear en un modelo. De ahí que el concepto de variedad sea tan importante para explicar los estados de transformación que permiten la emergencia de la comunicación. A través del indicador de variedad o estados posibles de un sistema se mide su complejidad.

La "ley de variedad requisita" propuesta por Ashby (1958), explica una relación de cantidad entre sistemas; postula que "dado un conjunto de elementos su variedad es el número de elementos que puede ser distinguido" (1958). El concepto de Ashby busca explicar las relaciones cuantitativas entre diferentes tipos de variedad; sin embargo, aquí no se utiliza el logaritmo sino la heurística del concepto, según la cual la variedad

y la relación entre las variedades de diferentes sistemas es un fenómeno de regulación. Aunque la ley o conjetura de Ashby fue pensada dentro de la cibernética de primer orden, de ahí el que sea vista como un mecanismo de control, aquí se usará para pensar desde la cibernética de segundo orden, que es la que habla de sistemas abiertos. En los sistemas abiertos se maneja un proceso cibernético de adaptación e innovación, de aprendizaje y transformación permanente tomando en cuenta las condiciones dinámicas del entorno.

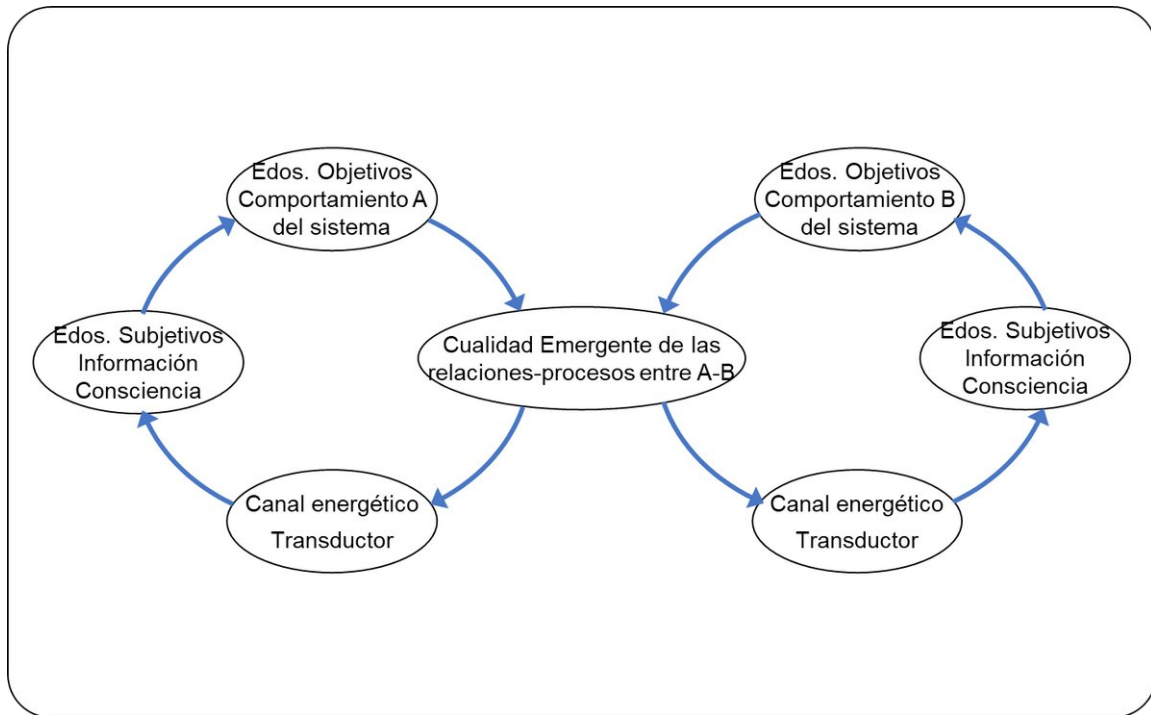
La variedad del sistema se define por el número de comportamientos que es capaz de generar; esto se traduce en el sistema de la comunicación a que el número de estados subjetivos y el número como se transforman en estados objetivos debe ser equivalente. Esto significa que la variedad del que comunica debe ser equivalente a la variedad de los que van a ser comunicados. La variedad entonces es vista como la complejidad del sistema, la cual consta del número de elementos y el número de relaciones que un sistema puede tener, por ejemplo, en la información (característica principal de los sistemas conscientes).

La información es entendida como el conjunto integrado de unidades de conocimiento (datos) que se agrupan de determinada manera y generan un tipo de variedad del sistema. Es importante entonces que distingamos entre datos, información, comunicación y significación. Según Miller (1965), información es un concepto simple: son los grados de libertad que existen en una situación de elección entre señales, símbolos, mensajes o patrones para ser transmitidos, el conjunto de todas las categorías posibles es llamado conjunto o repertorio. Para Miller, la diferencia con la significación es que esta es el resultado del procesamiento de dicha información, constituye un

cambio en el sistema, derivado de la información, a menudo como resultado de las asociaciones generadas por la experiencia previa o lo que en ciencias sociales se nombra cultura.

Reflexiones preliminares

Llegados a este punto y con el fin de organizar conceptualmente lo que se ha presentado se utiliza un arquetipo de sistemas. La idea es que se puedan organizar las formas en que interactúa el sistema; tal representación es una herramienta del pensamiento sistémico que permite ver cambios en el tiempo, niveles, escalas y dinámicas internas y externas. El arquetipo que se utiliza tiene como nombre "escalamiento". Está compuesto de dos bucles que interactúan de manera tal que crean un solo refuerzo de la interacción. La acción de cada bucle proporciona la base para una mayor acción por parte del otro bucle. La Figura 4.4 es la propuesta y se representa con el siguiente modelo al que se le ha puesto el nombre de arquetipo de la emergencia del sistema de comunicación.



*Figura 4.4 Arquetipo de la variedad en los sistemas de comunicación.
Fuente: Elaboración propia basado en Kim & Anderson, 1998.*

Lo que representa este modelo es la manera en que se relacionan los elementos pertenecientes al sistema de comunicación vía la definición con la que se delimita el fenómeno. Necesariamente opera a partir de la variedad de estados posibles que se genera en el sistema A y en el sistema B; esto genera comportamientos actuales o potenciales (acciones) que funcionan a través de un soporte energético. El resultado de todas esas interacciones será la comunicación entendida distintivamente como un resultado emergente o sinérgico producto de la interacción de diversos estados objetivos y subjetivos y sus procesos de transformación de la información.

Esto significa que no hay comunicación hasta que los estados subjetivos (mente) se transforman (o se transducen) en estados objetivos y viceversa. Una propiedad emergente o sinérgica según Laszlo & Krippner (1998) conduce o lleva a pensar en el

concepto de sinergia. Un sistema es un todo divisible, en términos de estructura, pero fundamentalmente es una unidad indivisible con propiedades emergentes. Una propiedad emergente está determinada por la aparición de alguna característica nueva que se presenta en el todo, pero no en los componentes aislados. Es decir que la propiedad emergente es resultado de la interacción sinérgica de sus partes que le da lugar.

Lo que surge es lo que le denomina comunicación con nuevas propiedades, las cuales se ven como las variedades de atributos emergentes con reducción de incertidumbre, aprendizaje, conocimiento, educación, diversión, sensaciones, etc. Y que comúnmente se toma como comunicación cuando lo que se presenta es un atributo que surge cuando emerge el sistema de la comunicación. La comunicación cibernética se utiliza en los procesos de gobernanza a todos los niveles que vinculan modelos teóricos con acciones prácticas en contextos dinámicos a través de procesos internos y externos de comunicación.

Referencias

- Anderson, James & Baym, Geoffrey. (2014). *Philosophies and Philosophic Issues in Communication, 1995-2004*.
- Ashby, W.R. (1958). Requisite variety and its implications for the control of complex systems, *Cybernetica* 1:2, p. 83-99. Disponible en: <http://pcp.vub.ac.be/Books/AshbyReqVar.pdf>
- Beer, Stafford. *Beyond dispute the invention of the team synteegrity*.
- Beer, S. (1985). *Diagnosing the System for Organizations*. John Wiley & Sons.

- Castro, Ixchel; Moreno, Luz. (2006). EL modelo comunicativo. Teóricos y teorías relevantes. México, Universidad Latina de América: Trillas.
- Chang, G. Briankle, Garnet Butchart. (2012). Philosophy of communication. MIT Press.
- Craig, Robert. (1999). Communication theory as a field. *Journal of communication* 2, may, 119-161.
- Craig, Robert. (1993). ¿Why are so many theories of communication? *Journal of communication* 43(3), summer.
- Dance, Frank E. (1970). The "concept" of communication. *Journal of Communication*, 20(2), 201-210.
- De Fleur, M., Ball-Rokeach, S. (1983). Teorías de la comunicación de masas. Barcelona: PAIDOS Iberia.
- International Encyclopedia of Systems and Cybernetics I. (2004). 2nd edition. Charles Francois editor. K.G. München.
- International Encyclopedia of Systems and Cybernetics II. (2004). 2nd edition. Charles Francois editor. K.G. München.
- Kim, H. D, Anderson, V. (1998). Systems Archetype Basics. From story to structure. Pegasus Communication.
- Lanigan, Richard. (1978). Contemporary Philosophy of Communication. *The Quarterly Journal of Speech*, 64, 335-60.
- Lozano, José C. (1996). Teoría e investigación de la comunicación de masas. México: Alambra.
- László, Ervin & Krippner, Stanley. (1998). Systems Theories: Their Origins, Foundations, and Development. J.S. Jordan (Ed.), *Systems Theories and A Priori Aspects of Perception*. Amsterdam: Elsevier Science, Ch 3, 47-74.

- Martín-Serrano, Manuel. (2005). Para qué sirve estudiar teoría de la comunicación. Conferencia final del Curso de Teoría de la Comunicación, Universidad Complutense de Madrid, 8-12.
- Martín-Serrano, Manuel. (1982). Teoría de la comunicación I. epistemología y análisis de la referencia. Volumen VIII. Madrid: Cuadernos de comunicación.
- Mattelart, Armand; Mattelart, M. (1997). Historia de las teorías de la comunicación. Barcelona: Paidós.
- Miller, G. J. (1965). Living systems. The basic concepts. Behavioral Science, January, 193-237.
- Mitchell, M. (2009). Complexity: A guided tour. Oxford University Press.
- McQuail, Denis. (1991). Introducción a la teoría de la comunicación de masas. Barcelona: Paidós.
- Moragas, Miquel de. (2001). Teorías de la comunicación. Ámbitos, métodos y perspectiva. Barcelona: UAB.
- Nicolescu, B. (1996). La Transdisciplinariedad, Manifiesto. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C.
- Peters, J. D. (2014). Hablar al aire. Una historia de la idea de comunicación; trad. de José María Ímaz, México: FCE.
- Rizo, Marta. (2014). El papel de las teorías de la comunicación en la construcción del campo académico de la comunicación. Reflexiones desde la historia, la epistemología y la pedagogía. Correspondencias & Análisis, Nº 4. Disponible en: http://www.correspondenciasy analisis.com/es/pdf/v4/ms/1_papel_teorias.pdf
- Robillard, Jean. (2005). Philosophy of communication: what does it have to do with philosophy of social sciences. Cosmos and History: The Journal of Natural and Social Philosophy, 1(2).

- Littlejohn Stephen W. & Foss, Karen (2009). *Encyclopedia of Communication Theory*. SAGE Publications, Inc.
- Vidales, Carlos. (2015). Historia, teoría e investigación de la comunicación. *Revista Comunicación y Sociedad, Nueva época*, 23, 11-43, ene./-jun. [En línea enero de 2015] Disponible en <http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/comsoc/article/view/60/110>
- Vidales, Carlos. (2013). *Comunicación, semiosis y sentido. El relativismo teórico en la investigación en comunicación*. España: Comunicación Social.
- Vidales, Carlos. (2010). *Semiótica y teoría de la comunicación Tomo I*, México: CECyTE NL-CAIIP.
- Vidales, Carlos. (2010). *Semiótica y teoría de la comunicación Tomo II*, México: CECyTE NL-CAIIP.
- Watzlawick, Paul; Beavin, Janet H.; Jackson, Don D. (2002). *Teoría de la comunicación humana*. Buenos Aires: Tiempo Contemporáneo.
- Wilber, Ken. (2005). *Sexo, ecología y espiritualidad: el alma de la evolución*. España: Gaia.
- Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- Wolf, M. (1987). *Investigación de la comunicación de masas. Críticas y perspectivas*. Buenos Aires: Paidós.

5. Pensamiento para los Procesos de Investigación y de Acción-Investigación Transdisciplinario

S. García-García* , I. E. Peón-Escalante y C. Hernández-Aguilar

Si encuentro a alguien que sea capaz de ver la realidad en su diversidad y, al mismo tiempo, en su unidad, ése es el hombre al que yo busco como a un dios.

Platón (427-347 a. C.)

Resumen

Este capítulo bosqueja las bases de la transdisciplinariedad; se concentra en la metodología de investigación transdisciplinaria (MTd) de Hernández-Aguilar (2018) describiendo una propuesta del modelo de investigación transdisciplinaria bajo la perspectiva autoecocibersistémica, así como en el pensamiento cibersistémico transdisciplinario (CST) de Peón-Escalante (2015) como marco teórico para procesos participativos de acción-investigación/planeación-participativa.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

Palabras Clave: transdisciplinariedad, investigación transdisciplinaria, acción-investigación participativa.

Introducción

La transdisciplinariedad es un término que apareció a principios de la década de los años setenta del siglo pasado en los trabajos de diversos investigadores, como Jean Piaget, Edgar Morin, Eric Jantsch y otros, para indicar el requerimiento de una transgresión de las fronteras entre las disciplinas y otras formas transhistóricas y transculturales de conocimiento, sobre todo en el campo de la docencia (Nicolescu, B., 1996; Hernández et al., 2017). La transdisciplinariedad implica la unidad de conocimientos en la diversidad de las ciencias y más allá de ellas; también una dinámica de complejificación sociocualitativa en donde todos y cada uno de los involucrados, mientras sufren el problema e investigan para encontrar una solución consensada, adquieren mayor conciencia de ellos mismos. La transdisciplinariedad no busca el dominio de muchas disciplinas, sino la apertura de todas las disciplinas a aquello que las atraviesan y las trasciende (de Arrábida, 2015).

Es un modelo del proceso de complejificación cualitativa sinérgica de unidad del conocimiento en la diversidad cultural, de transformación coevolutiva hacia mayores niveles de complejidad y consciencia o de autoecoorganización, que busca como resultado a largo plazo la armonización sociocultural para lo cual se debe aplicar la MTd de Hernández-Aguilar (2018) y la de acción-investigación CST de Peón-Escalante (2015).

Investigación y Acción-Investigación Transdisciplinaria

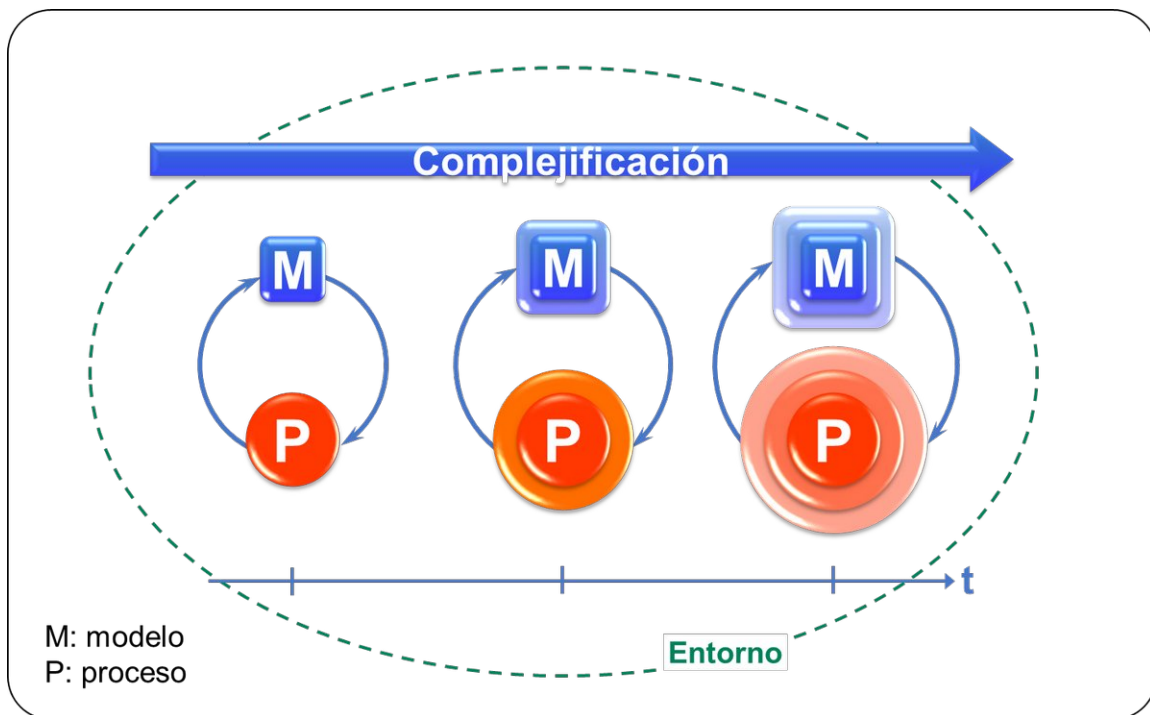


Figura 5.1 Complejificación en la Investigación Transdisciplinaria

Con base en la sistémica, la cual se caracteriza por sus tres dimensiones –pensamiento, herramientas de transformación y aplicaciones– la investigación transdisciplinaria es un proceso contextualizado, focalizado y verificado en el entorno real por la comunidad, que promueve la participación de todos los involucrados en la situación problema, en donde todos son investigadores, planeadores, realizadores, operadores y mejoradores, que utilizan recursos locales-territoriales con visión ambiental y cultural, y que también tiene la misión de ser un proceso pedagógico gradual, de lo simple a lo complejo, donde todos aprenden y todos enseñan, ya que quien enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender (Freire, 1996).

Antes de ahondar en los elementos que constituyen cada uno de los procesos de la MTd de Hernández-Aguilar (2018), se requiere plantear que la cibernética es la relación entre la teoría y la práctica, entre la investigación y la acción, donde se analiza el comportamiento o salida del sistema en cuestión, con referencia al modelo y que toma acciones inmediatas para tener el comportamiento deseado (Peón, 2017). Es importante recalcar que se deben tomar acciones inmediatas para dirigirse al destino previsto, de lo contrario pierde el factor cibernético. Por otra parte, en un sistema abierto o ecocibernético, tanto el sistema, que realiza el proceso de interés, como el modelo, que sirve de faro para dirigir el proceso, están bajo la influencia del entorno, por lo que ninguno de los dos es estático, característica que permite que el sistema esté en su propio proceso holodinámico de complejificación, aumentando su autoconciencia en cada uno de los pasos que emprenda, como se ilustra en la Figura 5.1. En el caso de una investigación transdisciplinaria el proceso es la investigación y el modelo está representado por la MTd de Hernández-Aguilar (2018).

Metodología de Investigación Transdisciplinaria

La MTd de Hernández-Aguilar (2017b: 2018), consta de cuatro fases principales, y dentro de ellas se pueden llevar a cabo diferentes procesos de investigación, donde se incluye el de acción-investigación-participativa (AIP), destinado a la solución de problemas del mundo real, y además el de autoconocimiento-complejificación del investigador, donde el investigador es moldeado a través de la autoevaluación y del proceso AIP en el que está inmerso, para obtener las características transdisciplinarias requeridas en un proceso, evidentemente cibernético de segundo orden.

Los procesos en la fase 1, tienen como acciones todo lo involucrado con la identificación, análisis, contextualización, focalización, selección de alternativas, creación de los modelos, etc.; la investigación por su parte tendrá dos ramas, la investigación documental o teórica y la investigación en sitio y experimental; en este proceso es esencial la participación de todos los involucrados en la situación problema, incluyendo a los clientes, actores y dueños del sistema que va a ser intervenido. Ya que la transdisciplinariedad implica la unidad de conocimientos en la diversidad de las ciencias y de los conocimientos tácitos, el proceso de autoconocimiento-complejificación del investigador es fundamental para asegurar la comunicación y colaboración de todos los involucrados y de la aplicación de todas y cada una de las herramientas requeridas para la solución e implementación de esta, ya que este sujeto es el que abre y cierra todos los procesos de una investigación transdisciplinaria, como se ilustra en la Figura 5.2.



Figura 5.2 Investigación Transdisciplinaria
(adaptada de notas de clase, Hernández, 2017; Hernández et al., 2020^a)

Los rasgos característicos de una investigación transdisciplinaria, de acuerdo con Hernández-Aguilar (2018) y como se puede ver en la Figura 5.2, son entre otros: el problema definido conjuntamente en alguna etapa evolutiva del proceso, la investigación científica, incluida la evaluación del sistema y de impactos, donde se contempla la comunicación y divulgación de resultados, así como la autoinvestigación del sujeto que investiga, aplica las herramientas sistémicas y no sistémicas y que guía de una manera sistémica y sistemática a los clientes, actores y dueños del sistema que se interviene. Las características de estos elementos son las siguientes:

- El problema, que se manifiesta en el mundo real y afecta a una localidad, la cual está anidada en un entorno o contexto geocultural-temporal y que, a través de las herramientas sistémicas, como la metodología de sistemas suaves (MSS) de

Checkland (1981) y el método CST PAP(D3-A3) de Peón-Escalante (2015), se focaliza y se retroalimenta permanentemente de forma creativa holodinámica a través de un proceso permanente de retroalimentación cibernética abierta bajo las condiciones cambiantes de cada entorno y coyuntura con visión estratégica sustentable a largo plazo.

- La investigación, destinada a proporcionar soluciones a un problema contextualizado, verificado y focalizado, se realizará bajo el sintagma¹ transdisciplinario, es decir, es una investigación transdisciplinaria, colaborativa-participativa, integradora, con rigor científico, sistemática y cibernética (teórica-práctica) (Hernández et al., 2020b). En el proceso CST de Peón-Escalante (2015) la validación y mejoramiento continuo la proporcionan los clientes y actores del sistema en el que se interviene bajo condiciones reales.
- La evaluación del impacto de la aplicación de la solución en la MTd se realiza en múltiples dimensiones, en los investigadores y demás participantes (clientes, actores y dueños) así como en el entorno.
- En la MTd la divulgación de avances y resultados se realiza en todas las etapas de la investigación, se realizará en lenguaje accesible y con responsabilidad social, ya que está dirigida a científicos y no científicos.
- El sujeto investigador requiere de varios atributos para ser considerado un investigador transdisciplinario, dentro los requerimientos que debe cubrir, se encuentran: apertura, aprendizaje mutuo, autoobservación, colaboración, con-

¹ El término sintagma se deriva de la preposición griega syn, que significa "unión", "compañía", "simultaneidad", y del término griego tagma, que significa "regimiento", "acción y efecto de regir, guiar o conducir". Un sintagma es la acción de conducir hacia la unión o la simultaneidad.

ciencia, creatividad, diálogo, lenguaje común, integración, paciencia, reflexión, rigor, sabiduría emocional, tolerancia, etc., lo cual debe tener presente e ir autoobservando su desarrollo en cada uno de estos atributos (Hernández, 2007; 2018), aprendiendo a comportarse y tomar decisiones de manera sistémica y transdisciplinaria (Hernández y Domínguez, 2020b). Una herramienta que sugiere Hernández (2007; 2017b; 2018) en un ejercicio creativo, entre otros, para conocerse y decidir, es la jerarquización analítica de Saaty (2008).

- En el pensamiento CST para la acción transformadora colectiva de los sistemas del mundo real, no existen investigadores académicos de alto nivel que definan un proceso de investigación teórico, sino grupos heterogéneos complementarios de expertos teóricos y prácticos con conocimientos locales contextuales y universales científicos con distintas visiones del mundo que a través de un proceso permanente de diálogo consensan soluciones creativas frente a las condiciones cambiantes del contexto geocultural de forma permanente.

Reflexiones finales

Quiénes define optar por una perspectiva de investigación transdisciplinaria son el grupo de investigadores, quienes deben contar con la complejificación suficiente para poder aplicar un conocimiento ecocibersistémico en cada faceta de su vida, incluyendo la interacción que hacen con sus pares en su contexto PLOCAL. Ya que no son sujetos independientes de su comunidad, sino que son elementos esenciales en su ecosistema, que con cada acción y no acción están modificando la vida en su entorno. El pensamiento CST permite la acción estratégica permanente o sustentable de gru-

pos que participan en procesos integrales o sistémicos de transformación con visión crítica, propositiva y sobre todo activa de acción-investigación permanente para mejorar las condiciones dinámicas de su medio.

Referencias

- Arrábida, C. (2015). Carta de la Transdisciplinariedad Convento de Arrábida, 6 de noviembre de 1994. Inmanencia. Revista del Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) Eva Perón, 4(2).
- Checkland P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley [rev 1999 ed]
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia*. Sao Paolo: Paz e Terra.
- Hernández-Aguilar C. (2007). Tópicos selectos de la Ciencia de Sistemas Proceso de formación de investigadores Transdisciplinarios. Notas de clase.
- Hernández-Aguilar C. (2017a). Tópicos selectos de la Ciencia de Sistemas Proceso de investigación Transdisciplinaria: Revisión de literatura. Notas de clase.
- Hernández-Aguilar C. (2017b). Una opción en el proceso inicial de investigación Transdisciplinario. Notas de clase.
- Hernández-Aguilar C. F.A. Domínguez-Pacheco, Efraín J. Martínez Ortiz, Rumen Ivanov, José Luis López Bonilla, (2020a). Evolution of the term and characteristics of the transdisciplinarity perspective in the research. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, for publishing.
- Hernández-Aguilar, C. (2018). Transdisciplinary Methodological Option for Initial Research Processes: Training of Researchers. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 91-102.

Hernández-Aguilar, C., & Pacheco, F. D. (2020b). Relationship of airports, population, competitiveness indexes and human development with confirmed and deceased cases by COVID-19: Need for transdisciplinary systemic decisions. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*.

Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinariedad: manifiesto*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morín, AC.

Peón-Escalante I.E. (2015). *Transformación Integral de Organizaciones Complejas*. México: Sociedad Cooperativa de Producción Taller Abierto S. C. L.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

6. Pensamiento y conocimiento ecosistémico

I. E. Peón-Escalante*

Nada hay más poderoso que una idea a la que le ha llegado su tiempo

Víctor Hugo

La ecología profunda es apoyada por la ciencia moderna, y en particular por el nuevo enfoque de sistemas, pero está enraizado en una percepción de la realidad que va más allá de la estructura científica hasta llegar a un conocimiento intuitivo de la unidad de la vida, de la interdependencia de sus múltiples manifestaciones y ciclos de cambio y transformación.

Cuando el concepto del espíritu humano se entiende en este sentido, como un tipo de conciencia en el que el individuo se siente vinculado a la totalidad del cosmos. Se hace evidente que la consciencia ecológica es verdaderamente espiritual. De hecho, la idea de que el individuo está vinculado al cosmos se expresa en la raíz latina de la palabra religión religare (ligar, fijar) y también en la palabra sánscrita yoga, que significa unión.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

Fritjof Capra

Cuando hablamos de Ecología, hablamos de participación en el mundo natural. Decimos que nosotros, como seres humanos, compartimos la esfera de la vida juntos, con todos los demás seres vivos, y con ello buscamos aplicar un sistema de relaciones que nos haga partícipes del ecosistema.

Bookchin Murray

Introducción

En 1935, Arthur Tansley propone el término Ecosistema (Armijo, Gaso, Nava, 1996) para describir el flujo de materia y energía entre cada conjunto interrelacionado de sistemas abióticos y bióticos. La articulación de la palabra ecología y sistemas es el origen del término ecosistemas, que se originó en las ciencias biológicas dos décadas antes de que surgiera la ciencia de sistemas.

Origen del concepto Ecosistema

A mediados del siglo XX surge un cambio paradigmático (Kuhn, 1972) al emerger la forma integradora y abierta del conocimiento sistémico, su pensamiento, procesos integrales de transformación y aplicaciones en todos los campos del conocimiento y entre ellos. Al vincularse a finales del siglo XX los conceptos de ecología y de sistémica, surge la forma trascendente Ecosistémica de conocimiento.

Para lograr un enfoque socioambiental o ecocéntrico de transformación planetaria es necesario el desarrollo de una forma ecosistémica de conocimiento con orientación trascendente a largo plazo de carácter complejo cualitativo. Esta iniciativa se está desarrollando desde México, país mestizo y megadiverso, con una enorme riqueza natural y cultural por su gran biodiversidad y diversidad cultural, así como por su fusión o mestizaje de razas y culturas. México es un espacio privilegiado para desarrollar y experimentar por medio de aplicaciones diversas el camino cualitativo de conocimiento ecosistémico de unidad sistémica sinérgica o complementaria en la diversidad.

En el año de 2018 se inició en México la etapa de difusión y enriquecimiento de la cultura sistémica y ecosistémica en un seminario semanal impulsado por profesores, alumnos y exalumnos del Posgrado en Ingeniería de Sistemas del IPN y de ALAS. Se pretende como resultado de este proceso de enseñanza-aprendizaje publicar libros electrónicos colectivos en español con su página web correspondiente para la documentación y difusión en español del conocimiento sistémico y ecosistémico que incluye:

1. Contexto de la gran historia de los sistemas naturales y civilizatorios y sus formas de conocimiento sobre todo de la ciencia de sistemas.
2. Origen y evolución del pensamiento sistémico y ecosistémico
3. Herramientas de transformación integral o sistémica (modelos y métodos)

4. Aplicaciones transdisciplinarias teórico-prácticas en distintos campos interrelacionados del conocimiento como los de salud holística, formación y transformación integrales, organizaciones complejas cualitativas, de redes civiles autónomas en y entre distintos ámbitos.

Ya desde el año 2018 se inició el proceso de diseño y documentación colectiva para su difusión por medios electrónicos de la cultura sistémica y ecosistémica en español. Este proceso de difusión cultural incluye aportaciones no solo de los participantes en el seminario, sino de personas que están realizando proyectos socioambientales de investigación aplicada en el ámbito latinoamericano. Es un proceso didáctico, de documentación y difusión cultural sistémico que integra, a través de la forma transdisciplinaria amplia e incluyente de conocimiento y diálogo plural sistémico, distintas visiones culturales experiencias contextuales, pensamientos, herramientas de transformación y reflexiones complementarias sobre sus aplicaciones integrales en distintos campos del conocimiento interrelacionados en distintos ámbitos y entre ellos.

En este capítulo se documenta la emergente forma del pensamiento ecosistémico en vías de desarrollo, un faro que ilumina la acción que tiene como referencia, como marco teórico a la metáfora ecosistémica, que se aplica a los ecosistemas socioambientales. En la Figura 6.1 se muestra el faro o modelo metafórico que sirve de referencia conceptual para la forma ecosistémica de conocimiento (Peón, 2019).



Figura 6.1. El Faro, modelo de referencia (Peón, 2019)

Mi teoría Gaia entiende a la Tierra como si fuera un ser vivo y, por tanto, puede experimentar buena salud o sufrir enfermedades. Los humanos debemos ser el corazón y la mente de la Tierra, y no su enfermedad.

Seamos pues valientes y dejemos de pensar únicamente en las necesidades humanas y en sus derechos, y démonos cuenta de cómo hemos dañado a la Tierra y de que necesitamos hacer las paces con ella. Tenemos que hacerlo mientras todavía podamos ser lo bastante fuertes como para poder negociar, pero no como una muchedumbre rompedora liderada por hombres de la guerra sin piedad. Por encima de todo, debemos recordar que formamos parte de ella, y de que es, sin duda alguna, nuestro hogar.

James Lovelock

El científico inglés James Lovelock (1991), creador de la hipótesis Gaia, describe a la tierra de forma metafórica como un ser vivo, actualmente enfermo y en peligro grave de colapso por una situación aguda de desequilibrio socioambiental, que pone en peligro de sobrevivencia a las diferentes formas de vida del planeta.

La forma helicoidal de cambio con proporcionalidad áurea (Figura 6.4) representa el CÓMO del proceso coevolutivo de transformación integradora permanente en la gran historia y en la historia civilizatoria de estados simples a complejos y conscientes (Gell-Mann, 1994). Implica necesariamente una dinámica cibernética práctica-teórica con su proceso de retroalimentación o comunicación para la gobernanza bajo condiciones reales. El proceso evolutivo de transformación con arquitectura de cuarta

dimensión o helicoidal, tiene una forma fractal holodinámica; cada nuevo brinco evolutivo agrega una nueva capa al holos; la etapa anterior se convierte en un subsistema más simple o menos organizado del nuevo sistema más integrado o complejo con propiedades emergentes. Es un proceso dinámico que vincula la acción y la investigación a través de la retroalimentación cibernética de gobernanza a semejanza a la que realiza el timonel de un barco para corregir oportunamente el rumbo perdido.

La 1ª etapa del conocimiento sistémico que se formaliza a mediados del siglo XX es la cibernética (CS). En una 2ª etapa del conocimiento científico de finales del siglo XX, el conocimiento cibernético, CS, se vuelve universal o transdisciplinario, trans-histórico y transcultural al vincular de forma incluyente las distintas formas de conocimiento de los distintos seres humanos y sus culturas desde la emergencia de los seres conscientes hace unos 50,000 años y de sus civilizaciones hace unos 5,000 años. La nueva etapa del conocimiento sistémico fue la cibernética-transdisciplinaria, CST, que incluye y trasciende la etapa original o CS del conocimiento sistémico. El estado del arte del conocimiento sistémico actual es (T(CS)), es decir cibernético transdisciplinario, CST.

En el libro se propone una 3ª etapa del conocimiento sistémico del siglo XXI, a la que se le bautizó con el nombre de Ecosistémica, o etapa ecocibernética-transdisciplinaria (ECST), que tiene como referencia compleja cualitativa para su diseño a la metáfora ecosistémica.

A continuación, se describirán de forma breve algunas de las dimensiones de la integración sistémica de las diferentes facetas del conocimiento, la dimensión teórica de las disciplinas o de la multi e interdisciplinariedad, la relación entre cada sistema y su medio o de sistemas abiertos, la relación entre cada sistema y su medio o de sistemas

abiertos dinámicos, la teórica-práctica de relación entre modelos y sistemas concretos o de la comunicación cibernética, la de distintas formas culturales de conocimientos culturales o transdisciplinaria.

La más conocida de las interrelaciones sistémicas es la multi o interdisciplinaria, dos formas de integración teórica de las disciplinas científicas que se originó en la Teoría General de Sistemas junto con el cambio paradigmático de sistemas abiertos o de relación de cada sistema con su medio dinámico. Al mismo tiempo e inclusive de forma anterior surgió la Cibernética, una forma de conocimiento hasta la fecha poco comprendida porque se confunde con la computación. La cibernética o Kybernetes es la teoría de gobernación o del timonel que oportunamente percibe las desviaciones de rumbo y las corrige para mantener el equilibrio interno frente a los cambios del entorno, que en ocasiones en la gran historia han sido radicales o catastróficos (Diamond, 2005).

La esencia de la teoría cibernética es el proceso interactivo de comunicación, de intercambio en y entre todo tipo de sistemas, un intercambio de materia-energía e información. Una relación entre sistemas abstractos, modelos, o constructos humanos especializados que sirven de guía para la acción. Los sistemas concretos están compuestos por múltiples dimensiones integradas y por lo mismo son mucho más complejos que las representaciones o modelos especializados sin relaciones entre sí. Cuando se vinculan los modelos abstractos con las acciones concretas a través de la retroalimentación se tiene el proceso cibernético de comunicación o de gobernanza.

En el medio académico, lo más general es que no se distinga la diferencia entre la complejidad de los sistemas concretos y los abstractos, porque se les da mucho más peso e importancia a los modelos teóricos bien documentados buscando que tengan carácter universal que a las aplicaciones prácticas en ambientes locales.

Los procesos científicos predominantes son de investigación y documentación teórica especializada bajo condiciones abstractas, sin tomar en cuenta las condiciones específicas de cada contexto real donde se aplican. En el medio académico de investigación y en el medio profesional de planeación, lo que interesa principalmente es generar modelos o planes teóricos con comprobación teórica sin una validación bajo las condiciones reales de cada contexto dinámico. Por todo lo anterior, la esencia del proceso cibernético, que es el proceso de comunicación o de retroalimentación, se entiende poco y se aplica menos. La interacción cibernética entre teoría y práctica, la comunicación o gobernanza sigue siendo en su mayor parte una forma desconocida de conocimiento.

Como se describió anteriormente, el origen de la ciencia sistémica tiene tres cimientos esenciales que son la integración teórica multi e interdisciplinaria, su orientación contextual o de sistemas abiertos y el proceso de comunicación o gobernanza cibernética. Estos tres cambios paradigmáticos en el conocimiento se sintetizan como cibernética en su estado inicial de desarrollo que revoluciona la ciencia analítica occidental a mediados de siglo XX.

La segunda integración que revoluciona la ciencia sistémica es su etapa de integración transhistórica y transcultural transdisciplinaria; significo la articulación de las formas presistémicas de conocimiento con la cibernética a finales del siglo XX. La forma transdisciplinaria de conocimiento implica el manejo de procesos de acción-

investigación bajo condiciones reales dinámicas, en lugar del manejo de procesos de investigación o de planeación teórica sin tomar en cuenta las condiciones específicas del contexto cambiante cualitativo en el que se aplica.

En contraste con lo anterior, los procesos colectivos, participativos para la gobernanza cibernética de ciencia sistémica aplicada implican la integración de conocimientos prácticos, teóricos y culturales de los afectados directamente por situaciones problema con el apoyo de asesores externos. Los clientes o sujetos de la investigación en los procesos participativos de transformación intervienen en grupos heterogéneos compuestos por conjuntos de expertos de prácticos y teóricos con conocimientos complementarios transdisciplinarios en todas las fases del diseño, documentación, operación y mejoramiento de las soluciones prácticas y teóricas a largo plazo bajo las condiciones reales dinámicas de cada contexto específico donde se aplica. En resumen, la etapa del conocimiento cibernético-transdisciplinario (CST) se caracteriza por sus procesos cibernéticos incluyentes práctico-teóricos de transformación integral bajo condiciones reales.

Pensamiento y conocimiento Ecosistémico

La tercera etapa del conocimiento sistémico, la fase ecosistémica, tiene como marco amplio de referencia la gran historia co-evolutiva de los ecosistemas naturales y su etapa más reciente de los conocimientos de los sistemas civilizatorios transhistóricos y transculturales. Sirve para enfrentar de forma más adecuada los complejos retos del conjunto actual de amenazas y oportunidades del medio socioambiental de gran

impacto planetario (Klein, 2014). En la forma actual de desarrollo económico neoliberal no se toman en cuenta los límites del crecimiento (Meadows, Randers, Meadows, 2004).

El pensamiento teórico Ecosistémico sirve para realizar de forma innovadora una gran variedad de cambios de sistemas integrales para obtener ecosistemas socioambientales a través de la aplicación de herramientas metodológicas ECST de transformación compleja y consciente (Kelly, 1999). Su proceso integral a largo plazo o sustentable implica una transformación cualitativa de niveles de complejidad y conciencia que busca como resultado obtener ecosistemas socioambientales con identidades permanentes o estructurales adecuados a sus contextos dinámicos.

Ante la compleja y turbulenta situación del contexto actual se requiere del desarrollo de una forma de conocimiento integral crítico (Ulrich, 1991), propositivo creativo y activo complejo cualitativo con visión estratégica a largo plazo para transformar de forma radical los sistemas simples por su fragmentación y conflictos, con el fin de generar un ecosistema socioambiental más armónico, que tome en cuenta con visión trascendente a largo plazo el equilibrio dinámico u homeostático de los sistemas naturales y civilizatorios en peligroso estado de deterioro en el ámbito planetario. Se requiere de la creación de una forma de conocimiento nueva con identidad permanente o estructural adecuada a la situación actual. El cimiento de la nueva forma de conocimiento son las etapas CS y CST de la sistémica. La nueva etapa del conocimiento sistémico se caracteriza por su visión de armonización socioambiental de carácter geo o ecocéntrico para evitar que el planeta Tierra se vuelva inhabitable (Wallace-Wells, 2019).

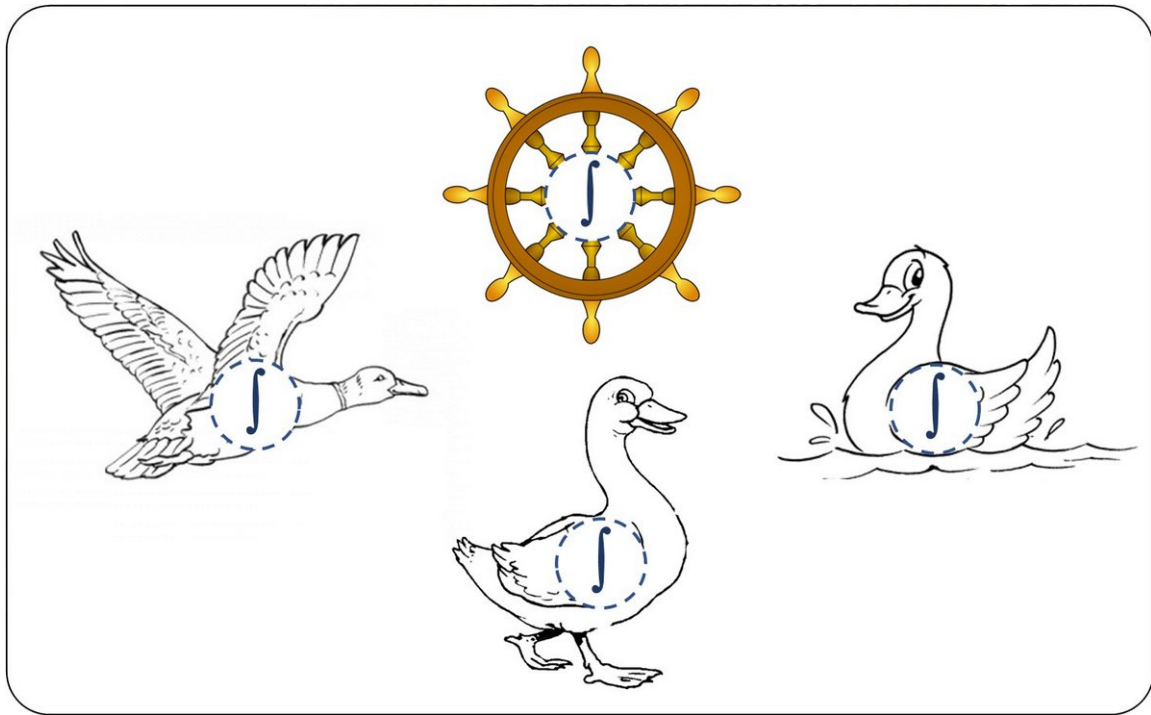


Figura 6.2 El pato, metáfora del conocimiento ecosistémico

El pensamiento ecosistémico además de ser interdisciplinario, abierto y práctico-teórico o de gobernanza cibernética tiene orientación cualitativa ecocéntrica o socioambiental compleja y consciente (De Chardin, 1963) cualitativa. Una forma metafórica de representar la identidad del pensamiento ecosistémico es el pato, especie con identidad estructural cualitativa de carácter autopoietico (Maturana, Varela, 1979), animal con múltiples habilidades que le permiten embonar con su ecosistema natural de forma dinámica y sinérgica (Figura 6.2).

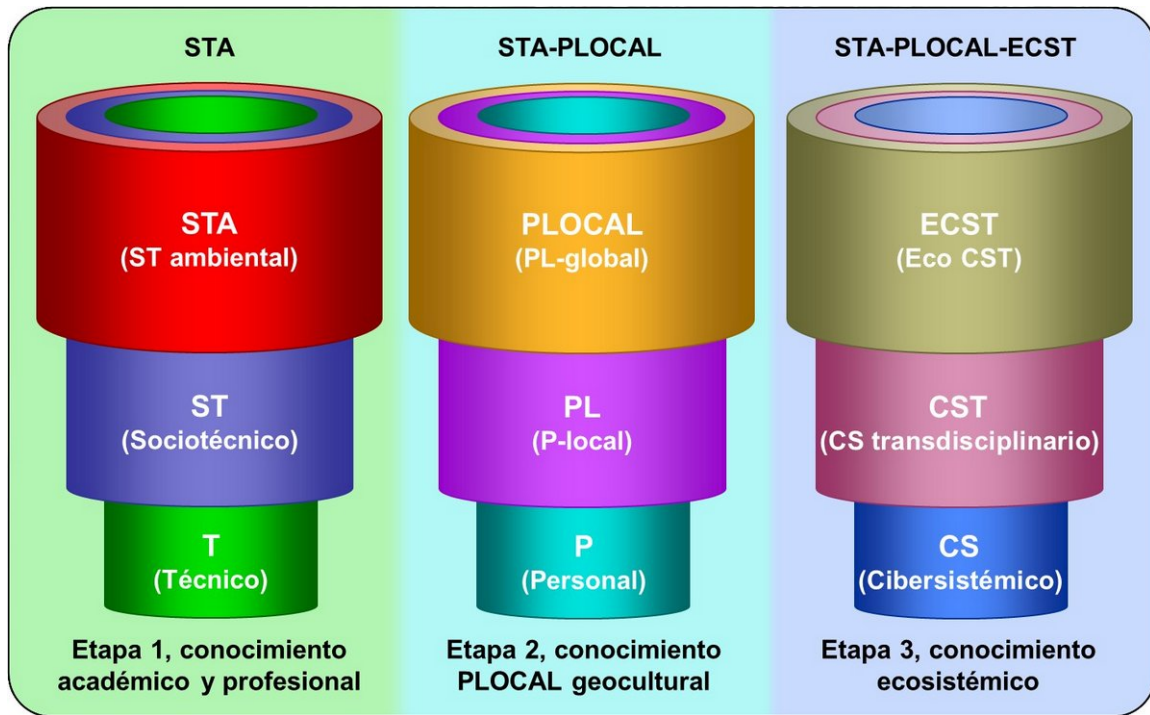


Figura 6.3 Tres dimensiones del pensamiento ecosistémico (Peón, 2020)

En la Figura 6.3 se representan tres dimensiones de la integración co-evolutiva u holodinámica de la forma emergente del conocimiento Ecosistémico que son:

- Integración Sociotécnica-Ambiental (STA)
- Proceso de transformación de la Acción y Pensamiento en y entre los espacios territoriales o ámbitos Personal, Local y Global (PLOCAL)
- Evolución holodinámica de las etapas de la ciencia de sistemas: de la CS a la CST y a la ECST. (Peón-Escalante, 2015)

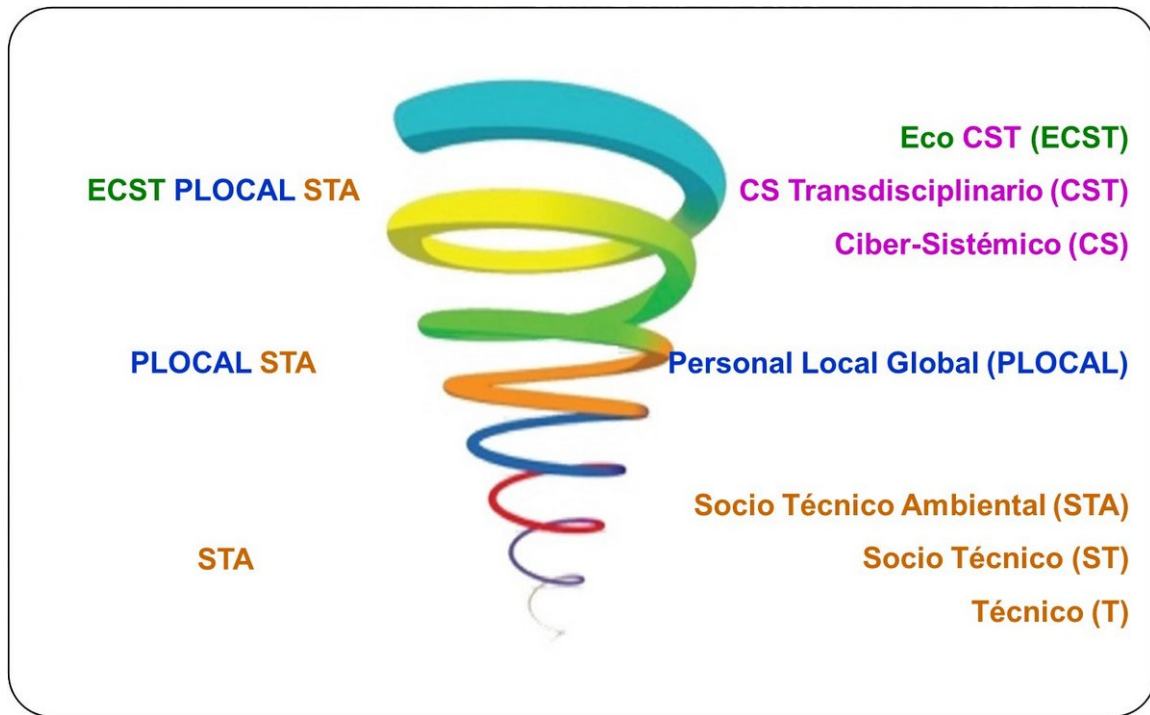


Figura 6.4. Holodinámica helicoidal de transformación de integración de tres dimensiones complementarias del pensamiento ecosistémico (Peón, 2020)

La primera dimensión del pensamiento ecosistémico vincula de forma interdisciplinaria las formas técnica, social y ambiental como conocimiento Sociotécnico-Ambiental, que se aplica como sistema abierto y dinámico u holodinámico (Wilber, 2005) en y entre espacios territoriales geoculturales en la acción y modelos Personal, Local y Global o PLOCAL, integrando las formas del conocimiento CS y CST para conformar de forma compleja cualitativa (Jenks, Smith, 2006) la forma de conocimiento ECST (Figura 6.4).

La etapa ecosistémica de conocimiento sistémico utiliza como marco teórico o modelo de referencia la metáfora (Burrell, Morgan, 1979) ecosistémica. Se seleccionaron cuatro dimensiones esenciales de este modelo que son:

1. *Contexto territorial y cultural geocultural*
2. *Sustentabilidad temporal* (Aceves, Peón, 2016)
3. *Unidad sinérgica* (Corning, 2005) en la *Diversidad complementaria* (Luhmann, 1990b)
4. *Auto-Eco-Organización* (Morin, 1992)

Síntesis y reflexiones preliminares

El conocimiento ecosistémico se diseñó para enfrentar las condiciones turbulentas actuales del contexto natural y civilizatorio, sus amenazas y oportunidades. Para realizar las transformaciones ecosistémicas en y entre todo tipo de sistemas socio ambientales, se han diseñado un conjunto de técnicas, métodos y metametodologías ecosistémicas para la transformación (Stikker, 1992) creativa, compleja y cualitativa de sistemas que se describen en la siguiente parte del libro; también se presentan un conjunto de aplicaciones ecosistémicas en los campos del conocimiento y la acción en y entre sistemas de salud, educación y organización (Peón-Escalante, Aceves, 2005) que se ejemplifican en la cuarta parte del libro.

Referencias

Aceves, F., Peón, I., et al. (2016). *Sustentabilidad: Decrecimiento, acciones, formación, salud*. México: Ediciones Navarra.

- Armijo, R., Gaso, J., Nava, R. (1996). *Ecosistema: La unidad de la naturaleza y el hombre*. México: Trillas.
- Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. New York: Bantam
- Burrell, B.; Morgan, G. (1979). *Sociological Paradigms and Organizational Analysis. Metáforas*.
- Corning, PA. (2005). *Holistic Darwinism: Synergy, Cybernetics and the Bioeconomics of Evolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- De Chardin, PT. (1963), *El fenómeno humano*. Madrid: Taurus.
- Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Books.
- Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar-Adventures in the simple and the complex*. New York: Freeman.
- Jenks C.; Smith, J. (2006). *Qualitative Complexity: Ecology, cognitive processes and the re-emergency of structures in post-humanist social theory*. New York: Rutledge.
- Kelly, SM. (1999). *From the complexity of Consciousness to the Consciousness of Complexity*. Paper 99142 submitted for the ISSS Meeting.
- Klein, N. (2014). *This changes everything*. Canada: Knopf
- Kuhn, T. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lovelock, J. (1991). *Healing Gaia: A practical medicine por the planet*. New York: Harmony Books.
- Luhmann, N. (1990b). *The paradox of system differentiation and the evolution of society*. Alexander and Colomy, 409-440

- Maturana, H.; Varela, FJ. (1979). *Autopoiesis and Cognition*. Boston Studies in the Philosophy of Science, Boston: Mass.
- Meadows, D., Randers, J., Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30 year update*. Chelsea Green.
- Morin E. (1992). From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of Social, and Evolutionary Systems* 15(4), 371-385
- Peón-Escalante I. Aceves FJ. (2005). An auto-eco-organizational process, using the ecosystemic approach to address complex, and dynamic environmental disasters. Annual Meeting of the ISSS Cancún, Mexico
- Peón-Escalante, IE. (2015). *Transformación Integral de Organizaciones Complejas*. México: Sociedad Cooperativa de Produccion de Taller Abierto.
- Stikker, A. (1992). *The transformation factor, toward an ecological consciousness*. New York: Element.
- Ulrich, W. (1991). *Critical heuristics of social systems design & Systems thinking, Systems practice, and practical philosophy: A program of research*. In Flood and Jackson (1991), 103-116 & 245-268.
- Wallace-Wells, D. (2019). *The uninhabitable earth: Life after Warming*. Tim Dugan Books.
- Wilber, K. (2005). *Sexo, ecología y espiritualidad: el alma de la evolución*. España: Gaia.

Tercera Parte:
Herramientas
(Cómo: Procesos de
transformación, métodos)

7. Diseño de Herramientas Ecosistémicas hacia la Transformación Integral Sustentable

I. E. Peón-Escalante*

Si los hombres son seres del quehacer esto se debe a que su hacer es acción y reflexión. Es praxis. Es transformación del mundo. Y, por ello mismo, todo hacer del quehacer debe tener, necesariamente, una teoría que lo ilumine. El quehacer es teoría y práctica. Es reflexión y acción.

Paulo Freire

Introducción

Las herramientas (modelos y métodos) de transformación creativa sistémica y ecosistémica son producto de un largo y continuo proceso evolutivo en el que se utilizó la forma transdisciplinaria de conocimiento teórico-práctico-cultural como insumo para su creación innovadora. Los métodos diseñados sirven para enfrentar situaciones extremadamente complejas y dinámicas del mundo actual con una visión crítica, creativa propositiva en la teoría, pero sobre todo en la práctica, en la acción en cada contexto del mundo real y entre ellos.

* IPN - ESIMEZ - SEPI

A mediados del siglo XX, al leer el libro *El Fenómeno Humano* de Pierre Teilhard de Chardin, entré en contacto por primera vez con la teoría coevolutiva de vinculación de cada sistema con otros sistemas de su medio dinámico con el que sufre transformaciones. Este autor describió la evolución como un proceso de diferenciación e integración gradual de estados simples a complejos en y entre sistemas abióticos, bióticos y conscientes, así como un proceso de transformación permanente de integración, organizacional o de complejificación. El *qué* de la gran historia es su integración cada vez más compleja hacia la unidad total Omega. El *cómo* es el proceso abierto, el camino coevolutivo de comunicación integradora en y entre todo tipo de sistemas de estados simples a complejos y conscientes con calidad a largo plazo o ecosistémica de unidad sinérgica o complementaria en la diversidad. Esta teoría fue formulada un siglo antes por Charles Darwin, padre de la teoría de la evolución, que modificó radicalmente la visión estática de la realidad al formular que todos los sistemas se interrelacionan y modifican en el tiempo.

Como se puede observar, la forma de conocimiento ecosistémico surge de forma incipiente de la observación filosófica trascendente del largo proceso coevolutivo de la gran historia de todos los sistemas en el espacio-tiempo como proceso de integración, organización o complejificación cualitativa de sistemas simples poco interrelacionados a sistemas más complejos a través de un proceso holodinámico permanente de complejificación cualitativa consciente con visión trascendente socioambiental o ecocéntrica a largo plazo o sustentable. Como el alcance de la forma de conocimiento transdisciplinaria es transhistórica y transcultural, a continuación, en la Figura 7.1 se representan algunos modelos y métodos de transformación de distintas etapas civilizatorias.

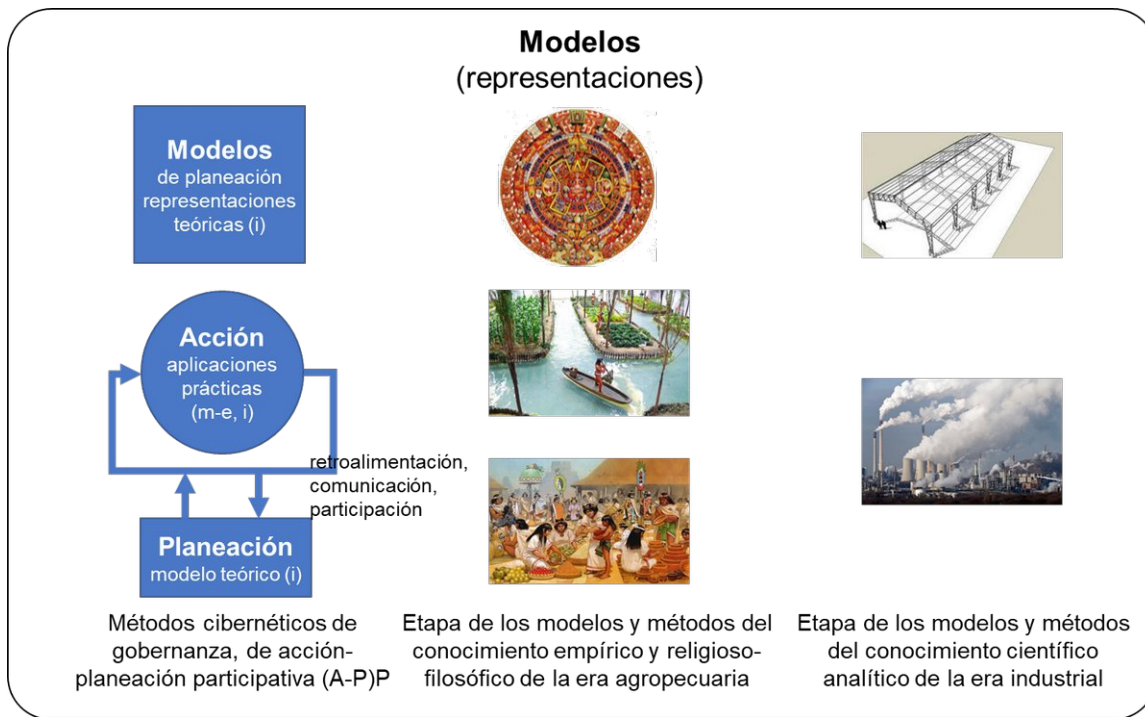


Figura 7.1 Modelos y métodos cibernéticos de transformación transhistóricos y transculturales (Peón, 2005)

Un ejemplo de modelo que combina las dimensiones complementarias del conocimiento empírico y religioso-filosófico de la etapa agropecuaria de la humanidad, es el del calendario azteca, que simultáneamente tuvo como fin práctico servir de guía de apoyo para la producción agropecuaria y al mismo tiempo es una síntesis ideológica. Por otra parte, se ejemplifica el creativo método integral práctico-teórico de la agricultura orgánica chinampera en la etapa prehispánica de México. El complejo proceso o método de producción, transporte, distribución y comercialización agropecuaria utilizó tecnología vernácula. Sin duda es un modelo creativo tecnológico sociocultural aplicado de esta civilización originaria de México, que diseñó y perfeccionó un proceso integral de transformación agroecológica y comercial adecuada a su contexto o medio natural y cultural, que propició el crecimiento de esta gran urbe.

El diseño de procesos de transformación es una etapa reciente de los sistemas civilizatorios conscientes que buscan incidir en la realidad; son procesos que aceleran la dinámica de cambio evolutivo de todos los sistemas interrelacionados a partir de la emergencia de los seres conscientes y sus civilizaciones. La dinámica del diseño de herramientas de transformación se ha desarrollado por etapas del conocimiento y sus instrumentos de transformación (Figura 7.2) que son:

- Precivilizatoria del conocimiento empírico
- Presistémica del conocimiento filosófico-religioso y científico analítico
- Sistémica, del conocimiento integrado

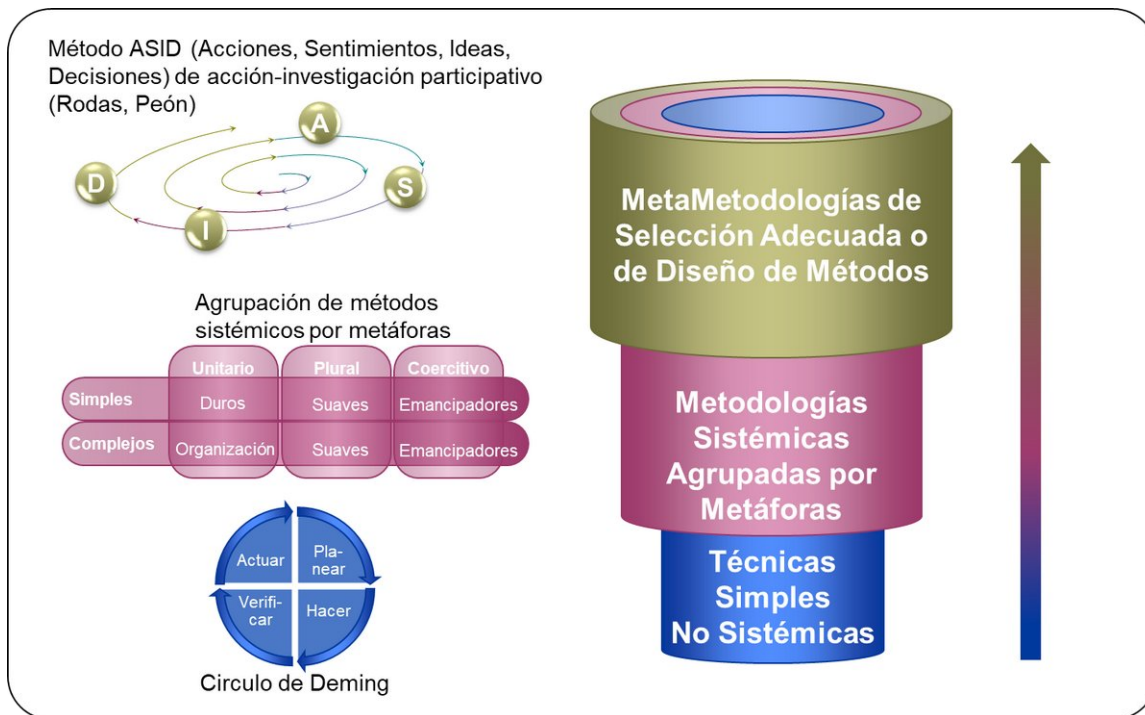


Figura 7.2 Evolución holodinámica de instrumentos de transformación (Peón, 2019)

La evolución holodinámica de los instrumentos de transformación (presistémicos, sistémicos y ecosistémicos), es parte del proceso abierto coevolutivo de transformación, en el que se integran sistemas simples, que al integrarse con otros sistemas diferentes pero complementarios se convierten en sistemas más organizados o complejos. Es un proceso holodinámico permanente de cambio, en el cual cada nivel del sistema, del holos no desaparece, sino que permanece como subsistema, como cimiento de un sistema más complejo y cada sistema al integrarse de forma complementaria o sinérgica con otros se convierte en un suprasistema de mayor nivel de complejidad y consciencia con propiedades emergentes.

Instrumentos de transformación presistémicos

La etapa presistémica del conocimiento, en la que se generaron y evolucionaron las herramientas iniciales de transformación acelerada de la realidad, sus modelos y métodos de desarrollo, se fundamentaron en los conocimientos empíricos, religiosos, filosóficos y sobre todo científicos analíticos conforman la etapa inicial del desarrollo del conocimiento humano moderno. En esta etapa, las herramientas de transformación (técnicas, métodos y modelos) para resolver situaciones problema específicas, tienen como característica un alcance limitado por la fragmentación entre las ciencias y los crecientes desequilibrios. A continuación, se presentan los rasgos característicos de estas herramientas de acuerdo con los conocimientos empíricos, religiosos-filosóficos y científicos.

- *Técnicas y métodos empíricos o tácitos.* La técnica más simple del conocimiento empírico fue el proceso de *Ver, Juzgar y Actuar*, que es el origen de la revolución agropecuaria que se inició 10,000 años AC, de gran utilidad para resolver las necesidades básicas diarias de sobrevivencia.
- *Modelos normativos religiosos y filosóficos.* Posteriormente, hace cerca de 5,000 años con el nacimiento de las civilizaciones (3,000 años AC), emergen y se documentan las filosofías, religiones y sus códigos colectivos de conducta que sirven de guía trascendente a los sistemas colectivos de organización humana de los que emergen las civilizaciones.

- *Método científico analítico-reduccionista.* A mediados del siglo XVII surge la revolución científica tecnológica con enfoque especializado o disciplinario y su método, que da certidumbre al conocimiento universal, lo documenta y difunde, es el origen de la revolución industrial. A partir de procesos uniformes de producción masiva que aumentan la productividad, bajan los costos al mismo tiempo que aumentan de forma exponencial la explotación sin límites de los bienes naturales y de los trabajadores, así como la contaminación del aire, agua y suelo poniendo en peligro la sustentabilidad del planeta.

El avance más notable de la primera etapa de desarrollo de métodos sin duda fue el método científico de las ciencias con orientación analítica-reduccionista especializada, para comprobar de forma rigurosa con alcance universal el conocimiento a través de la formulación de hipótesis, su validación por medio de rigurosos procesos de investigación experimental y la formulación y documentación de modelos o leyes científicas. Es la gran etapa de la diferenciación y profundización del conocimiento de la ciencia analítica-reduccionista de primer nivel con importantes avances en los sistemas de salud, producción, transporte y comunicaciones. Los conocimientos validados mediante la aplicación del método experimental científico sirven de modelos o faros (Figura 7.3) para la acción colectiva en las distintas dimensiones disciplinarias de la misma. Gracias a sus avances, sobre todo en los sistemas de salud, transporte, comunicaciones y producción, se inició la globalización de las economías apoyadas en los avances técnico-económicos con impacto global.



Figura 7.3 Imagen de un faro que representa metafóricamente los modelos científicos que sirven de guía para la acción (Peón, 2019)

Los modelos teóricos generados por el avance del conocimiento científico-tecnológico validado documentado y difundido a través de la aplicación del método científico experimental se constituyeron en guías para la acción como lo expreso Francis Bacon:

Sigue siendo una experiencia simple; que, si se toma como viene, se llama accidente, si se busca, experimento. El verdadero método de la experiencia enciende primero la vela (hipótesis), y luego, por medio de la vela, se muestra el camino, (el cómo) (arregla y delimita el experimento), comenzando como lo hace con la experiencia debidamente ordenada y digerida, ni tortuosa ni errática, y de ella deduciendo axiomas (teorías o modelos), y de axiomas establecidos genera nuevos experimentos (procesos).

La principal acción de los investigadores científicos ha sido, además de la validación de los conocimientos especializados o disciplinarios, la documentación explícita y la difusión de los resultados de sus investigaciones con validez universal. Sin embargo, la mayor parte de los científicos e investigadores en el medio educativo le da importancia secundaria a su aplicación, sobre todo para dar una respuesta adecuada, suficiente e inmediata a las necesidades básicas específicas de los sectores mayoritarios de la población mundial, tomando en cuenta sus conocimientos y necesidades integrales más apremiantes. Los conocimientos científicos patentados y aplicados son aprovechados principalmente por las grandes corporaciones transnacionales para incrementar sus utilidades y poder, sin darle la debida importancia al alto costo socioambiental de una ciencia y tecnología con bajo nivel de complejidad integradora y de consciencia socioambiental.

En los siglos XVII, XVIII, XIX y XX, el método científico evolucionó gradualmente a través del desarrollo de las ciencias exactas, biológicas y del comportamiento con orientación especializada, lo que favoreció la profundización, documentación y difusión global del conocimiento científico, aplicado en todos los campos del conocimiento, principalmente de los sistemas de salud, del desarrollo de la tecnológico e ingenieril, que son el soporte de la industria moderna, de los sistemas de comunicación y de transporte, así como de los sistemas de salud, alimentación, educación y organización administrativa y económica.

Los avances del conocimiento científico originaron una revolución sin precedentes, de la que se derivó el crecimiento exponencial de la población mundial, en gran parte debida a los avances en sistemas de salud y alimentación, así como de los sistemas de interconexión a través del transporte y los sistemas de información y comunicación. Los avances en los sistemas de información y comunicación generaron la expansión

del segundo sector de la economía, el industrial y favorecieron el crecimiento acelerado del tercer sector de la economía, el de servicios que usa de forma extensiva los sistemas de información y comunicación en todos los ámbitos, particularmente en el global.

Los avances científicos y tecnológicos especializados y concentrados en los grupos de mayor poder económico y político, al mismo tiempo que generaron importantes beneficios también generaron situaciones problema más graves, como las guerras a distintos niveles con el uso de peligrosos sistemas bélicos con una enorme capacidad destructiva, así como sistemas de información y comunicación para la vigilancia y la manipulación de las sociedades. El diseño de sistemas de alimentación y salud con bajo nivel de consciencia socioambiental están generando graves situaciones de salud y ambientales, como lo son el crecimiento explosivo de las enfermedades crónicas y el cambio climático cada vez más acelerado, además de un grave y creciente desequilibrio, de polarización económica y social con un alto impacto en la desestabilización social.

A finales del siglo XX y a principios del siglo XXI como resultado del crecimiento explosivo de la población humana, por efecto directo de su creativo desarrollo científico-tecnológico, y al mismo tiempo de su excesivo y derrochador consumo de materia-energía, se resquebrajó el equilibrio sociedad-naturaleza con gran impacto destructivo a nivel planetario, causado principalmente por los países y sectores sociales con mayor poder económico. El desarrollo industrial, energético, de transporte y urbano con su limitada visión centrada en el hombre (o antropocéntrica), está causando un grave desequilibrio socioambiental, un acelerado cambio climático, la contaminación de suelo, agua y aire, así como la destrucción de la biodiversidad a un ritmo sin precedente.

A pesar del notable avance científico-tecnológico, las principales situaciones problema socioambientales que afectan al planeta en su conjunto no solo no se están resolviendo al ritmo necesario, sino que están creciendo de forma muy acelerada causando un peligroso desequilibrio socioambiental que amenaza de forma grave la permanencia de la vida en el planeta.

El enfoque especializado e individualista del proceso científico actual de conocimiento genera una enorme cantidad indigerible de conocimientos dispersos, sin continuidad y sin comprobación completa inmediata bajo condiciones reales. Bajo este enfoque se privilegia la documentación y difusión de artículos internacionales indexados, en su mayor parte en idioma inglés.

La mayor parte de los avances de la era científica especializada tienen un importante pero limitado valor mientras no se vinculen de forma directa los conocimientos teóricos especializados de forma participativa o directa con los sectores sociales que requieren soluciones urgentes e importantes para incorporar sus visiones y conocimientos de su medio. Mientras eso no suceda, el rezago socioambiental seguirá creciendo de forma cada vez más peligrosa por la profunda polarización entre sectores sociales, culturas, sistemas naturales y civilizatorios fraccionadas. El conocimiento científico analítico reduccionista está fragmentado, y por ello no puede proporcionar una respuesta viable integrada para dar respuesta a los complejos retos de una realidad cada vez más compleja, interconectada y turbulenta de un planeta con creciente nivel de integración compleja, de globalización.

A partir del desarrollo de las ciencias exactas y sociales, surge a principios del siglo XX la ciencia administrativa y su proceso de gobernanza: de planeación, organización, dirección y control. En la etapa inicial del desarrollo de la ciencia administrativa

durante las primeras décadas del siglo XX, su diseño fue influenciado por la orientación positivista de las ciencias exactas y rígidas orientadas a procesos cerrados de planeación estructural y funcional. A esta etapa rígida se le describe mediante el uso de la metáfora mecanicista con orientación individualista y el uso de formas rígidas y verticales de organización estructural.

En la segunda etapa de las ciencias administrativas a mediados de ese siglo, bajo la influencia de las ciencias del comportamiento, las ciencias administrativas le dieron importancia a los procesos abiertos, flexibles y participativos de comunicación y planeación con orientación grupal, a esta etapa se le identifica con la metáfora orgánica.

En la etapa flexible u orgánica de las ciencias administrativas, el psicólogo Gestalt (Lewin, 1946), desarrolla el método participativo de acción-investigación (AI), una forma incluyente de investigación con los afectados por las decisiones de los procesos administrativos a través de métodos incluyentes, de procesos de transformación flexibles participativos críticos e interpretativos plurales o incluyentes. La etapa de la ciencia administrativa, flexible u orgánica orientada hacia la acción grupal incluyente o participativa con intervención directa de expertos prácticos busca una mayor calidad y permanencia en los resultados de las intervenciones, al tomar en cuenta necesidades integrales cambiantes bajo las condiciones específicas de cada contexto.

Etapa sistémica de modelos y métodos de transformación

Después de la Segunda Guerra Mundial surgen de forma casi paralela la Teoría General de Sistemas (TGS) con orientación interdisciplinaria abierta y la ciencia Cibernética de la comunicación o retroalimentación cibernética, que vincula los sistemas concretos de la realidad, las acciones, con los modelos o representaciones teóricas de los mismos en un medio o contexto dinámico. Al integrarse, casi de inmediato, las dos formas complementarias de conocimiento, la TGS y la Cibernética dan origen a la primera etapa de la ciencia de sistemas, la cibernética (CS), gracias a que algunos de los pioneros sistémicos participaron en los dos orígenes de la CS.

Después de la Segunda Guerra Mundial, cuando emerge de manera formal el conocimiento cibernético ocurre un brinco, un cambio paradigmático de formas más complejas de conocimiento que necesariamente tiene incidencia en los procesos integrales de transformación práctica-teórica evolutiva de la realidad.

Lo esencial del enfoque sistémico, de su forma de conocimiento es su orientación teórica integradora multidimensional incluyente entre disciplinas o de interdisciplinariedad y abierta entre cada sistema y su contexto dinámico, como proceso complejo cualitativo. A través del proceso CS se vincula la compleja práctica de transformación permanente de sistemas concretos mediante la guía de modelos o representaciones teóricas a través de la retroalimentación o comunicación cibernética en y entre todo tipo de sistemas no vivos, vivos y conscientes. Para lograr la estabilidad en el tiempo de los sistemas en los que se interviene se requiere de un proceso permanente de gobernanza cibernética para mantener el equilibrio dinámico homeostático de cada sistema en el tiempo bajo las condiciones inestables de un medio cambiante.

Una dimensión fundamental de la emergencia del conocimiento CS es la formulación de las teorías de la información y la comunicación, que son el origen de la era de servicios que trasciende la era tecnoindustrial con enfoque cuantitativo. La revolución electrónica y de Sistemas sociotécnicos de Información y Comunicación (SIC) a través de medios ubicuos y redes alámbricas e inalámbricas, aceleró los procesos de comunicación globalizadora por el efecto que produjo la emergencia de las tecnologías de información y comunicación (TICs). Actualmente las civilizaciones humanas están en vísperas del siguiente brinco tecnológico de las redes de quinta generación o 5G, que maneja la integración de Internet de las cosas. Sin embargo, falta avanzar más en la transformación de los sistemas TICs hacia sistemas más integrados o complejos como lo son los SICs. La vinculación entre sistemas técnicos y sociales desde el año 1947 propuso el Instituto Tavistock en Londres, Reino Unido. Esta orientación integradora de carácter sistémico complejo vincula las orientaciones técnicas y sociales en el diseño de sistemas administrativos bajo una visión orgánica interpretativa cualitativa a través de métodos participativos que integran los avances tecnológicos con los socioculturales.

La integración sociotécnica de herramientas de transformación genera un brinco tecnológico y sociocultural que articula la relación entre sistemas duros o técnico-económicos con orientación mecanicista con los sistemas suaves interpretativos o socioculturales flexibles u orgánicos con visión cualitativa con mayor nivel de complejidad y consciencia en un medio interactivo hombre-máquina de carácter cibernético.

Bajo una visión crítica y propositiva, es necesario reconocer que las nuevas oportunidades de la era sistémica de la información y comunicación generaron en paralelo nuevas amenazas como son los sistemas masivos de espionaje, de manipulación polí-

tica y comercial por medio de la generación masiva de mensajes de información con fines económicos, políticos y sociales, así como fraudes y guerras cibernéticas, que se han convertido en preocupantes nuevos retos de la era digital.

A continuación, se describen de forma breve y selectiva cuatro de los principales avances de las herramientas o caminos sistémicos de transformación desarrolladas en la segunda mitad del siglo XX, resaltando sus aportaciones. Son modelos y métodos sistémicos de transformación integral de mayor alcance y complejidad que los instrumentos especializados de transformación de la era del conocimiento presistémico que incluye a la ciencia analítica reduccionista de primer nivel y que tienen alcance trascendente en distintas dimensiones:

- *Modelo prospectivo de Dinámica de Sistemas (DS)* de Forrester y su aplicación sobre los Límites del Crecimiento (Meadows, 2002)(Figura 7.4), tiene como referencia para su diseño a la metáfora mecanicista y con su visión de largo plazo en el tiempo y su enfoque prospectivo permite abordar importantes situaciones problema de gran alcance, como el cambio climático a largo plazo, generando alternativas de intervención adecuadas a distintas situaciones problema del dinámico medio local y global.
- *Modelo de administración o gobernanza cibernética de Diagnóstico de Sistemas Viables (DSV)* (Beer, 1985) (Figuras 7.5 y 7.6), tiene como referencia para su diseño a la metáfora neurocibernética.
- *Metodología de Sistemas Suaves (MSS)*(Checkland y Sholes, 1993), método socio-cultural interpretativo que tiene como referencia para su diseño a la metáfora orgánica, maneja un proceso cibersistémico transdisciplinario flexible para

organizaciones abiertas y dinámicas sociotécnicas ambientales de forma interpretativa e incluyente participativa para su desarrollo organizacional a través de un proceso participativo de retroalimentación multidimensional no lineal de mejoramiento continuo tomando en cuenta las condiciones cambiantes de cada medio.

- *Metametodología de Intervención Total de Sistemas (ITS)* (Jackson, 1992). Para la selección adecuada de herramientas sistémicas de transformación dependiendo de la situación problema en cada proceso de intervención, ya que clasifica un conjunto de modelos y métodos de transformación sistémica con base en metáforas para su selección crítica adecuada a cada tipo de situación problema; es un instrumento metodológico de segundo nivel que diferencia de forma crítica los alcances y limitaciones de cada herramienta sistémica de transformación integral.

Modelo prospectivo de Dinámica de Sistemas y su aplicación sobre los Límites del Crecimiento (Meadows, 2002)

El modelo sobre los límites del crecimiento derivado del modelo DS de Forrester, que se lanzó por primera vez en el año 1972, describe o modela las tendencias del comportamiento dinámico de sistemas en el pasado, sus tendencias y propone alternativas prospectivas estratégicas de futuros posibles de la transformación de los sistemas, tomando en cuenta la evolución de importantes indicadores, como se puede observar (Figura 7.4) en el período 1900-2100. Los macroindicadores entrelazados del modelo sistémico fueron los siguientes: recursos, producción industrial, población y contaminación.

Los resultados obtenidos sobre la modelación prospectiva de sistemas complejos señalan los límites del crecimiento socioambiental. Entre las principales aportaciones de la DS está su enorme alcance sobre distintas dimensiones de la realidad que se entrelazan de forma sistémica generando, a través de la modelación matemática, escenarios a largo plazo sobre la posible evolución de los sistemas socioambientales tomando en cuenta sus condiciones de equilibrio. A través de este modelo se pueden proponer políticas de acción preventivas a largo plazo para evitar el colapso de los sistemas ambientales, como se manejaron en el modelo DS de Meadows.

Este modelo vincula las tendencias y prospectivas de un conjunto de factores interrelacionados como son: recursos, población, producción industrial, contaminación y alimentación en el periodo de 1900 a 2100, la tendencia que marca este modelo es la de un colapso sistémico. En la figura sobre la tendencia y prospectiva de crecimiento de los siglos XX y XXI, el enorme peligro de un colapso sistémico económico y socioambiental que coincide con el del cambio climático que amenaza la sobrevivencia de la vida en el planeta en este siglo, tomando en cuenta los límites del crecimiento que se están rebasando, poniendo en peligro la estabilidad del clima y en riesgo la sobrevivencia de la vida en su conjunto.

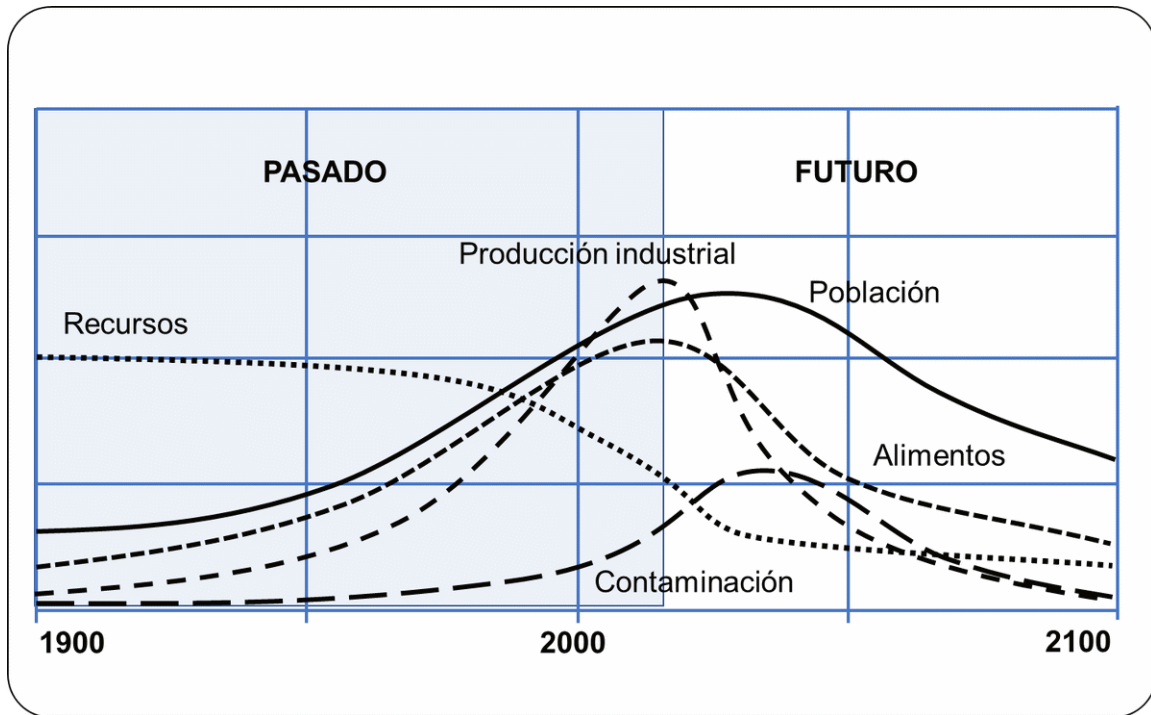


Figura 7.4 Modelo prospectivo de dinámica de sistemas sobre los Límites del Crecimiento (Meadows, 2004)

Modelo de administración o gobernanza cibernética de Diagnóstico de Sistemas Viables

Por la influencia de la CS, surgen los sistemas abiertos de administración sistémica (Kast & Rosenzweig, 1944) y de administración o gobernanza cibernética (Beer, 1994) representada por el modelo neurocibernético de DSV (Figuras 7.5 y 7.6).

El proceso cibernético de comunicación evoluciona de su orientación de sistema cerrado hacia el control instrumental y posteriormente hacia el proceso cibernético de segundo nivel abierto e interpretativo de observación de sistemas, hacia procesos abiertos de comunicación sociotécnica en y entre todo tipo de sistemas y con su medio (Von Foerster, 1995) para su adaptación al medio dinámico y hacia la innovación.

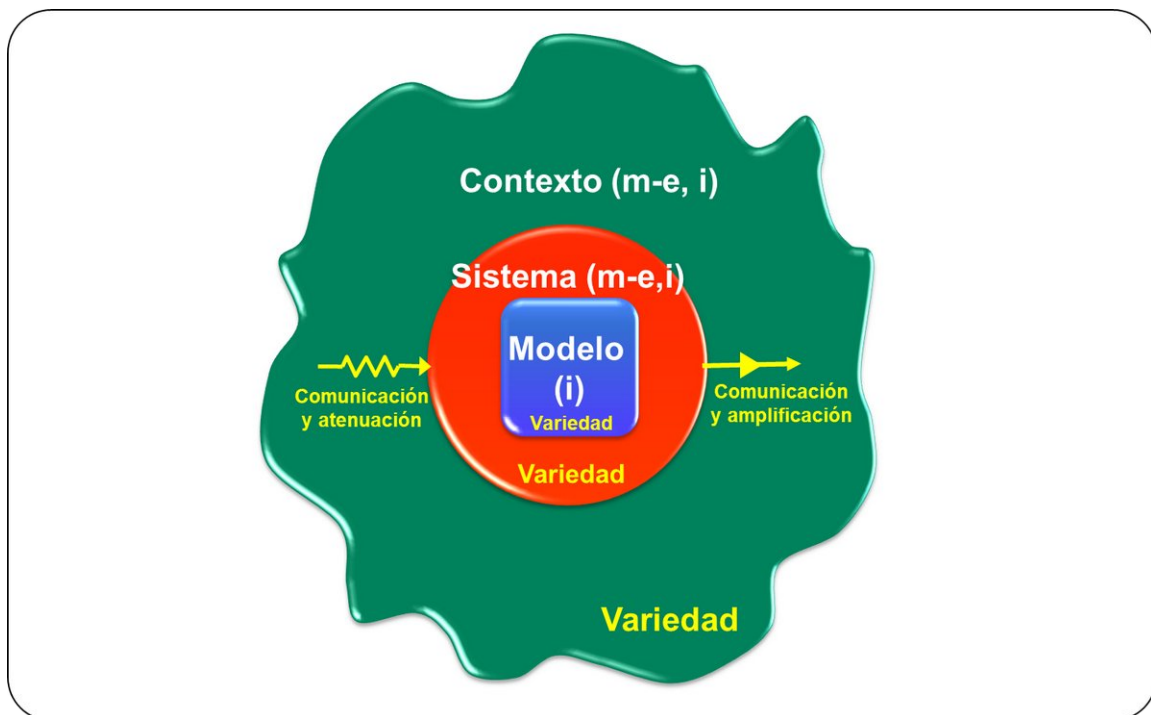


Figura 7.5 Elementos del modelo de DSV de S. Beer (Beer, 1994) y el indicador de variedad

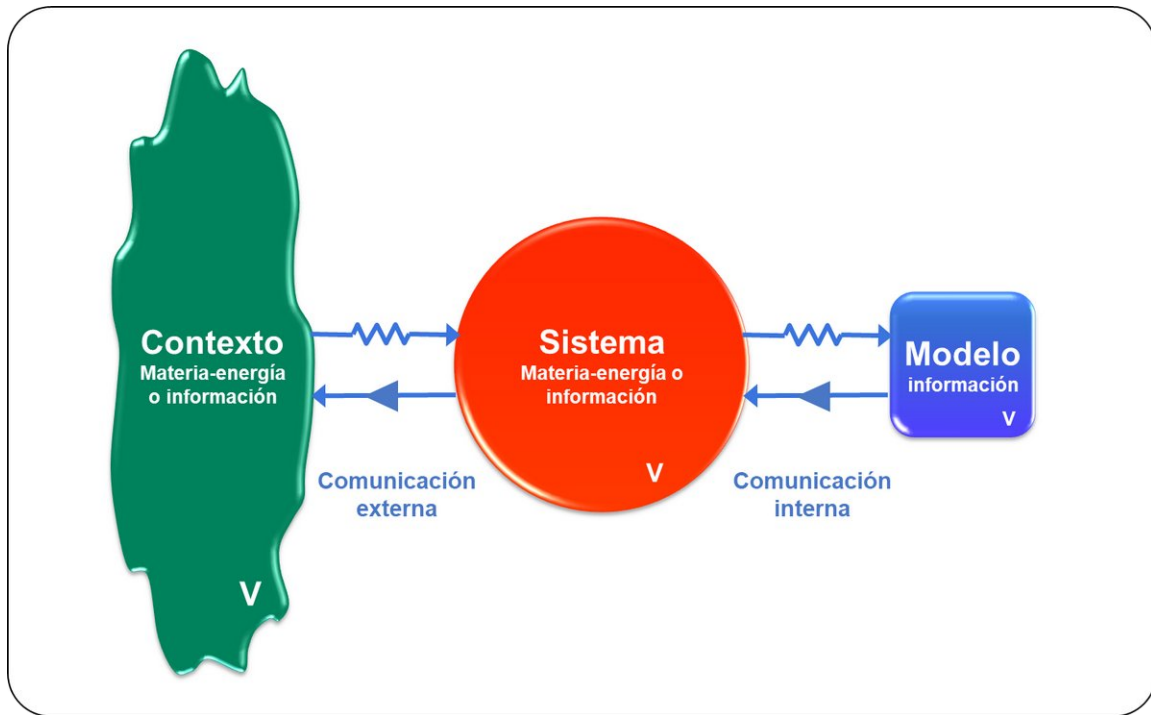


Figura 7.6 Elementos del modelo de DSV (contexto, sistema, modelo) y sus interrelaciones internas y externas tomando en cuenta el indicador de variedad de (Beer, 1994)

El modelo de la Figura 7.6 representa la aplicación de la ley de variedad requisita de Ashby para medir la complejidad y manejarla en los sistemas cibernéticos de comunicación y control. Los modelos teóricos, o representaciones especializadas de información sobre distintas dimensiones de sistemas concretos, se representan en la Figura 7.6 por medio de cuadrados y son más simples que los sistemas concretos o prácticos de materia-energía e información representados en la Figura 7.6 por un círculo y el contexto de mayor complejidad con una forma irregular.

Para la comunicación entre sistemas más simples y complejos se requiere de amplificadores y reductores que se representan en las flechas. Cuando se comunica un sistema más complejo con uno más simple, se requiere de un reductor y viceversa al comunicarse un sistema más simple con un complejo se requiere de un amplificador. Esto ocurre en los procesos internos (modelo-sistema) y externos de comunicación (sistema-contexto).

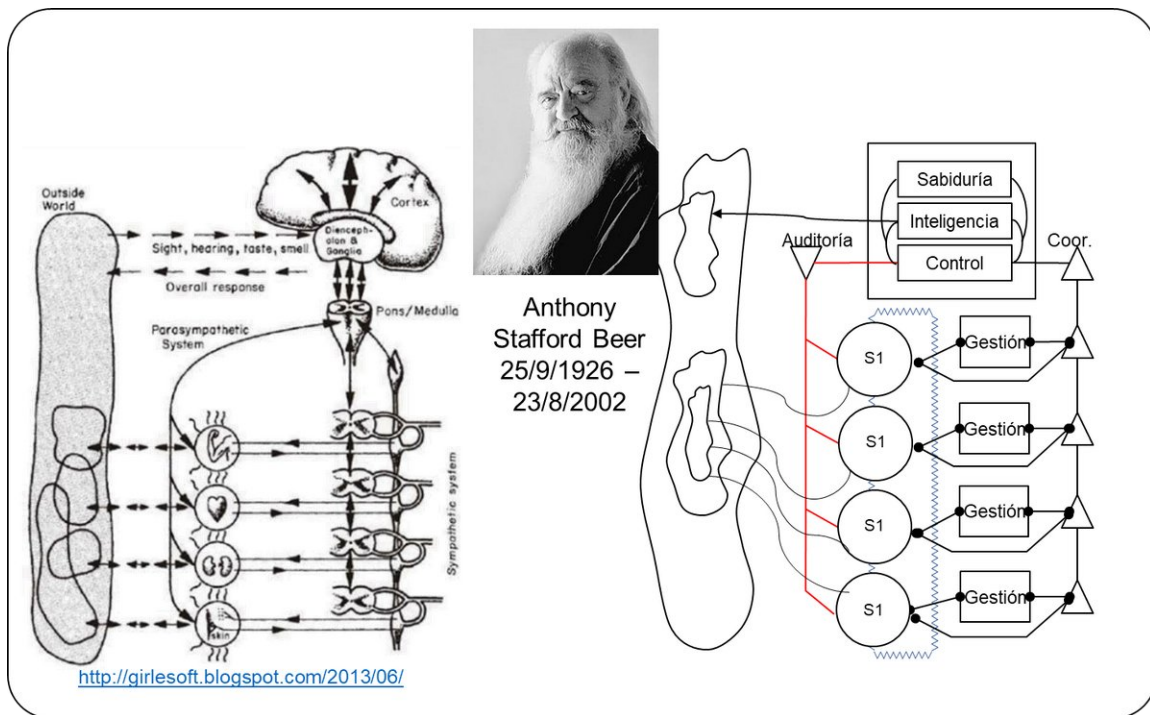


Figura 7.7 Modelo de DSV de Beer (1994) bajo la metáfora neurocibernética

El cibernético inglés Stafford Beer (1994), creador del modelo DSV, integró los aportes de los cibernéticos Wiener, Ashby y Von Foerster (Pask, 1996) en un modelo cibernético estructural complejo de gobernanza de sistemas organizacionales de todo tipo y nivel de complejidad (Espejo, Schuhmann, Shaniger, Bielello, 1996), que vincula distintos ámbitos organizacionales de forma holónica o fractal en el modelo de DSV. Este

modelo integra los modelos o sistemas teóricos abstractos de información (i) representados por cuadrados, los sistemas concretos de acción de materia-energía e información (m-e, i) representados por círculos, bajo ámbitos de distintas dimensiones o contextos representados con una figura irregular incluyendo el ámbito global, como proceso cibernético de retroalimentación o comunicación amplio que vincula la teoría y la práctica, la investigación y la acción (Figura 7.7), la acción operativa y su sistema de control (sistemas 1, 2 y 3), la planeación (sistema 4) y la relación entre ambas (sistema 5) (Figura 7.7), en distintos ámbitos del holos organizacional, como sistema abierto e interactivo con su dinámico contexto real tomando como marco teórico de referencia para el diseño la metáfora neurocibernética.

Por medio del indicador de variedad (Ashby, 1958) se puede medir la complejidad de los subsistemas teórico, práctico y del contexto. Como se puede observar en la Figura 7.7 del modelo de DSV de Stafford Beer, los modelos abstractos de información representados por cuadrados son más simples, tienen menor variedad o estados posibles que los sistemas concretos de m-e, i representados por círculos en el Modelo de DSV de Beer y el contexto representado por una forma irregular tiene más variedad que los sistemas.

El complejo modelo cibernético con arquitectura holográfica de gobernanza o de administración cibernética en distintos ámbitos se conforma con cinco sistemas interrelacionados que son:

- *Sistema 1. Viable* con identidad permanente o estructural de los subsistemas en cada nivel organizacional u holográfico.
- *Sistema 2. Comunicación* o intercambio cibernético entre todo tipo de sistemas.

- *Sistema 3. Control interno* de sistemas cerrados para mantener la estabilidad.
- *Sistema 4. Inteligencia externa* o de sistemas abiertos dinámicos adaptativa y creativa.
- *Sistema 5. Sabiduría*, proceso participativo de gobernanza colectiva entre los sistemas de armonización de proceso 3 de control con el 4 de innovación (gobierno democrático colectivo del pueblo o cliente en cada nivel y tipo de organización).

En general pocas personas conocen en el medio académico la forma de medir la complejidad de los sistemas a través del indicador de la variedad requerida desarrollado por el cibernético Ashby. Esto tiene importantes implicaciones para el diseño de herramientas de transformación en los procesos teóricos de investigación y de planeación que no le dan la necesaria importancia a la complejidad de los sistemas concretos o aplicaciones, así como a su medio o contexto. Por falta de cultura sobre la complejidad de los sistemas del mundo real es sumamente común no distinguir entre las dos herramientas de transformación: los modelos o representaciones y los métodos o procesos por falta de cultura sobre instrumentos sistémicos de transformación.

Los modelos de investigación por ser solo representaciones teóricas limitadas por especializadas, son más simples que los métodos que vinculan los modelos y métodos o procesos cbersistémicos de acción-investigación de sistemas concretos bajo condiciones reales, utilizando la forma transdisciplinaria de conocimiento de mayor alcance que se usa en los caminos colectivos e incluyentes de transformación participativa cualitativa bajo condiciones reales, con los actores a los que van dirigidos los procesos de cambio a largo plazo.

Mientras más complejo es un sistema tiene mayor variedad o estados posibles, los modelos de investigación y de planeación que predominantemente son teóricos y especializados o focalizados en pocas dimensiones de la realidad.

Si se quieren usar de forma adecuada las herramientas cibernéticas de transformación es indispensable conocer sus alcances y limitaciones ligadas a su diseño; depende del tipo de situación problema táctica o estratégica a corto y largo plazo a la que se busca dar respuesta. Todas las herramientas de transformación son útiles; mientras más complejo sea el problema al que se enfrenta una persona o grupo se requiere de una formación cultural más amplia sobre instrumentos de transformación, en particular de los sistémicos de mayor alcance y nivel de complejidad.

Las herramientas de transformación pueden ser simples, teóricas especializadas o complejas interrelacionadas en sus dimensiones teóricas relacionadas con sus aplicaciones prácticas bajo las condiciones específicas de cada contexto dinámico. Los procesos más completos, complejos de cambio son cibernéticos de acción-investigación con retroalimentación cibernética interna y externa no son procesos de investigación sino de gobernanza cibernética práctica-teórica de sistemas complejos bajo condiciones reales dinámicas.

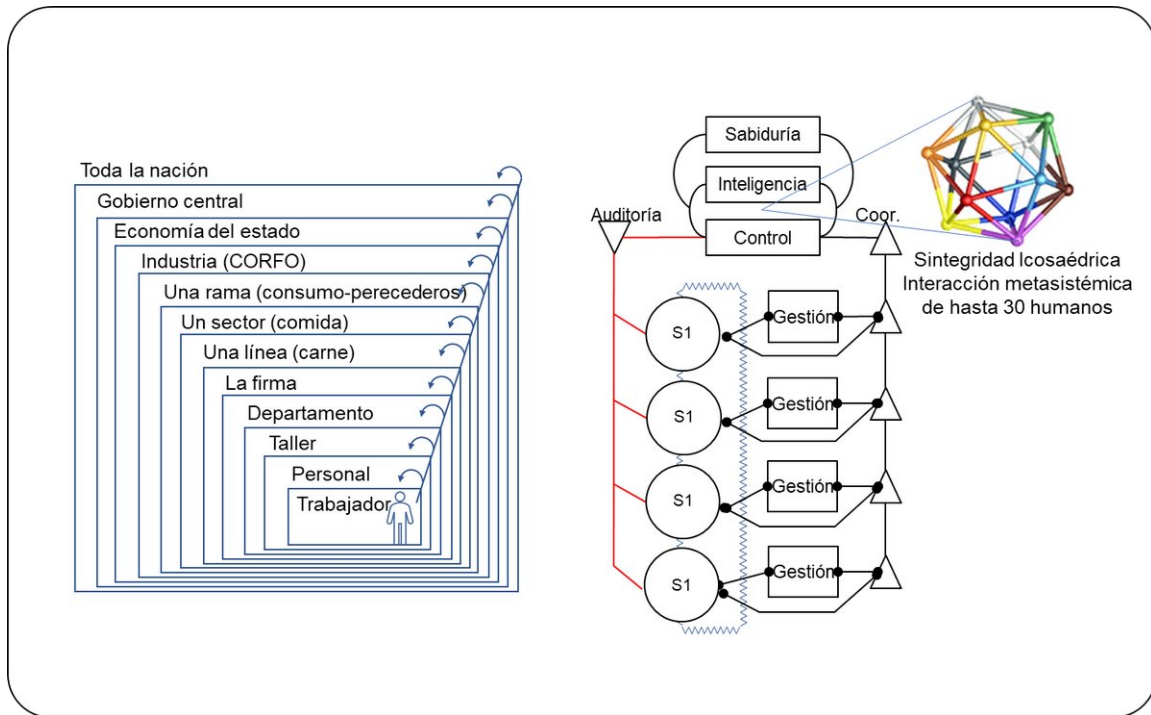


Figura 7.8 Modelo recursivo de una estructura organizacional de cualquier nivel recursivo de DSV (de Beer, 1994) y proceso participativo de sinergia de los sistemas 3, 4 y 5.

En la Figura 7.8 se representa la recursividad holónica (Wilber, 1995) o fractal de Modelo de DSV y el proceso sinérgico de gobernanza cibernética participativa de cada nivel de gobierno, en los que se armonizan los procesos internos operativos operación y de control (Sistema 3) y el proceso externo abierto de adaptación e innovación, de inteligencia (Sistema 4) que se vinculan a través del proceso de sabiduría, de sinergia o de comunicación del Sistema 5. El sistema 5 no es el sistema organizacional de mayor nivel; es un proceso colectivo de autogobernanza individual y colectiva para el control e innovación organizacional con la intervención cualitativa del cliente interno y externo de cada organización, en y entre niveles organizacionales en cada nivel del holos organizacional y entre ellos, el sistema 5 existe igual que los sistemas 3 y 4 que coordina.

El proceso colectivo de gobierno se hace integrando los Sistemas 3 de Control y 4 de Planeación a través de un proceso participativo de sintegridad o de comunicación en cada nivel de gobierno entre los dirigentes con orientación interna (sistema 3 de control) y externa (sistema 4 de innovación) buscando con sabiduría en el sistema 5 (Sistemas 3 y 4) definir el ritmo de cambio tomando en cuenta las condiciones internas y externas dinámicas del sistema en el que se interviene en cada nivel de gobierno y entre ellos.

Metodología de Sistemas Suaves (Checkland, 1993)

El diseño de la MSS representó un brinco cualitativo en la innovación de métodos sistémicos bajo una visión interpretativa participativa incluyente orientada a sistemas socioculturales dinámicos en permanente estado de evolución para adecuarse a su medio cambiante e inclusive para realizar innovaciones colectivas que revolucionan cada contexto.

La MSS es una herramienta crítica cualitativa flexible e incluyente o plural de acción-investigación con retroalimentación no lineal, en la que se maneja la forma transdisciplinaria de conocimiento práctico-teórico con retroalimentación cibernética múltiple no lineal entre sus pasos, es un camino en el que gradualmente pueden convergir los distintos caminos de los grupos humanos con conocimientos transdisciplinarios (teóricos, prácticos y culturales) que enriquecen con sus conocimientos, experiencias y visiones los procesos integrales incluyentes cualitativos de toma de decisiones, es un camino que se hace al andar a través de múltiples retroalimentaciones que surgen del diálogo entre los participantes bajo condiciones reales dinámicas del contexto de cada proceso de intervención.

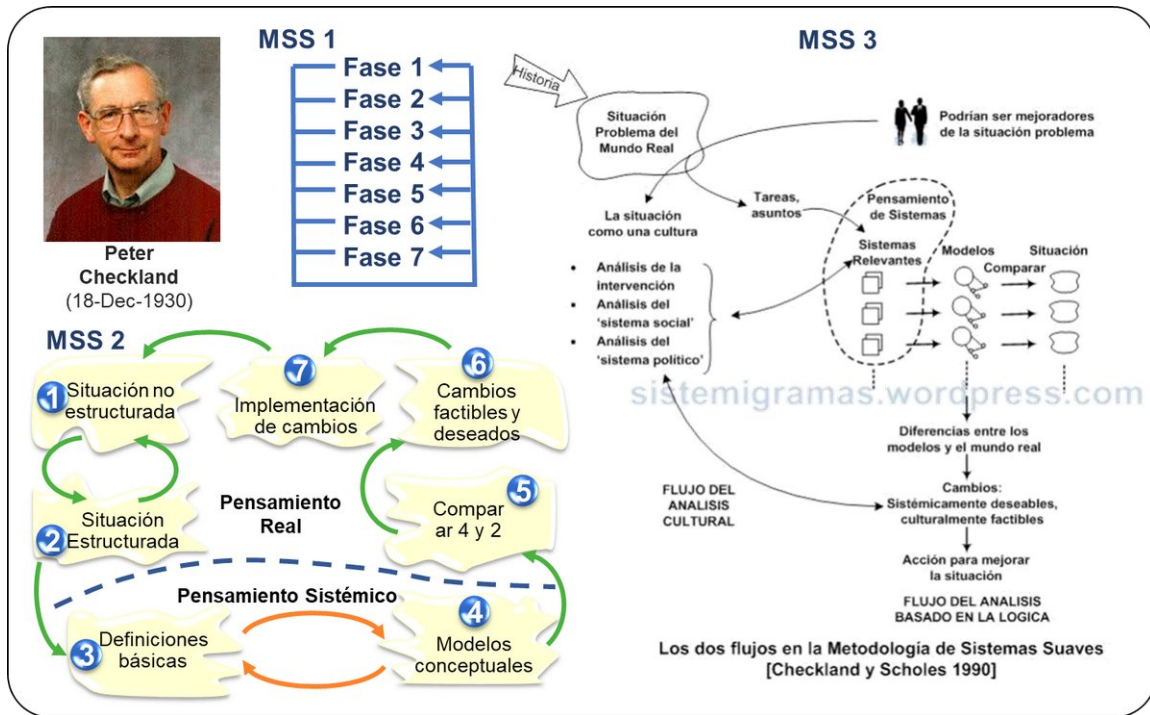


Figura 7.9 Etapas evolutivas de la Metodología de Sistemas Suaves (Checkland,1993)

En la Figura 7.9 se representa su evolución histórica. Inicialmente, en la primera versión de esta, en la parte superior izquierda de la Figura 7.9 se representan las múltiples retroalimentaciones lineales de ciclo cerrado entre sus pasos. En la versión 2 de la MSS en la parte inferior izquierda del diagrama, que es la versión más reconocida y utilizada, se tienen un conjunto significativo de avances como son los siguientes: Separa con claridad los pasos en los que intervienen los expertos prácticos con sus conocimientos ontológicos (Pasos 1, 2, 5, 6 y 7) de los pasos en donde intervienen los expertos teóricos (Pasos 3 y 4) con sus conocimientos epistemológicos, su proceso de retroalimentación es no lineal en forma de red, todos los pasos se retroalimentan entre sí sin un orden lógico determinado, es un proceso complejo de retroalimentación o de comunicación.

En los distintos pasos incorpora instrumentos de apoyo como la Visión Rica, el Contexto, Actores, Transformación, visiones del mundo, Dueño y Entorno (CATWDE) que toma en cuenta las visiones culturales del mundo del grupo heterogéneo con conocimientos transdisciplinarios amplios que participa en el proceso permanente de toma de decisiones. En su paso 4 se pueden incorporar otros modelos y métodos complementarios sistémicos, por lo que se convierte en un método integrador de herramientas de transformación.

Sin que el autor lo afirme explícitamente es un método cualitativo interpretativo flexible cibernético que maneja de forma incluyente conocimientos transdisciplinarios complementarios y los armoniza a través de un proceso abierto e incluyente de diálogo multidimensional entre todos los participantes en todas las fases del proceso de acción-investigación participativo bajo condiciones reales dinámicas. Es un método sistémico pionero por su orientación flexible o suave interpretativa crítica, que puede incorporar otras herramientas de transformación, métodos y modelos para complementar distintos aspectos específicos del método adecuándolo a la situación problema a través del paso 4.

Los pasos 1 y 2 son sobre cada situación del sistema no estructurado y su contexto buscando consensar las visiones y experiencias de los participantes en los pasos 1 y 2 hacia una situación problema estructurada; los pasos 3, 4, 5 y 6 son de diseño participativo; los pasos 3 (Qué) y 4 (Cómo) los realizan expertos teóricos para definir el modelo de planeación; en el paso 5 se vincula y consensa el conocimiento tácito de expertos prácticos, con el conocimiento explícito de expertos teóricos y en el paso 6, se define la viabilidad económica, política y cultural de la propuesta integral de solu-

ción. En el paso 7 se aplica o implementa. En la última versión de método, que se representa en la parte inferior de la Figura 7.9, los pasos se representan con iconos en vez de con números.

Es un método interpretativo sociotécnico que utiliza una compleja secuencia no lineal iterativa entre todos los pasos para buscar gradualmente la congruencia entre los distintos tipos de conocimientos y el consenso gradual entre todos los actores sociales involucrados. En el largo proceso no lineal de retroalimentación múltiple se puede iniciar y continuar con cualquier paso. Es un proceso flexible gradual que busca obtener resultados consensados para el mejoramiento continuo de los modelos de planeación y de los resultados de la intervención bajo condiciones reales dinámicas.

Como ejemplo del alcance y flexibilidad de la MSS es su aplicación de forma complementaria con otras herramientas como el Método Crítico Heurístico (MCH) de Ulrich (1991). En el MCH con consciencia ética trascendente como guía se toman en consideración los 12 cuestionamientos límites de Kant en que partiendo del *debe ser*, como premisa normativa y emigrar al diseño concreto del sistema orientado a la interpretación del cliente colectivo sobre calidad hacia el buen vivir. Las 12 preguntas normativas que hay que tomar en cuenta son las siguientes:

- ¿Cuál es o debe ser el propósito del sistema diseñado?
- ¿Cuál es o debe ser la medida del éxito? ¿Quién es o debe ser el decisor? ¿Qué condiciones de planeación e implantación son o deben ser controladas por el decisor?

- ¿Cuáles son o deben ser las condiciones ambientales no controladas por el decisor?
- ¿Quién es o debe ser el involucrado como planeador?
- ¿Quién es o debe ser el involucrado como experto teórico-práctico y cuál es la forma de su experiencia?
- ¿Dónde busca o debe buscar el involucrado la garantía del éxito en la planeación?
- ¿Quién entre los involucrados representa o debe representar los intereses de los afectados?
- ¿Tienen o deben tener los afectados la oportunidad de emanciparse ellos mismos de los expertos?
- ¿Qué visión del mundo remarca o debe remarcar el diseño del sistema?
- ¿Quién resulta beneficiado y quien resulta perjudicado con su aplicación?

Metametodología de Intervención Total de Sistemas (Jackson, 1992) para la selección adecuada de métodos sistémicos

El creativo proceso integrador sistémico de diseño es de diferenciación crítica cualitativa e integración complementaria o sinérgica (Lawrence & Lorsh, 1967). Todas las herramientas sistémicas y no sistémicas son útiles siempre y cuando previamente se

realice un diagnóstico integral crítico sobre sus alcances y limitaciones para su selección y aplicación adecuada a las condiciones contextuales de la situación problema que se aborda. El proceso de selección de métodos sistémicos de ITS se hace con base en el agrupamiento de metodologías mediante el uso de metáforas (Morgan, 1997) para seleccionar adecuadamente el método sistémico de intervención para cada tipo de situación problema.

Después de casi cuatro décadas de la formalización de la ciencia cibernética, de su pensamiento, herramientas de transformación y aplicaciones, los sistémicos ingleses Michael Jackson y Kurt Flood (1991b) bajo una orientación crítica emancipadora diseñaron la Metametodología ITS previo diagnóstico sobre las herramientas de transformación sistémicas y su clasificación por metáforas tomando en cuenta los alcances y limitaciones de cada grupo de metodologías para su selección adecuada (Figura 7.10).

En la Figura 7.10 se representa la clasificación de herramientas sistémicas de transformación agrupadas en tres dimensiones del conocimiento: el unitario objetivo positivista o duro de utilidad para el diseño de sistemas técnico-económicos bajo la metáfora mecanicista; la segunda columna es la de la forma plural de conocimiento para el diseño de sistemas socioculturales interpretativos bajo un enfoque suave o flexible de la metáfora orgánica en base al diálogo consensual iterativo incluyente o participativo en base a conocimientos transdisciplinarios de distintos actores sociales con conocimientos teóricos y prácticos y distintas visiones culturales bajo la metáfora de la cárcel.

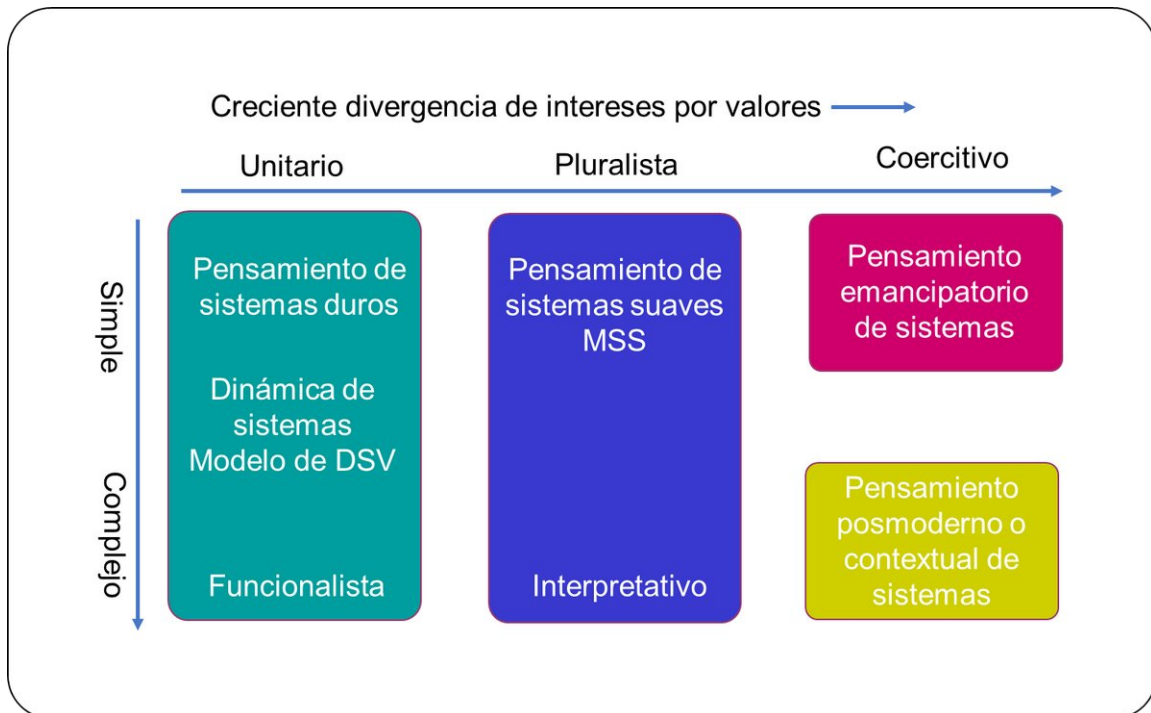


Figura 7.10 Matriz de clasificación de metodologías agrupadas por metáforas (Jackson y Flood, 1991)

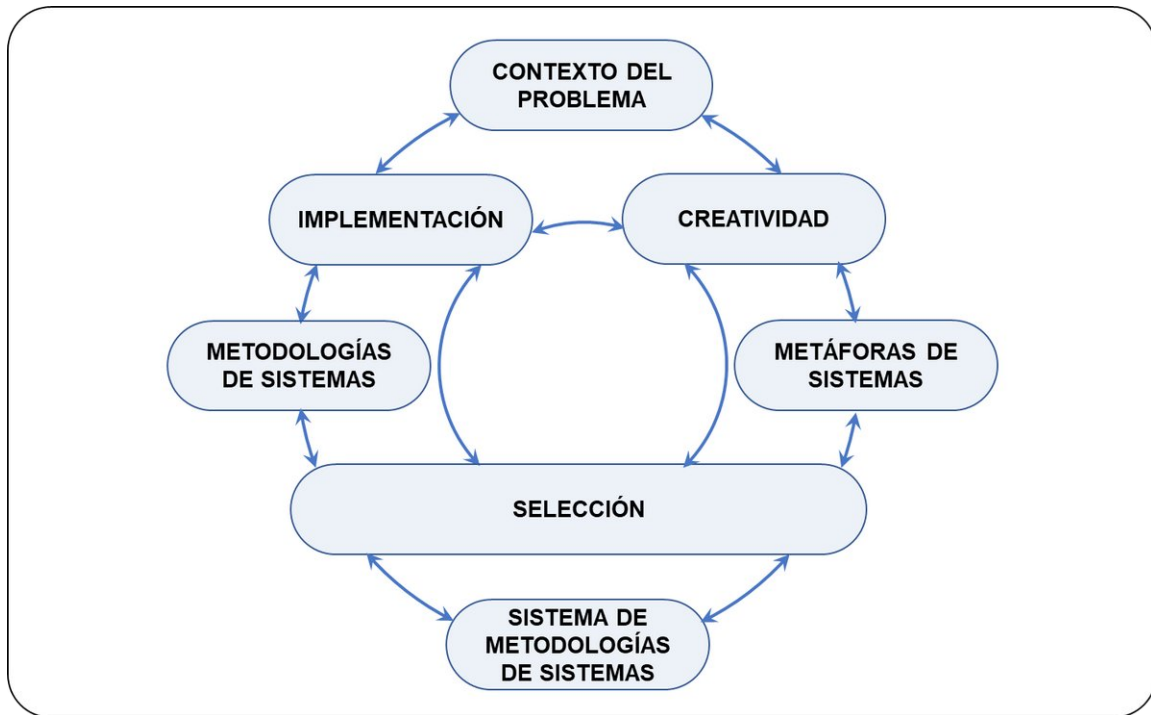


Figura 7.11 Metametodología de Intervención Total de Sistemas (Jackson y Flood, 1991).

Una vez seleccionada la metáfora y la metodología sistémica adecuada a la situación problema se aplican los pasos de ITS que se representa en la Figura 7.11.

Las herramientas de transformación sistémicas y no sistémicas son caminos que evolucionan en el tiempo para enfrentar las experiencias y retos de los dinámicos y complejos sistemas de una realidad compleja interrelacionada bajo condiciones reales cambiantes. Para hacer una transformación radical de los sistemas de la realidad a través de los instrumentos de transformación, es necesario partir de un diagnóstico crítico hacia un diseño propositivo creativo adecuado a las condiciones dinámicas de cada ámbito y entre ellos.

Un diagnóstico crítico implica conocer comparativamente los alcances y limitaciones de cada instrumento de transformación, como lo maneja en su metametodología de ITS (Jackson, 1992). En este capítulo se enfatizan tres aspectos de la visión crítica que se maneja como guía para la intervención en sistemas que son:

- *Competencia de cada herramienta vs Complementariedad Sinérgica.*
- *Métodos verticales excluyentes de transformación colonizadora vs Procesos horizontales o democráticos participativos para el empoderamiento y liberación autogestiva.*
- *Métodos simplistas especializados con visión corta antropocéntrica vs Métodos complejos integrados con visión trascendente ecocéntrica cualitativa sustentable.*

Existen una gran variedad de modelos y métodos sistémicos y no sistémicos de transformación que se pueden clasificar de diferentes formas, una de ellas es por medio de metáforas, haciendo la distinción entre:

- Métodos técnicos y económicos con orientación positivista instrumentalista bajo la metáfora mecanicista adecuada a los procesos objetivos de transformación de las ciencias exactas.
- Métodos sociotécnicos que utilizan visiones interpretativas de las ciencias del comportamiento agrupadas bajo la metáfora orgánica.
- Métodos con visión crítica heurística bajo la metáfora de la cárcel o de la acción comunicativa (Habermas, 1987) que toman en cuenta la dimensión ética en la toma de decisiones bajo diferentes orientaciones ideológicas y visiones del mundo coercitivas/conflictivas.

El conjunto de estos métodos bajo una visión incluyente sistémica conforma un todo complementario, en el que se busca definir cuál es el mejor camino o herramienta adecuada a la situación problema en la que se interviene. La herramienta puede ser la combinación sinérgica de varios métodos y modelos complementarios cualitativos de integración de efectos sinérgicos. Todas las herramientas de transformación son útiles e inclusive en su mayor parte, complementarias (Flood & Jackson, 1991b).

Por lo cual es necesario diferenciar sus alcances y limitaciones a fin de aplicarlos adecuadamente de forma complementaria al intervenir en una realidad compleja y dinámica interrelacionada con visión más amplia sistémica de mayor nivel de conciencia.

La clasificación de medio siglo de herramientas sistémicas (modelos y métodos) que realizó Jackson tomando en cuenta su complejidad para la selección del camino más adecuado para enfrentar situaciones problema fue un importante aporte cultural sis-

témico. Si no se tiene cultura sobre las herramientas sistémicas de transformación, sobre sus alcances, limitaciones y orientación, no se puede aplicar de forma adecuada la metametodología ITS.

Etapa de los métodos y metametodologías ecosistémicas

Los *cómo*, los caminos integrales o sistémicos de transformación que generan diferencias emergen del contacto directo con la realidad y de la reflexión consciente sobre su proceso evolutivo de transformación permanente; los procesos o *caminos se hacen en el andar reflexivo*. El cómo o proceso ecosistémico de transformación surge de los procesos presistémicos y sistémicos y le agrega de forma explícita elementos adicionales que le proporcionan su identidad distintiva. Su orientación es hacia el logro de resultados complejos cualitativos que tienen como referencia la metáfora ecosistémica de organización de los sistemas naturales que se han generado y perfeccionado a través de miles de millones de años de evolución.

Detrás de la dinámica permanente de diseño de instrumentos complejos cualitativos de transformación o ecosistémicos, existen un conjunto de experiencias prácticas y de conocimientos sobre más de medio siglo de avances en instrumentos sistémicos de transformación, dos fuentes de conocimiento que se entrelazan en el tiempo.

No se sabe bien qué fue primero, el huevo o la gallina: las experiencias prácticas que se reflexionaron o los procesos sistémicos de transformación que se aplicaron en situaciones problema; el resultado es una síntesis en construcción permanente. Una parte esencial de los procesos teóricos es su documentación como conocimientos explícitos para que, una vez que estén validados bajo condiciones reales se difundan

universalmente y se mejoren de forma continua conformando un conocimiento perfectible amplio. Los instrumentos ecosistémicos que se proponen tienen entre sus características esenciales ser incluyentes apoyados en el manejo de la forma transdisciplinaria de conocimientos de expertos teóricos y prácticos y sus visiones culturales.

Las herramientas o caminos son el puente entre el pensamiento y la acción; en cada contexto y entre ellos, son alternativas que surgen de cada experiencia y reflexión con su correspondiente retroalimentación o comunicación cibernética contextual, que vincula cada práctica con el modelo teórico que sirve de guía para la acción en cada contexto y entre ellos a fin de mejorarlas permanentemente.

El proceso ecosistémico de transformación ecosistémica cualitativa socioambiental surge del contexto mexicano con integración socioambiental de mestizaje en un país que se caracteriza por su mega diversidad natural y cultural diferenciador y su mestizaje integrador. Entre las características distintivas que hacen la diferencia entre herramientas sistémicas y ecosistémicas están las siguientes:

- El resultado final de cada intervención es un subsistema que puede embonar en un ecosistema más amplio y complejo cualitativo socioambiental.
- El marco teórico de referencia es el de la metáfora ecosistémica que toma en cuenta el espacio-tiempo o la territorialidad-sustentabilidad bajo una visión ecocéntrica o de armonización entre sociedad y naturaleza.

- El método de transformación es cbersistémico transdisciplinario (CST), es de sistemas abiertos e integrales, es cibernético o de acción-investigación con retroalimentación interna y externa de cada sistema (*auto*) con su medio (*eco*), hacia mayores niveles cualitativos de *organización* o proceso dinámico abierto coevolutivo de *autoecoorganización*.

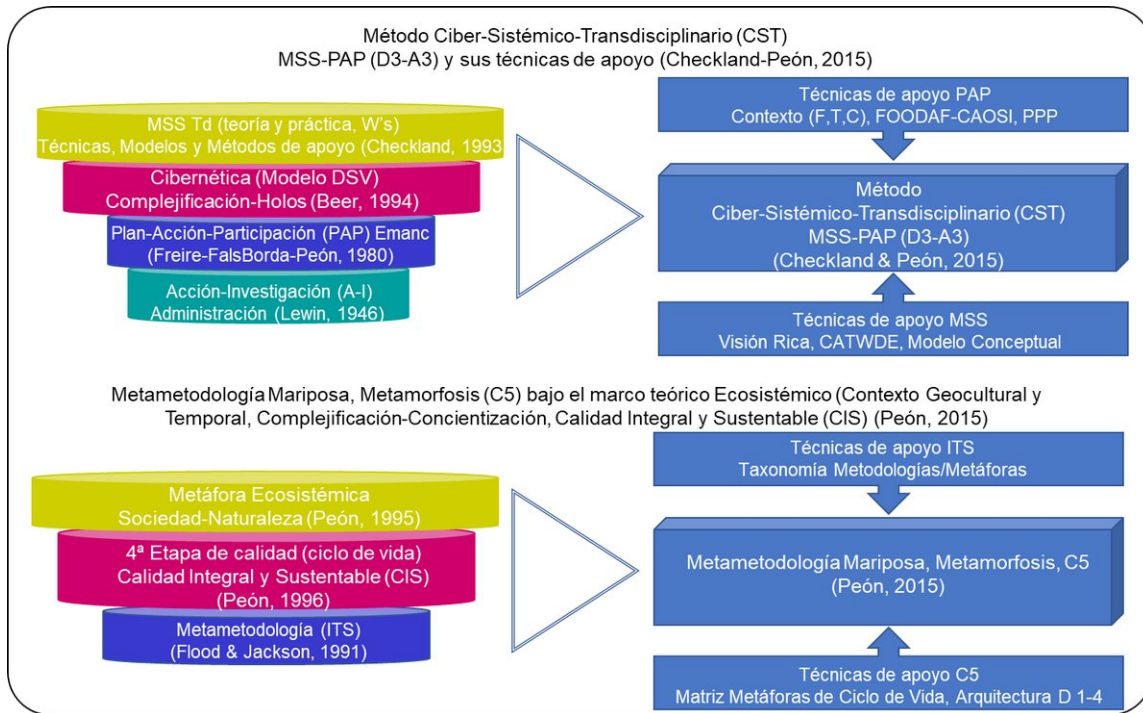
Necesariamente los insumos que conforman su sistema de entradas son de conocimientos amplios, plurales e incluyentes de la forma transdisciplinaria de conocimiento teórico-práctico cultural contextual.

Diferenciación	Integración	Método Cibernético Transdisciplinario (CST)	Método Ecocibernético Transdisciplinario (ECST)
Simplees no sistémicos disciplinarios especializados	Complejos, sistémicos integrados, interdisciplinarios	Sistemas abiertos con integración interdisciplinaria y práctica-teoría transdisciplinaria	Integración cibernética sinérgica complementaria de unidad en la diversidad, conocimientos complejos cualitativos transdisciplinarios, visión ecocéntrica
Incompletos teóricos explícitos	Complejos práctico-teóricos o cibernéticos-transdisciplinarios (CST)	Métodos de acción-investigación cibernéticos incluyentes participativos	Procesos ECST orientados hacia la transformación cualitativa estratégica para armonizar sistemas socioambientales
Verticales autoritarios	Horizontales autogestivos	Procesos integrales cibernéticos participativos de abajo hacia arriba	Procesos helicoidales proporcionales de complejificación-concientización holodinámica hacia la calidad integral sustentable, condiciones reales contexto geocultural
Cuantitativos objetivos	Cualitativos interpretativos	Cuantitativos-cualitativos socio-técnicos abiertos	Calidad ecosistémica bajo contexto socioambiental dinámico objetivos-subjetivos
Sistémicos (CS) o (CST)	Ecosistémicos (ECST)	Integrar disciplinas, práctica-teoría de conocimientos transdisciplinarios bajo condiciones reales dinámicas	Con orientación trascendente cualitativa a largo plazo de armonizar sistemas sociales y naturales hacia su sustentabilidad
Técnicas y métodos	Técnicas, métodos, metodologías y metametodologías	Modelos, métodos, metodologías mecanicistas, organizacionales, neurocibernéticas	Metametodologías de diseño de herramientas de transformación sistémicas y no sistémicas adecuadas al contexto
Arquitectura lineal de sistemas abiertos (1DA)	Arquitecturas no lineales y holodinámicas helicoidales (4D)	Arquitecturas no lineales y holónicas de transformación	Procesos cualitativos territoriales sustentables de unidad en la diversidad autoecoorganizacionales
Visión a corto plazo táctica	Visión cualitativa a largo plazo estratégica	Visión integral	Visión ecocéntrica

Tabla 7.1 Diferenciación - integración sistémica de herramientas de transformación CST y ECST (Peón, 2019)

Se seleccionaron tres instrumentos ecosistémicos de transformación que surgen de aplicaciones reales de procesos participativos sociotécnicos-ambientales abiertos en comunidades, así como de la transformación organizacional de redes y redes de redes civiles autónomas en ámbitos locales, nacionales e internacionales, así como para el rediseño de métodos sistémicos de mayor complejidad cualitativa ecosistémica para proyectos de investigación del posgrado en Ingeniería de Sistemas aplicados en una gran variedad de situaciones problema. Implican un proceso de diferenciación crítica e integración creativa como la que se muestra en la Tabla 7.1, donde se identifican las diferencias entre las herramientas de la etapa cibernética-transdisciplinaria (CST) y la etapa Ecosistémica (ECST).

Los tres métodos ecosistémicos que se presentan son el resultado de la vinculación transdisciplinaria entre experiencias prácticas y conocimientos sobre herramientas de transformación sistémicas y no sistémicas que se integraron de forma creativa. Se han aplicado al *diagnóstico de herramientas de transformación* y al *diseño de organizaciones y métodos* con mayor nivel de complejidad cualitativa bajo la guía teórica de la metáfora ecosistémica.



Página anterior: Figura 7.12 Origen y vinculación entre el método PAP de diagnóstico de métodos y la Metametodología ecosistémica de diseño de instrumentos C5

Método Cibernético Transdisciplinario de Planeación-Acción Participativa PAP (D3-A3) (Peón 2005) y sus técnicas de apoyo

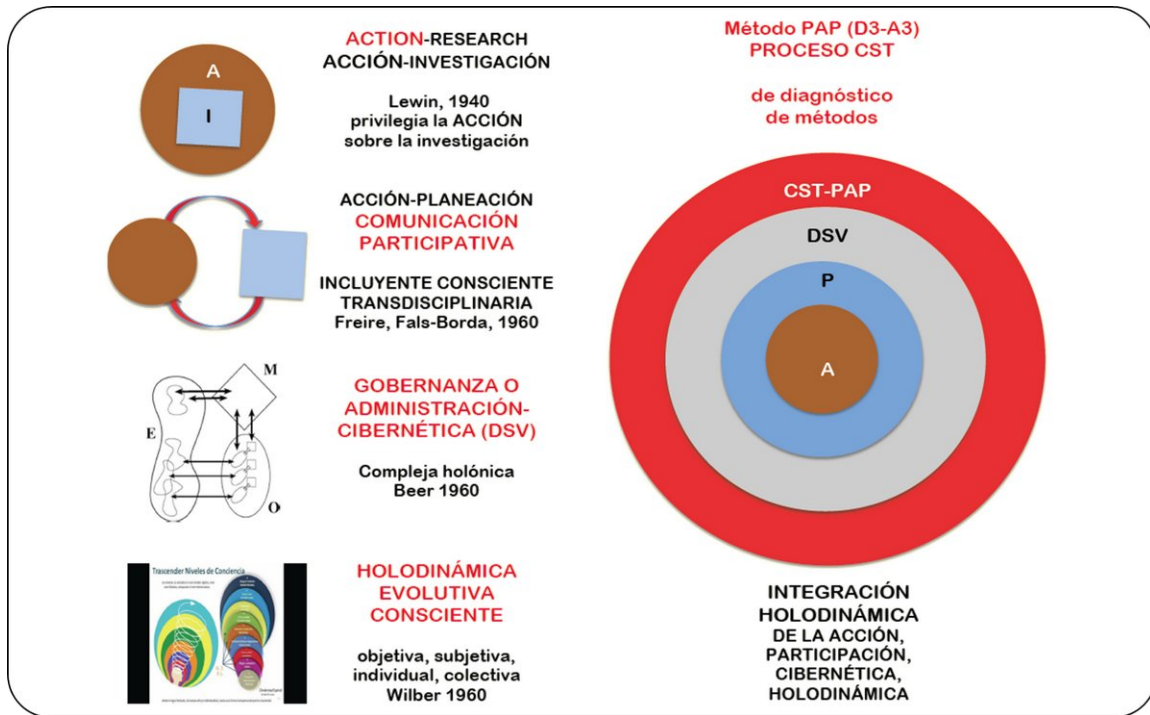


Figura 7.13 Origen del Método Ecocibersistémico Transdisciplinario (ECST) PAP(D3-A3) (Peón, 2020)

Su contexto práctico de aplicación se explica con mayor detalle con el ejemplo del proceso de la experiencia de transformación organizacional personal, local y global que se ha realizado en México y el mundo de forma gradual como proceso coevolutivo de autogobernanza y de gobernanza en distintos ámbitos de forma participativa en las últimas cuatro décadas, utilizando la forma transdisciplinaria de conocimiento y un proceso holodinámico de transformación organizacional integral.

El contexto teórico sistémico (Figura 7.13) u origen del método ecocibersistémico transdisciplinario (ECST) PAP(D3-A3) para la transformación integral personal y local participativa autogestiva y de las arquitecturas de organización de métodos de transformación ecosistémica multidimensional (Peón, 2020) son los siguientes:

- El método ASID de acción-planeación se orientó a los procesos participativos de transformación hacia la autogestión comunitaria. Posteriormente con la influencia de métodos presistémicos y sistémicos de acción-investigación se enriqueció con las siguientes influencias.
- Con la integración de un conjunto de métodos y modelos presistémicos como son el de *Acción-Investigación (Action-Research)* (Lewin, 1942).
- Con las aportaciones del método de Reflexión-Acción Participativa o PAR de Freire y Fals-Borda o proceso concientizador hacia la autogestión comunitaria.
- Con la orientación del *Modelo neurocibernético de DSV* (Beer, 1982) de gobernanza autogestiva en organizaciones de cualquier dimensión y nivel de complejidad en ámbitos personales, locales y globales integrados. El modelo neurocibernético de DSV de Beer aportó los conceptos cibernéticos de primer y segundo nivel que vincula la acción con la planeación de la administración cibernética de organizaciones de distinto nivel de complejidad a través de la retroalimentación o comunicación. Otra importante aportación del modelo de DSV fue su arquitectura holónica que sustituye a la jerárquica vertical y que permite el diseño de sistemas organizacionales de cualquier dimensión y nivel de complejidad en distintos ámbitos interrelacionados.
- Con la *MSS* (Checkland y Scholes, 1990). Un método flexible interpretativo crítico con enfoque cibernético transdisciplinario que toma en cuenta el conocimiento de expertos teóricos y prácticos con visiones plurales derivadas de sus

influencias culturales; un método que se enriquece con la incorporación de modelos y métodos sistémicos, que sigue una secuencia no lineal de retroalimentación permanente multidimensional entre todos sus pasos.

- *Descripción del Método Ecosistémico (PAP)(D3-A3)*. El contenido del método PAP (D3-A3) esencialmente es un proceso de administración cibernética para la transformación practica-teórica de los procesos de investigación y de intervención profesional. Incluye dos grandes fases genéricas, los de la práctica o de la Acción concreta y de la Planeación o modelación teórica que se vinculan a través del proceso cibernético de retroalimentación, comunicación o participación. (Figura 7.13).

En la Tabla 7.2 se describen tres niveles del método Ecosistémico de Planeación-Acción Participativo (PAP), sus etapas, pasos, subpasos o técnicas de apoyo. Sus dos etapas son la teórica de planeación profesional o de investigación académica y la práctica de implementación o de acción, las etapas se interrelacionan mediante la retroalimentación o comunicación iterativa permanente cibernética.

La etapa teórica de *Planeación/Investigación* tiene tres pasos, D1, D2 y D3: El *Descriptivo D1* de investigación amplia utilizando la forma transdisciplinaria de conocimiento, con el apoyo de los subpasos del *Contexto físico, temporal y cultural*; el de *Diagnóstico D2* para definir de forma crítica, integral o sistémica la situación problema con el apoyo del subpaso de la *Técnica FOODAF (Fortalezas, Oportunidades, Objetivos, Debilidades, Amenazas y Focalización)*; el de *Diseño D3* para proponer una solución integral creativa con el apoyo de la técnica CAOSI (Criterios, Alternativas, Objetivos, Selección, Integración).

La etapa práctica de implementación o *Acción* permanente tiene tres pasos, A1, A2, A3: de *Documentación* A1 explícita para su difusión universal; de *Implementación* A2 o de construcción concreta bajo condiciones reales; de *Operación, Mantenimiento, Mejoramiento* A3 a mediano y largo plazo.

Tabla 7.2 Descripción del Método Ecosistémico de Planeación-Acción Participativa (PAP)(D3-A3) y sus herramientas de apoyo (Peón, 2014)

Etapas P-A	Pasos	Subpasos
Planeación	D1= Descripción	Contexto en el espacio-tiempo, cultural
	D2= Diagnóstico	Diagnóstico FOODAF ²
	D3= Diseño	Diseño CAOSI ³
Acción	A1= Documentación	PPP= Plan, programa, presupuesto. ISO
	A2= Implementación	Gestión inicial
	A3= Operación y mantenimiento	Ruta crítica, Kaisen

En síntesis, el método PAP es una integración creativa sistémica de los procesos de Acción-Investigación desarrollados en el último medio siglo para la transformación de sistemas privilegiando la práctica sobre la teoría a través del manejo de la forma incluyente y amplia del conocimiento transdisciplinario. Su contenido es completo; es de ciencia aplicada integral o sistémica a través de un proceso de administración o gobernanza cibernética o de comunicación multidimensional iterativa permanente que vincula la práctica y la teoría bajo las condiciones cambiantes de cada entorno.

El método de gobernanza cibernética participativa PAP inicialmente estaba orientado al diseño e implementación autogestiva de soluciones práctico-teóricas autogestivas a los problemas comunitarios más relevantes de cada comunidad organizada,

² Diagnóstico FOODAF (Fortalezas, Oportunidades, Objetivos, Debilidades, Amenazas, Focalización).

³ Diseño CAOSI (Criterios, Alternativas, Objetivos, Selección, Integración).

tomando en cuenta las condiciones cambiantes de su medio natural y cultural específico. PAP fue el primer método de transformación ecosistémico a nivel personal y local práctico-teórico participativo que se diseñó y es un subsistema del Método de Evolución de Sistemas Organizacionales Complejos, Conscientes y de Calidad (MESOCCC) de transformación organizacional de organizaciones horizontales y autónomas desde el nivel local hasta el global y sirvió de base para el diseño de la Metametodología C5 para el diseño ecosistémico de métodos adecuados a cada contexto.

PAP fue la etapa inicial práctica para el diseño transdisciplinario de métodos ecosistémicos de transformación, que tuvo su origen remoto práctico desde 1980 a partir del rediseño y aplicación del método de transformación consciente de comunidades del pedagogo brasileño Paulo Freire para su aplicación en un curso práctico de ecotécnicas para el codesarrollo para la construcción de casas ecológicas autosuficientes.

Posteriormente se detectó un uso complementario del método PAP, que es el de diagnóstico de todo tipo de modelos y métodos sistémicos y no sistémicos para detectar de forma crítica los alcances y limitaciones de sus pasos y subpasos, a fin de diferenciarlos y buscar su integración complementaria más completa y compleja como apoyo de la metametodología C5.

MESOCCC tuvo su origen a mediados de la década de los ochenta cuando se inició el proceso de transformación de organizaciones complejas en forma de redes con arquitectura no lineal sin centro de poder para el desarrollo desde la base de soluciones organizacionales o de gobernanza autogestiva de organizaciones de base desde el nivel local hasta el global en México y en el mundo, con visión compleja cualitativa o Ecosistémica.

Sin embargo, se detectó un uso complementario del método, que es el de diagnóstico de todo tipo de modelos y métodos sistémicos y no sistémicos para detectar de forma crítica sus alcances y limitaciones de sus pasos y subpasos a fin de diferenciarlos y buscar su integración complementaria más completa y compleja como apoyo de la Metametodología C5.

Los métodos ecosistémicos de complejidad cualitativa trascienden el alcance y visión de los métodos anteriores presistémicos y sistémicos. Son comunes los métodos incompletos que solo abordan la dimensión teórica del diseño sin tomar en cuenta su aplicación en los que no se abordan las aplicaciones bajo las condiciones específicas de cada contexto. Son herramientas incompletas que no tienen retroalimentación cibernética de segundo nivel, porque es poco común que tengan continuidad al aplicarse en el mundo real y por lo mismo no tienen la retroalimentación cibernética para que se validen y mejoren bajo condiciones reales de forma continua a mediano y largo plazo.

El Método ECST de Planeación-Acción Participativa PAP (D3-A3) tuvo como origen experiencias prácticas de procesos pedagógicos cualitativos de transformación participativa de sistemas sociotécnicos-ambientales con orientación autogestiva incluyente bajo distintos contextos reales con visión estratégica a largo plazo o sustentable. Conjuga modelos y métodos de origen sistémico y no sistémico a través de un proceso cibernético genérico que tiene solo dos fases, la práctica de Acción y la teórica de Planeación/Investigación, vinculadas a través de la retroalimentación o comunicación cibernética. Cada una de las dos fases se subdivide en pasos genéricos de los modelos teóricos (Descriptivos, de Diagnóstico y de Diseño) y los pasos prácticos (Documentación, Implementación, Mantenimiento y mejoramiento a corto mediano y largo plazo). El método ECST sirve para la transformación participativa de

sistemas de distinto tipo a nivel personal y local y también para el diagnóstico de todo tipo de herramientas sistémicas y no sistémicas de transformación como apoyo para el diseño de los pasos y subpasos de nuevos métodos a través del uso de la Metamethodología (C5).

Método de Evolución de Sistemas Organizacionales Complejos, Conscientes y de Calidad

El MESOCCC surge de los procesos abiertos y dinámicos de desarrollo organizacional administrativo aplicado sobre todo de organizaciones complejas de base en forma de redes con procesos complejos de transformación no lineales participativos incluyentes de calidad socioambiental.

A continuación, se describe el origen transdisciplinario práctico-teórico del método ecosistémico de transformación organizacional hacia la calidad integral y sustentable ecosistémica MESOCCC, que se presenta en la Tabla 7.3 como proceso holodinámico con arquitectural helicoidal de transformación organizacional de estructuras y procesos organizacionales hacia la construcción de ecosistemas socioambientales.

El contexto práctico de aplicación se explica con mayor detalle en la aplicación sobre la transformación integral o sistémica estratégica organizacional de redes socioambientales complejas y conscientes de calidad en los ámbitos local y global que se interrelacionan de forma gradual en el proceso amplio y permanente de transformación. Son procesos que se han llevado a cabo en México y el mundo en las últimas

cuatro décadas de forma gradual. Constituyen un insumo práctico transdisciplinario basado en importantes experiencias, que hacen aportaciones a un proceso que sigue evolucionando.

Tabla 7.3 Método de Evolución de Sistemas Organizacionales Complejos, Consientes y de Calidad (Peón, 2008)

Etapas	Pasos	Estructuras	Procesos	DVS/MESOCCC
1a subsistemas (ss)	1.1 Identidad estructural de ss	Identities viables autopoieticas		Sistema Viable (S1)
	1.2 Interrelaciones internas entre ss		Comunicación cibernética interna entre ss	Sistema Comunicación (S2)
2a Sistemas (S)	2.1 Identidad estructural del S	Control para la estabilidad del S		Sistema Control (S3)
	2.2 Inteligencia sobre el contexto (Cx)		Procesos contextuales abiertos de adaptación e innovación del S	Sistema Inteligencia (S4)
3a Suprasistemas (SS)	3.1 Identidad del SS	Identidad del SS y su Cx geocultural		Sistema Sabiduría (S5)
	3.2 Sistema Transformación Holodinámica Organizacional		Proceso de Desarrollo Organizacional	Sistema Transformación Holodinámica Organizacional (S6)

El origen de MESOCCC surgió cuando el cibernético Raúl Espejo, experto en el Modelo de DSV, visitó México a principios de la década de los noventa y le aclaró a un alumno del ITESM que no hay que confundir los modelos o representaciones teóricas con los métodos o procesos de transformación. El DSV es un modelo, no un método, que no es lo mismo; no hay que confundir las dos herramientas de transformación, los modelos y los métodos, una equivocación común en muchos investigadores.

Derivado de esa experiencia formulé la pregunta de cómo transformar un modelo como el de DSV estático estructural en un método dinámico de transformación o desarrollo organizacional. El Modelo de DSV sirve para representar el proceso cibernético de gobernabilidad en cualquier ámbito y entre ellos de forma estructural estática, pero no representa el proceso dinámico de transformación de organizaciones simples de un ámbito a organizaciones más complejas en ámbitos más amplios y de mayor complejidad.

Para convertir un modelo estático de gobernanza en un proceso dinámico de transformación organizacional de creciente complejidad y consciencia cualitativa, se integró el Modelo DSV con el Método ASID concientizador de transformación comunitaria, un proceso gradual pedagógico de estados simples a complejos con arquitectura holodinámica helicoidal, como una especie de huracán de cambio a partir de una base estrecha y desde donde se ubican los procesos simples y que de forma creativa, incluyente y gradual, como un holos dinámico u holodinámico, se desarrollan procesos organizacionales y organizaciones más complejas conscientes y de calidad de forma creativa sinérgica o complementaria con propiedades emergentes.

La vinculación de un modelo sistémico (DSV) con un método no sistémico (ASID) fue el inicio de un proceso de diseño de herramientas más complejas de transformación, a través de la vinculación cibernética de modelos y métodos sistémicos y no sistémicos de la Metametodología C5, que tuvo su inicio en el diseño del método de transformación organizacional MESOCCC.

El proceso metodológico ecosistémico MESOCCC implicó dar una vuelta radical a los procesos administrativos de desarrollo organizacional mediante un giro brusco del timón de la gobernanza cibernética en distintos ámbitos y entre ellos. Significó un

cambio de rumbo sobre la transformación de procesos verticales teóricos de investigación hacia procesos horizontales participativos de acción-investigación incluyente bajo condiciones reales con la intervención directa de los afectados hacia el desarrollo de complejos sistemas organizacionales más conscientes y de calidad socioambiental. Necesariamente implicó el uso de la forma transdisciplinaria de conocimiento, como fuente más compleja y completa de información con mayor variedad.

Se puede aplicar en todas las fases, prácticas y teóricas de procesos más completos de auto transformación local y global autogestivas a corto y a largo plazo, evitando dependencias externas, bajo las condiciones cambiantes de cada contexto geocultural. Ese contraste esencial de las relaciones de poder que se manejan en los procesos de transformación se representa en la figura 7.15.

Los procesos integrales de transformación a largo plazo implican consensos sociales que generan empoderamiento; son sumamente difíciles de alcanzar y requieren de profundos y difíciles procesos flexibles e incluyentes de dialogo concientizador a largo plazo. Solo este tipo de procesos amplios y plurales tiene la variedad requisita para enfrentar de forma adecuada y suficiente las condiciones turbulentas del complejo entorno actual.

Los cambios profundos se realizan simultáneamente en todos los ámbitos a partir del *Personal*, para extenderlos a los ámbitos *Locales* y al *Global*, como proceso de cambio *PLOCAL*, en el pensamiento, pero sobre todo en la ACCIÓN congruente y contundente. Como se expresa en la teoría del caos, cada acción por pequeña que sea cambia a todos los sistemas y su futuro, empezando de forma congruente con el ámbito personal y del medio local cercano.

Los procesos de cambio desde la base a nivel personal y local son una posibilidad sumamente esperanzadora para los cambios organizacionales profundos cualitativos en ámbitos más amplios, generados por actores sociales organizados en distintos medios y entre ellos, hacia el buen vivir personal y social en armonía con el medio natural y cultural.

El cambio esencial más radical del proceso de organización para la gobernanza integral estratégica es el camino, el cómo o la dirección y orientación del cambio integral. En lugar de ser vertical o cupular autoritario elitista, que genera dependencias y concentración de poder económico, político y tecnológico, su orientación es la de un proceso de democracia directa desde la base de los pueblos conscientes organizados a través de procesos participativos incluyentes, como se describe en la Figura 7.15, que contrasta los procesos de cambio verticales con los horizontales.

No son lo mismo procesos completos de transformación práctico-teóricos bajo condiciones reales con los sujetos del cambio, que subprocesos parciales teóricos disciplinarios especializados o fraccionados con visión simplista sobre las dinámicas de cambio de los expertos con mayor poder y conocimientos formales, que un proceso amplio e incluyente de conocimientos consensados de forma participativa desde la base entre expertos prácticos o usuarios, tomando en cuenta su contexto específico con el apoyo de expertos teóricos. La mayor parte de lo que se documenta en el medio académico no se valida ni realiza bajo las condiciones reales de cada contexto específico; lo que interesa es documentar, no hacer.

Bajo una visión crítica o de diagnóstico de los procesos actuales de docencia, investigación y difusión de la cultura, se puede afirmar que al mismo tiempo se han logrado importantes avances cualitativos en los procesos de diferenciación, profundización y

validación del conocimiento por disciplinas especializadas con un enfoque predominantemente teórico especializado a corto plazo, orientado primordialmente a la documentación y difusión universal formal especializada de los avances de las ciencias básicas y aplicadas en el medio académico. Un resultado parcial sin duda valioso, pero insuficiente y limitado, por ser fraccionado y simple en su mayor parte bajo condiciones teóricas que no aterrizan de forma directa e inmediata en la práctica con los sujetos directos hacia los que se dirige la intervención.

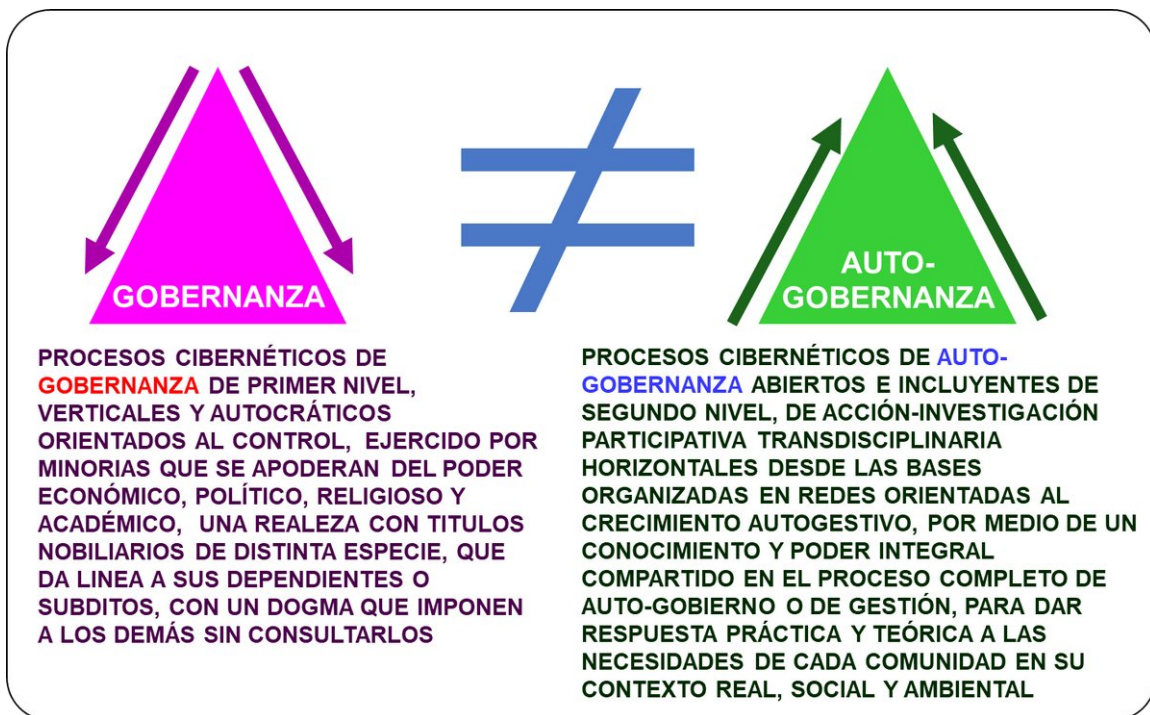


Figura 7.15 Diferenciación entre procesos verticales colonizadores de transformación hacia la dependencia, de procesos horizontales incluyentes participativos hacia la autogestión liberadora (Peón, 2019)

Los procesos de investigación especializada científica, además de estar fraccionados, son en su mayor parte discontinuos, están poco relacionados entre sí y con las actividades de las organizaciones públicas, privadas y sociales. La mayor parte de las investigaciones no están ligadas con necesidades y posibilidades concretas inmediatas, y a mediano y largo plazo de los usuarios directos que se excluyen de los procesos de investigación. La mayoría de las investigaciones académicas son poco pertinentes en relación con los problemas inmediatos urgentes de las comunidades o a los más relevantes a nivel nacional e internacional.

Muy poco de lo que se investiga y documenta se aterriza de forma inmediata en la práctica para resolver las necesidades básicas y prioritarias de cada pueblo y del mundo según su visión y contexto geocultural con la participación de los directamente afectados por los procesos cupulares de transformación, los cuales pueden generar daños sociales, económicos y ambientales. De hecho, lo que no puedan resolver los pueblos marginados de forma autogestiva sobre su situación de pobreza, es poco probable que se resuelva por limitaciones de recursos y falta de voluntad política y organización compleja. Por todo lo anterior se puede apreciar, bajo una visión crítica, que los procesos de educación e investigación actuales requieren de un fuerte cambio de dirección para evitar el colapso del sistema tierra.

Uno de los cambios más relevantes para que el proceso de gobernanza, de acción-planificación con retroalimentación o comunicación cibernética en diferentes medios y entre ellos es el proceso holodinámico de transformación organizacional de estados

simples con limitado alcance a estados más complejos, conscientes y de calidad ecosistémica con impacto desde los ámbitos locales hasta los globales del MESOCCC de transformación organizacional de calidad integral y sustentable o de ecosistemas socioambientales, un proceso gradual desde la base en lugar de los procesos cupulares de gobiernos, empresas y religiones.

El descubrimiento, aplicación y transformación del método pedagógico concientizador ERCA (Experienciación, Reflexión, Concientización y Acción) de Paulo Freire para educación autogestiva comunitaria solidaria de adultos, se rediseñó como método ASID (Acción, Sentimientos, Ideas, Decisiones) para resolver sus necesidades básicas de agua, alimentos, energía y vivienda.

La orientación de cambio radical participativo incluyente autogestiva de comunidades de base modificó radicalmente mi visión sobre la orientación cualitativa de fondo, procesos de cambio socioambientales en y entre los ámbitos Personal, Local y Global o PLOCAL, sobre todo en la acción aterrizada y mejorada oportunamente a través de procesos de retroalimentación colectiva incluyente bajo las condiciones cambiantes de cada medio y coyuntura.

El proceso de transformación cualitativa es de complejificación-concientización de procesos simples a procesos de creciente nivel de integración, organización o complejidad. La figura metafórica para representar el proceso de cambio gradual con crecimiento exponencial cada vez más acelerado es la de un huracán en el que se tiene una base reducida inicial, la cual crece en tamaño y velocidad al alcanzar mayor integración y complejidad. Es la figura geométrica de un helicoide que representa un proceso holodinámico de integración creativa permanente.

Procesos personales de cambio integral aumentan gradualmente su alcance al organizarse de manera familiar y comunitaria en ámbitos locales, municipales, estatales y hasta globales en el pensamiento, pero sobre todo en la acción como proceso que vincula la práctica personal y comunitaria a través de la retroalimentación o comunicación cibernética. Es un proceso holodinámico que gradualmente trasciende ámbitos de creciente dimensión y complejidad. Los procesos teóricos especializados o fragmentados, en contraste, tienen muy bajo nivel de complejidad y efectividad por estar poco integrados y aterrizados bajo condiciones reales, generalmente con visión especializada a corto plazo.

Su contexto práctico de aplicación. Después de dos décadas de experiencia en organizaciones públicas y privadas pequeñas y grandes y de estudiarlas en un posgrado sobre ciencia administrativa pude percibir de forma crítica muchas de sus cualidades para la realización de procesos productivos y sus grandes limitaciones para procesos trascendentes de transformación con consciencia socioambiental. Me di cuenta de que no hay que pedirle peras al olmo, que las organizaciones verticales con gran concentración económica no solo no tienen la voluntad política para realizar cambios que se requieren urgentemente para lograr la sustentabilidad socioambiental, sino que son una de las principales causas de los grandes desequilibrios; las cúpulas trabajan sobre todo para su propio beneficio a costa de la justicia social y de la armonía ambiental a través de sus procesos violentos de imposición económica, mediática y represiva.

Son un gran obstáculo para realizar los cambios profundos y urgentes que se necesitan para lograr la sustentabilidad socioambiental, por lo que ha sido necesario experimentar una reingeniería de los procesos organizacionales de gobernanza con una orientación diferente a la de los cambios y gobernanza de base, de abajo hacia

arriba a través de procesos graduales y sólidos de transformación organizacional de creciente complejidad, consciencia y calidad ecosistémica, para dar respuesta a situaciones problema socioambientales con participación amplia cualitativa con la necesaria variedad requisita.

En México, se inició a principios de la década de los ochenta el proceso radical de transformación de la gobernabilidad organizacional al llegar información sobre la forma alternativa de organización compleja en forma de redes sociales horizontales no lineales sin centro de poder (Figura 7.15).

El proceso metodológico MESOCCC consiste en la diferenciación de las etapas de Acción y Planeación y de los pasos y subpasos del proceso ECST, así como de sus interrelaciones dinámicas en forma helicoidal como representación de un proceso completo de gobernanza dinámica para la transformación permanente práctica-teórica de ecosistemas organizacionales socioambientales.

Para definir los pasos y subpasos del proceso cibernético de acción y planeación se realiza un diagnóstico crítico comparativo de herramientas sistémicas y no sistémicas de transformación, para conocer los alcances y limitaciones de cada una, así como de sus pasos y subpasos, a través de la aplicación del método ecocibernético de Planeación-Acción Participativo (ECST-PAP), para integrar de forma complementaria o sinérgica pasos y subpasos interrelacionados de Planeación y Acción por medio de una arquitectura de interrelaciones de cuatro dimensiones en forma helicoidal holodinámica, como se muestra en la figura 7.16.

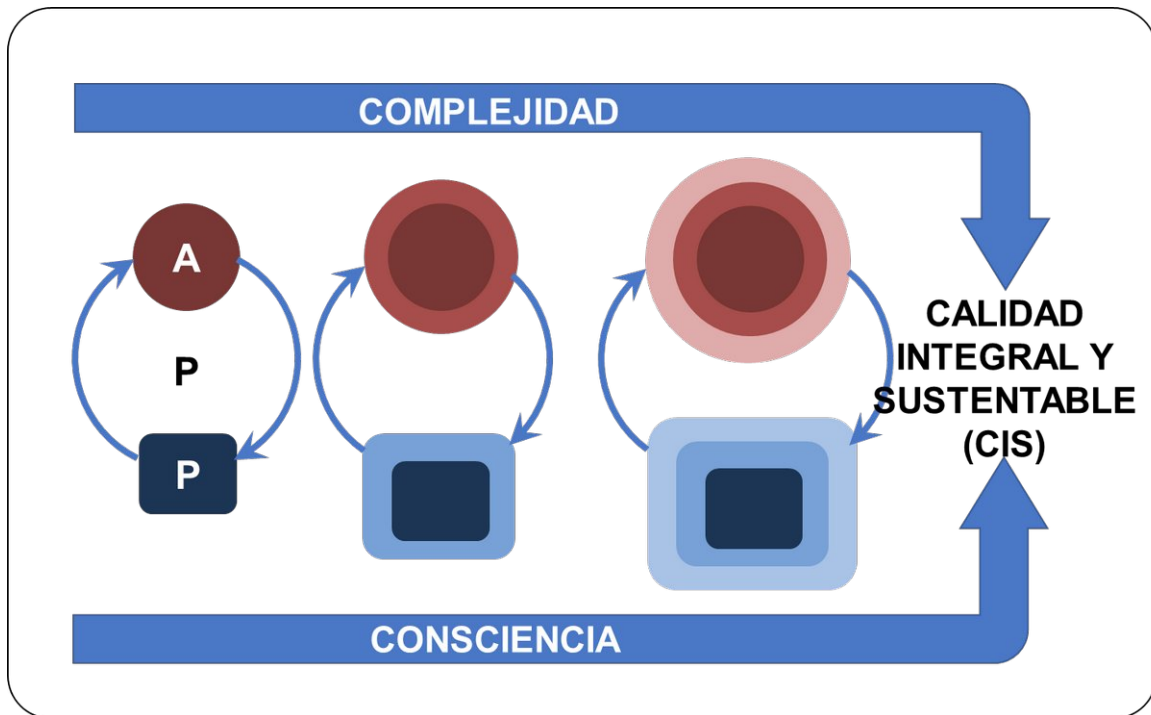


Figura 7.16 Descripción del proceso permanente de transformación organizacional práctico-teórico ECST MESOCCC (Peón, 2005).

El método de desarrollo o transformación organizacional compleja cualitativa MESOCCC integra las etapas Acción y Planeación a través de la retroalimentación cibernética o Participación incluyente, utilizando la forma de conocimiento transdisciplinaria en distintas etapas de complejidad, consciencia y calidad crecientes, como se representa en la Figura 7.16 del proceso holodinámico de transformación organizacional presente, bajo condiciones reales dinámicas.

El proceso MESOCCC representa la documentación de un proceso de transformación de organizaciones complejas en forma de redes y redes de redes en México y en el mundo en las últimas cuatro décadas, con el apoyo inicial del conocimiento CST y en las dos últimas décadas con el apoyo de la visión ecocéntrica del desarrollo socioambiental que tiene como marco teórico de referencia a la metáfora ecosistémica.

El *MESOCCC*, cuyo origen práctico se describe con mayor detalle en la aplicación del capítulo 14 sobre el proceso de transformación organizacional de redes de redes organizacionales autónomas de creciente complejidad cualitativa o ecosistémicas, en distintos ámbitos interrelacionados desde el nivel local hasta el global durante cerca de cuatro décadas en experiencias en México y en el mundo, sirve para el diseño del proceso de desarrollo o transformación organizacional cualitativo integral a largo plazo o sustentable de sistemas de gobernanza de cualquier tamaño y nivel de complejidad. El proceso práctico teórico de transformación de base eligió una arquitectura cualitativa helicoidal holodinámica de ecosistemas organizacionales sociotécnicos ambientales para el proceso a largo plazo amplio de transformación organizacional con visión trascendente socioambiental o ecosistémica.

Metametodología C5 para el diseño de métodos (Peón, 2015)

La metametodología C5 (*Contexto geocultural, Contexto temporal sustentable, Complejificación-Concientización, Calidad Integral y Sustentable*), *Metamorfosis o Mariposa* para el diseño de métodos ecosistémicos integran herramientas sistémicas y no sistémicas adecuadas a cada intervención contextual sistémica, bajo el marco teórico de la metáfora ecosistémica. Cada proyecto sistémico o integral aplicado de acción-investigación académica o de acción-planeación profesional puede generar métodos

innovadores de transformación al integrar pasos y subpasos de herramientas sistémicas y no sistémicas, tomando en cuenta conocimientos de expertos prácticos y teóricos diversos, así como sus visiones culturales del mundo, adecuándolos a las condiciones de cada situación problema. En este libro se eligieron tres tipos de aplicaciones de sistemas como ejemplo de transformación ecosistémica, que son: los de salud holística preventiva, los de formación integral o sistémica para la vida personal y comunitaria, para el trabajo y desarrollo socioambiental y para la transformación de organizaciones complejas con visión cualitativa consciente trascendente. El proceso ecosistémico de transformación ecosistémica cualitativa socioambiental surge del contexto mexicano con integración socioambiental de mestizaje en un país que se caracteriza por su mega diversidad natural y cultural.

Como se puede observar en la Figura 7.17, la Metametodología C5 para el diseño ecosistémico complejo cualitativo de métodos de acción-investigación con retroalimentaciones cibernéticas tiene como guía o como marco teórico a la metáfora ecosistémica, el QUÉ. Se trata de un *proceso de acción-planeación incluyente o participativa* bajo condiciones contextuales reales que implica el uso de una forma amplia y trascendente de conocimientos transdisciplinarios en el espacio-tiempo con visión estratégica a largo plazo o sustentable, en el que se incorporan un conjunto de herramientas o métodos cibernéticos (MCS) y de herramientas no sistémicas (HNS) y sus subsistemas previo diagnóstico de sus alcances, limitaciones y complementariedad sinérgica a través del método ecosistémico de diagnóstico de herramientas PAP(D3-A3).

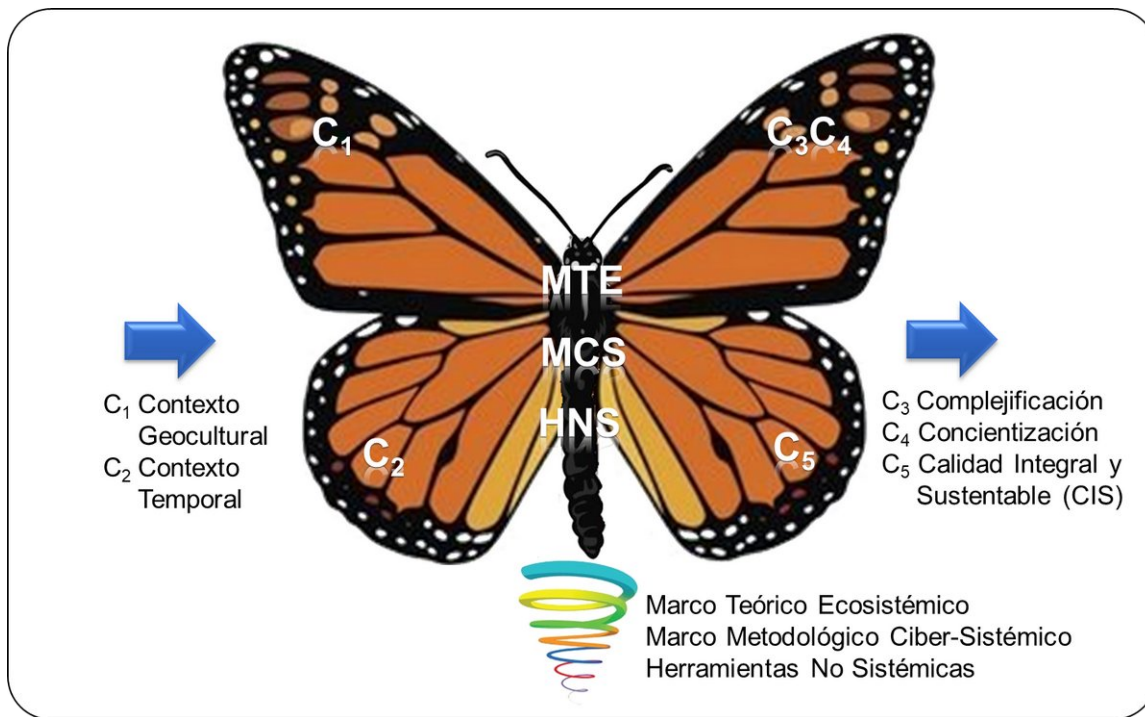


Figura 7.17 Modelo de la Metametodología Ecosistémica Metamorfosis, Mariposa o C5 (para el diseño de métodos (Peón, 2015)

La metametodología C5 de diseño cibernético de métodos de transformación a través del cómo o método de transformación convierte entradas simples en salidas complejas cualitativas o ecosistémicas. Se apoya en los insumos de información amplia y variada que se obtiene de distintas fuentes de conocimiento práctico-teórico-cultural transdisciplinario de los grupos incluyentes y democráticos de personas que comparten y consensan sus conocimientos heterogéneos o plurales complementarios de diferentes contextos geoculturales, y los transforman a través de un proceso de administración o gobernanza cibernética práctica-teórica con retroalimentación iterativa cibernética en ecosistemas sociotécnico ambientales complejos cualitativos o ecosistémicos.



Figura 7.18 Modelo del Proceso de Transformación de la Metametodología C5 (Peón, 2015)

Para el diseño del método se diagnóstica qué tan radical es la transformación que propone cada herramienta de transformación de tipo sistémica y no sistémica, usando como base la metáfora de Ciclo de Vida de la Figura 7.19, en la que se clasifican tres alternativas de cambio tomando en cuenta la metáfora del Ciclo de Vida. Las tres alternativas son: Lento para la operación y control de situaciones problema técnicas y económicas rígidas (3); la flexible para el mejoramiento continuo gradual de situaciones problema sociotécnicas (2) y acelerado para el diseño o reingeniería de sistemas en sus etapas de cambio radical de generación o colapso de sistemas (1 y 4).

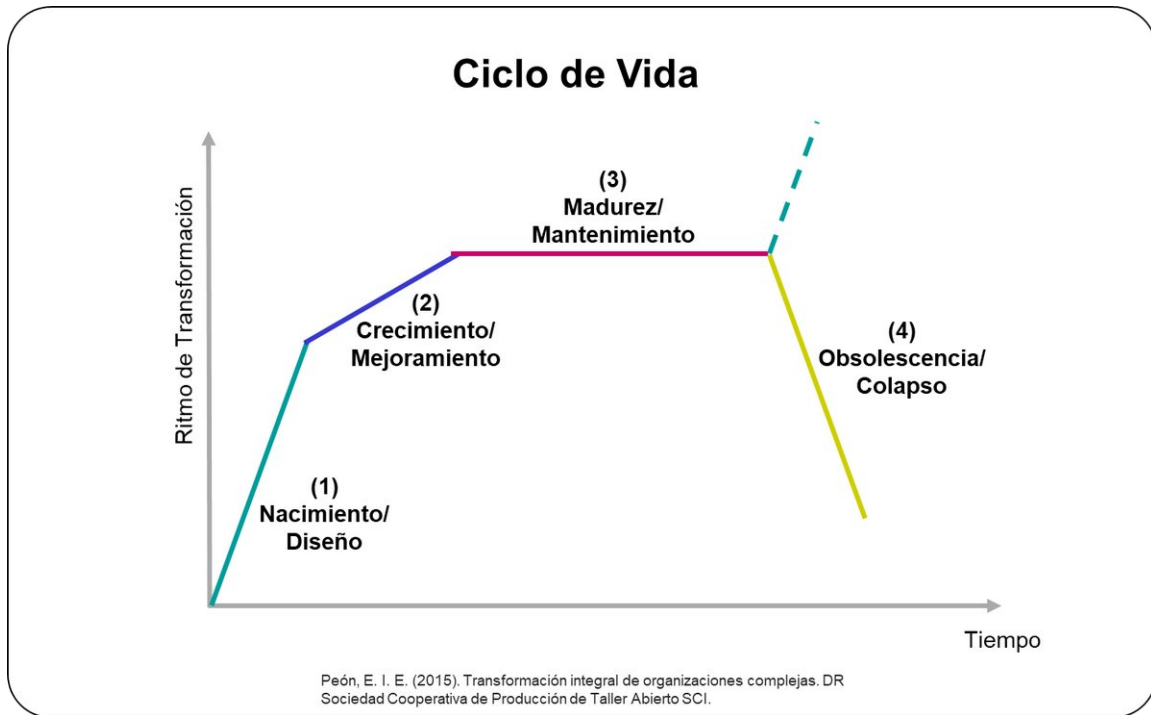


Figura 7.19 Ciclo de Vida (Peón, 2015)
 Tabla 7.4 Matriz de Ciclo de Vida/Metáforas (Peón, 2015)

Ciclo de Vida	Metáfora MECANICISTA	Metáfora ORGÁNICA	Metáfora CARCEL
CALIDAD	Sistema técnico/económico	Sistema: sociocultural	Sistema: coercitivo/conflictivo
Ritmo Lento			
Control			
Ritmo Moderado			
Mejoramiento			
Ritmo Acelerado			
Reingeniería			

Posteriormente se puede utilizar la Tabla 7.4 del Método PAP(D3-A3) para diagnosticar los componentes de los métodos bajo una estructura cibernética de Planeación y Acción. Al analizar los pasos genéricos de cada herramienta de Planeación/Investigación D1. Descriptivos, D2. de Diagnóstico, D3. de Diseño y los pasos de la etapa de

Acción que son: A1. Documentación, A2. Implementación, A3. Operación, Mantenimiento, Mejoramiento, se desglosa cada herramienta sistémica y no sistémica en esas etapas y pasos diferenciándose para integrar sus componentes en el diseño de un método más complejo. Se elige la más completa y se enriquece con pasos y subpasos de otras menos completas, pero que tienen algunos de sus pasos y subpasos desarrollados con mayor detalle que los del método básico seleccionado. Una vez integrado el método básico con las fases, pasos y subpasos del método diseñado, se define la arquitectura de relación entre todos sus componentes, que puede ser lineal de ciclo abierto o cerrado de una dimensión; no lineal con múltiples iteraciones de segunda dimensión; con una estructura holónica de fases divididas en pasos y estos en subpasos de tercera dimensión o con una arquitectura dinámica de tercera dimensión u holónica de cambio con arquitectura helicoidal de estados simples a complejos.

Cada proyecto sistémico o integral aplicado de acción-investigación académica o de acción-planeación profesional puede generar métodos innovadores de transformación al integrar pasos y subpasos de herramientas sistémicas y no sistémicas y sus componentes, tomando en cuenta conocimientos de expertos prácticos y teóricos diversos y sus visiones culturales del mundo, adecuándolos a las condiciones de cada situación problema.

Conclusiones y reflexiones preliminares

Detrás de los caminos o métodos de transformación, se encuentran visiones alternativas sobre la orientación, sentido y direcciones del cambio con visión inmediata práctica y operativa a corto plazo y con visión trascendente a largo plazo o sustentable. El camino ecosistémico que se propone abarca de forma interrelacionada procesos a corto, mediano y largo plazo, territoriales e interterritoriales en su proceso de integración, organización o complejificación continua, a través del cual se vinculan los caminos tácticos y estratégicos. Es un camino de complejidad cualitativa entre sistemas diferentes complementarios que embonan sinérgicamente, formando ecosistemas organizacionales socioambientales a largo plazo de forma sustentable.

El camino cualitativo de cambio a largo plazo es de unidad en la diversidad a través de un proceso coevolutivo o abierto dinámico en y entre cada subsistema de un sistema más organizado o complejo, que a su vez es parte de un sistema de mayor complejidad. Es un proceso dinámico de sistemas embebidos o de holos; es un proceso coevolutivo u holodinámico, una dinámica coevolutiva o de autoecoorganización, en el espacio-tiempo y en la cultura.

Las etapas presistémica y sistémica de diseño de instrumentos de transformación son los insumos del proceso creativo integrador de procesos simples a complejos en cada etapa de su desarrollo. Los diseños de modelos y métodos presistémicos y sistémicos se convierten en elementos o subsistemas de herramientas de transformación de creciente complejidad cualitativa con base en un proceso de diferenciación de identidades e integración de nuevas identidades de mayor alcance, un proceso creativo holodinámico.

En la etapa sistémica de la ciencia se diseñaron modelos teóricos y métodos práctico-teóricos de transformación con retroalimentación o comunicación cibernética. En este capítulo, se incluyen de forma selectiva e ilustrativa los siguientes modelos sistémicos: la DS de Forrester y el modelo neurocibernético DSV de Beer, así como la MSS de Checkland y la Metametodología ITS de Jackson.

Los avances obtenidos en el diseño transdisciplinario de instrumentos sistémicos de transformación son los cimientos sobre los que se está construyendo la siguiente etapa trascendente de diseño de herramientas de transformación, la etapa ecocibersistémica-transdisciplinaria (ECST) o simplemente Ecosistémica. En el presente capítulo sobre herramientas sistémicas y ecosistémicas se seleccionaron cuatro instrumentos sistémicos cibernéticos transdisciplinarios (SCT), los modelos sistémicos de DS y de DSV, un método flexible, la MSS y una metametodología, la ITS. Las herramientas CST seleccionadas junto con otras herramientas presistémicas y sistémicas sirvieron de insumos para el desarrollo de dos métodos ecosistémicos: el cibernético de Planeación-Acción Participativa (PAP) hacia la autogestión personal y comunitaria y el de transformación organizacional en distintos ámbitos, desde el local hasta el global hacia resultados de calidad integral y sustentable o ecosistémicos socioambientales, a través del MESOCCC y la Metametodología (C5), Mariposa o Metamorfosis para el diseño de métodos complejos cualitativos.

El origen de las herramientas ecosistémicas de transformación es transdisciplinario. Se fundamenta en cuatro décadas de experiencias en aplicaciones socioambientales en México y en otros países sobre la vinculación de procesos sociotécnicos ambientales de transformación con visión ecocéntrica o de armonización de sociedad naturaleza que tiene como marco de referencia a la metáfora ecosistémica. Surge de la relación entre experiencias de procesos de cambio integrales práctico-teóricos

desde organizaciones socioambientales independientes de distinto nivel de organización entrelazados como redes y redes de redes con una compleja estructura no lineal horizontal sin centro a través de un proceso dinámico cualitativo de unidad en la diversidad o ecosistémico en y entre distintas dimensiones del conocimiento práctico y teórico, tácito y explícito bajo distintas visiones culturales en diferentes ámbitos geoculturales. Necesariamente utiliza la forma amplia e incluyente del conocimiento transdisciplinario plural que se consensa a través de procesos participativos plurales de diálogo ecosistémico en cada situación problema y su coyuntura.

Referencias

- Aceves, F., Peón, I., et al. (2016). *Sustentabilidad: Decrecimiento, acciones, formación, salud*. México: Ediciones Navarra.
- Armijo, R., Gaso, J., Nava, R. (1996). *Ecosistema: La unidad de la naturaleza y el hombre*. México: Trillas.
- Beer, S. (1994). *Viable System Model*. Wiley, 157-158.
- Checkland, P., Sholes, J. (1990). *Soft Systems Methodology in Action*. New York: Wiley
- De Chardin, PT. (1963). *El fenómeno humano*. Madrid: Taurus.
- Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Books.
- Espejo, R. (2006). *What is systemic thinking?* En: *System Dynamics Review*. 10(2-3), 199-212.
- Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar-Adventures in the simple and the complex*. New York: Freeman.

- Habermas, J. (1987). *The Theory of Communicative Action*. Vol. I & II. Boston: Beacon.
- Hammond, D. (2003). *The Science of Syntesis: Exploring the social implications of General Systems Theory*. Colorado: University Press.
- Jenks, C., Smith, J. (2006). *Qualitative Complexity: Ecology, cognitive processes and the re-emergence of structures in post-humanist social theory*. New York: Routledge.
- Klein, N. (2014). *This changes everything*. Canada: Knopf.
- Lovelock, J. (1991). *Healing Gaia: A practical medicine for the planet*. New York: Harmony Books
- Maturana, H., Varela, F.J. (1979). *Autopoiesis and Cognition*. Boston Studies in the Philosophy of Science: Boston: Mass.
- Meadows, D., Randers, J., Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30 year update*. Chelsea Green.
- Morin, E. (1992). *From the concept of system to the paradigm of complexity*. Journal of Social, and Evolutionary Systems 15(4), 371-385.
- Nicolescu, B. (1996). *La Transdisciplinariedad, Manifiesto*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C.
- Peón-Escalante, I.E. (2015). *Transformación Integral de Organizaciones Complejas*. México: Sociedad Cooperativa de Producción de Taller Abierto
- Peón-Escalante, I., Aceves, F.J. (2005). *An auto-eco-organizational process, using the ecosystemic approach to address complex, and dynamic environmental disasters*. Annual Meeting of the ISSS Cancún, Mexico.
- Peón, I.E. (1996). *Calidad Integral y Sustentable: la 4a etapa de la calidad*. 63-73, sis-09, México: SEPI, ESIME Z, IPN.

- Smith, J., Jenks, C. (2006). *Qualitative Complexity: Ecology, cognitive processes and the re-emergence of structures in post-humanist social theory*. New York: Routledge.
- Spier, F. (2015). *Gran historia y el futuro de la humanidad*, 2ª edición. Chichester, West Sussex, Reino Unido, Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Stikker, A. (1992). *The transformation factor, toward an ecological consciousness*. New York: Element.
- Ulrich, W. (1991). *Critical heuristics of social systems design and practical philosophy: A program of research*. In Flood and Jackson (1991), 103-116 & 245-268.
- Van Gigch, J. (1990). *Teoría General de Sistemas*. México: Trillas.
- Von Foerster, H. (1995). *Cybernetics of Cybernetics*. Second Edition. Minneapolis: Future Systems Inc.
- Wallace-Wells, D. (2019). *The uninhabitable earth: Life after Warming*. Tim Dugan Books.
- Wheatley, M.J. (1999). *Leadership and the new science: Discovering order in a chaotic world*. Berkeley: Barret-Koehler.
- Wilber, K. (1995). *Sex, ecology, spirituality: The spirit of evolution*. Boston: Shambala.
- Yoles, M. (2002). A Cybernetic model for Action-Research. Paper submitted for the ISSS Meeting in Beijing.

8. Dinámica de Sistemas: Historia, Concepto y Metodología

Mario Aguilar Fernández, Brenda García Jarquín y Jesús Michel Legal Hernández*

Resumen

La mayoría de los problemas que presenta la humanidad se relacionan con la falta de habilidades o capacidades para poder comprender los sistemas cada vez más complejos. Se suele concentrar en fotos instantáneas, en partes aisladas de un todo; la dinámica de sistemas se presenta como una perspectiva que apoya en la mejora de dichas situaciones problemáticas. El presente capítulo tiene el objetivo de describir, brevemente, la historia, concepto y metodología de la dinámica de sistemas, así como el software existente en el mercado.

Introducción

Habitamos en medio de un flujo complejo e interactivo de sucesos e ideas cambiantes que se desarrollan en el tiempo. Dentro de ese flujo con frecuencia se ven situaciones que hacen pensar: hay que hacer algo con esto, necesita mejorarse. Es decir, situaciones problemáticas. La complejidad de estas situaciones se debe a que nunca son estáticas, y además coexisten en cada una tantas percepciones de la realidad, como personas involucradas. Una forma de estudiar dichas situaciones es el enfoque de sistemas, utilizado no para describir la realidad, sino para explorarla de manera organizada (Checkland, 2000; Checkland & Poulter, 2006).

Numerosas definiciones de sistema se han desarrollado. Van Gigch (Gigch, 2006), Law y Kelton (Law & Kelton, 2000), Francois (Francois, 2004), Nelson (Nelson, 1993), Jackson (Jackson, 2003), entre otros, todas coinciden en una reunión o conjunto de elementos o actores relacionados, que juegan el rol de influenciar el desempeño de algo.

¿Qué es la complejidad? Para Morin (Morin, 1999), es un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. La complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones y azares que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, de la ambigüedad, de la incertidumbre. De allí la necesidad, para el conocimiento, de poner

orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir y jerarquizar.

Antecedentes y concepto de la DS

Con elementos que se remontan hasta la antigua Grecia, el movimiento de los sistemas tiene muchas raíces y facetas. Lo que se denomina hoy como enfoque de sistemas, se materializó en la primera mitad del siglo XX. Al menos dos componentes importantes deben mencionarse: los propuestos por von Bertalanffy y Wiener (Schwanger, 2009).

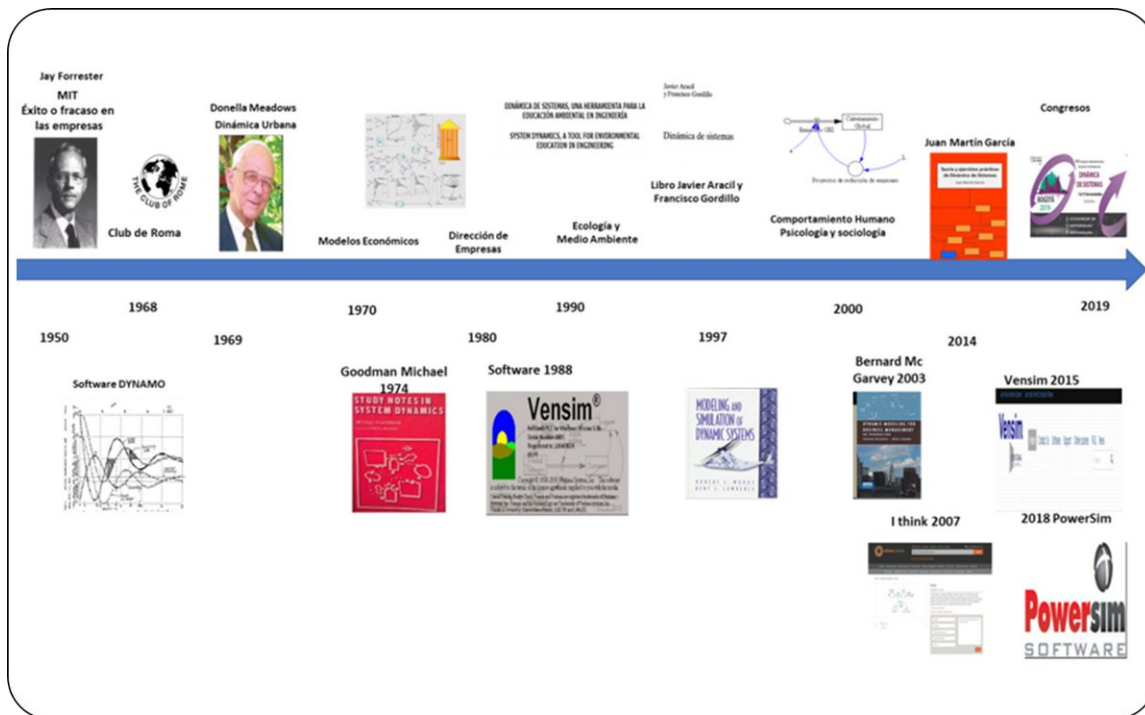


Figura 8.1. Evolución de la dinámica de sistemas. Elaboración propia

A través de los años 50 se comenzó a maquinar, en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), una destacada metodología de sistemas. Jay W. Forrester, ingeniero electrónico, pasó de los servomecanismos (inventó las memorias magnéticas), a coordinar proyectos de defensa. En sus trabajos, se percató de la importancia del enfoque sistémico para concebir y controlar entidades complejas. Tras esto, Forrester pasó como profesor a la Sloan School of Management del MIT, donde observó que en las empresas se producían fenómenos similares a los de los servomecanismos. De esta forma, ideó la dinámica industrial en 1961, una metodología que permitía construir y simular modelos de procesos industriales con la ayuda de una computadora. Dicha

metodología también se aplicó a problemas de planificación urbana en 1969 (ver figura 8.1), y posteriormente la generalizaría para cualquier tipo de sistemas continuos, denominándola dinámica de sistemas (DS)(Forrester, 1961; Forrester, 1994).

¿Qué es la dinámica de sistemas? En la actualidad es un tema de debate (Vandermin-den, 2006). En efecto, la DS ha sido etiquetada como una teoría (Flood & Jackson, 1991; Jackson, 2003), un método (Coyle, 1979; Lane, 2001; Sterman, 2000; Wolstenholme, 1990), una metodología (Roberts, 1978), un campo de estudio (Coyle, 2000), una herramienta (Luna-Reyes & Andersen, 2003; Ogata, 2004), un paradigma (Olaya, 2009), entre otros nombres. Siempre, un punto de partida natural es el trabajo de Jay Forrester, el fundador de la dinámica de sistemas.

La DS es un enfoque riguroso, científico y consistente de modelación, que tiene como principal objetivo ayudar en la comprensión de patrones de comportamiento de sistemas complejos (Forrester, 1968; García, 2013; Sterman, 2000). En la terminología de la DS, un sistema complejo se define como una estructura de orden superior, con múltiples bucles y realimentación no lineal (gran variedad de comportamientos)(Prigogine, 2009). En este sentido, la DS utiliza estructuras conceptuales para mostrar las relaciones de causa y efecto de las variables de un modelo, y luego traducir esas relaciones en un modelo de simulación por computadora que reproduce el comportamiento del sistema en el tiempo (Sterman, 2006).

La DS es reconocida como un método para estudiar el comportamiento de sistemas complejos. La DS tiene como objetivo demostrar cómo las políticas, decisiones, estructuras y retrasos se interrelacionan e influyen el crecimiento y la estabilidad. Las interrelaciones generan una estructura, la cual genera un comportamiento. Por lo tanto, el propósito de usar la DS es facilitar la comprensión de la relación entre el

comportamiento de un sistema en el tiempo y su estructura subyacente. La DS ayuda a conceptualizar las causas de un comportamiento existente, y las pruebas de nuevos diseños de política, en un esfuerzo para mejorar el comportamiento de un sistema, a través de un modelo. Además, basado en el modelo, se continuará con el estudio del diseño de políticas, cambiando los valores de los parámetros (Ford & Sterman, 1997; Sterman, 2000).

Metodología de la dinámica de sistemas

La dinámica de sistemas es una de las cinco fases del pensamiento sistémico y de la metodología de modelación de intervención. Estas fases distintas, pero relacionadas, son las siguientes (Maani & Cavana, 2007):

- a) Estructura del problema
- b) Modelación de los bucles causales
- c) Modelación de dinámica de sistemas
- d) Planeación de escenarios y modelación
- e) Implementación y aprendizaje

Este proceso no requiere todas las fases que se indican, ni tampoco cada fase requiere de todos los pasos que se muestran. Qué fases y pasos se incluyen en un proyecto en particular o de la intervención, dependerá de los temas o problemas que ha generado la investigación de sistemas, y el grado de esfuerzo que la organización está dispuesta a comprometerse.

Breves descripciones de metodologías sobre dinámica de sistemas se encuentran en: Forrester (Forrester, 1961), Richardson y Pugh (Richardson & Pugh, 1981), Roberts et al. (Roberts, Andersen, Deal, Grant, & Schaffer, 1983), Coyle (Coyle, 1992), Ford (Ford, 1999), Maani y Cavana (Maani, 2009; Maani & Cavana, 2007), Morecroft (Morecroft, 2007) y Sterman (Sterman, 2000). Son documentos que, además de describir el campo de la DS, proporcionan herramientas, técnicas y ejemplos.

Como se ha mencionado, la dinámica de sistemas es una perspectiva y un conjunto de herramientas conceptuales que permiten entender la estructura y dinámica de sistemas complejos. La dinámica de sistemas es también un método de modelado que permite construir simulaciones formales por computadora de sistemas complejos y usarlos para diseñar políticas más efectivas. El modelado es inherentemente creativo, en el que los creadores de modelos exitosos siguen un proceso disciplinado que envuelve las siguientes actividades (ver Figura 8.2) (Sterman, 2000).

a) Articulación del problema (Selección de límites)

El paso más importante en el modelado es la articulación del problema. Tener claro el propósito es el ingrediente más importante para el éxito de un estudio.

- Selección del tema: ¿Cuál es el problema? ¿Por qué se presenta este problema?
- Variables clave: ¿Cuáles son las variables claves y los conceptos que se deben considerar?
- Horizonte de tiempo: ¿Qué tanto futuro se debe considerar? ¿Cuánto tiempo del pasado se debe tomar en cuenta como raíces del problema?
- Definición dinámica del problema (modos de referencia): ¿Cuál es el comportamiento histórico de las variables y conceptos claves? ¿Cuál podría ser el comportamiento en el futuro?

b) Formulación de la hipótesis dinámica

Una hipótesis dinámica es un trabajo teórico que explica cómo surgió el problema.

- Generación de la hipótesis inicial: ¿Cuáles son las teorías actuales del comportamiento de la problemática?
- Enfoque endógeno: Formulación de una hipótesis dinámica que explique la dinámica como una consecuencia endógena de la retroalimentación de la estructura.
- Mapeo: Desarrollar mapas de causas basados en la hipótesis inicial, variables claves, modos de referencia, y otros datos disponibles, utilizando herramientas como:
 - i. Diagramas de modelación de límites

- ii. Subsistemas de diagramas
- iii. Diagramas de ciclos de causa
- iv. Mapas de almacenes y flujos
- v. Diagramas de estructura de políticas
- vi. Otras herramientas

c) Formulación de un modelo de simulación

En la mayoría de los casos se deben conducir estos experimentos en un mundo virtual:

- Especificación de la estructura y reglas de decisión.
- Estimación de parámetros, comportamiento de las relaciones, y las condiciones iniciales.
- Pruebas de consistencia con el propósito y limitantes.

d) Prueba

Los modelos deben ser probados en condiciones extremas, condiciones que tal vez nunca han sido observadas en el mundo real. Las pruebas de condiciones extremas son herramientas críticas para descubrir defectos en el modelo.

- Comparación de los modelos de referencia: ¿El modelo reproduce el comportamiento del problema adecuadamente para el propósito deseado?
- Fortalecimiento bajo condiciones extremas: ¿El comportamiento del modelo se adapta a la realidad bajo condiciones de presión extrema?
- Sensibilidad: ¿Cómo se comporta el modelo bajo incertidumbre en los parámetros, condiciones iniciales, límites del modelo, y agregación?

e) Diseño y evaluación de políticas

Las interacciones de diferentes políticas deben ser consideradas, ya que los sistemas reales son no lineales y el impacto de la combinación de políticas no es la suma de cada impacto aisladamente.

- Especificaciones del escenario: ¿Qué condiciones ambientales podrían presentarse?
- Diseño de políticas: ¿Qué nuevas reglas de decisión, estrategias y estructuras, podrían probarse en el mundo real? ¿Cómo se representará esto en el modelo?
- Análisis “¿Qué pasa si...?": ¿Cuál es el efecto de las políticas?
- Análisis de sensibilidad: ¿Qué tan robustas son las políticas recomendadas bajo diferentes escenarios e incertidumbres?

- Interacción de políticas: ¿Interactúan las políticas? ¿Existe sinergia o respuesta compensatoria?

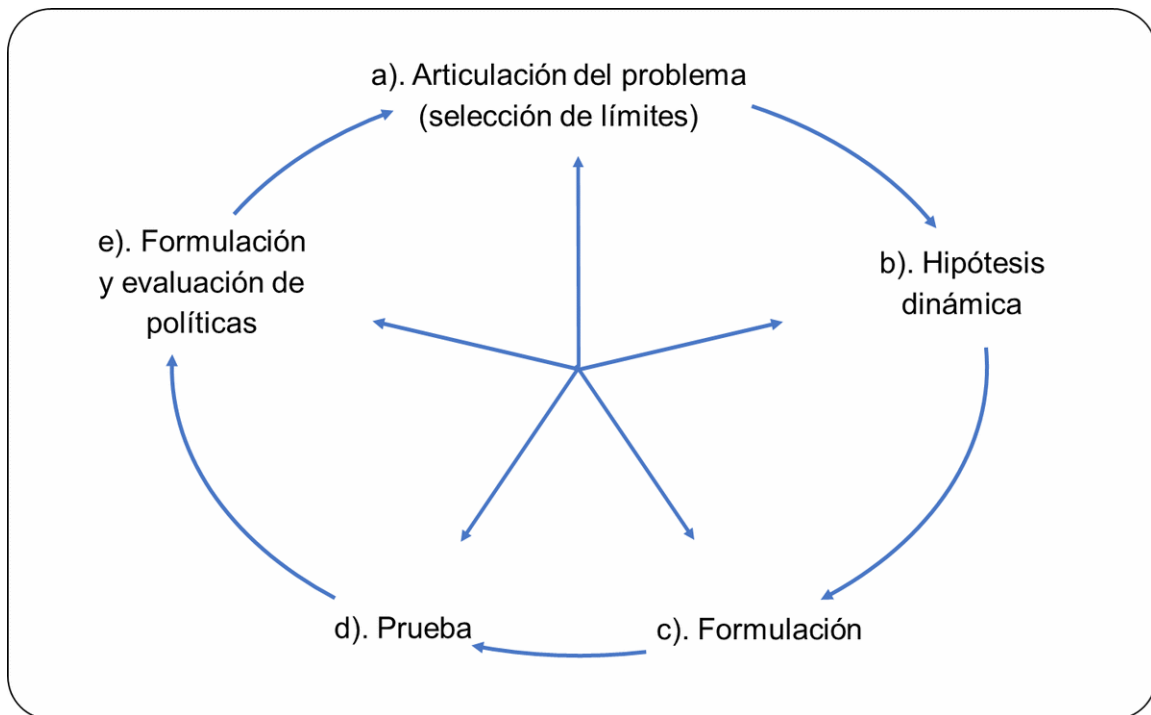


Figura 8.2. Proceso iterativo de la dinámica de sistemas. (Sterman, 2000).

Software empleado en la DS

Históricamente, el software de simulación ha sido clasificado en dos bloques: los lenguajes de simulación, y simuladores orientados a aplicaciones o de propósito general. Los de propósito general pueden ser usados para cualquier aplicación, pero tienen algunas especificaciones generales para ciertas aplicaciones. Por otro lado, los simuladores orientados están diseñados para ser usados en cierta clase de aplicaciones muy específicas (Law & Kelton, 2000).

Para seleccionar un software de simulación, se deben de considerar las siguientes recomendaciones (Banks, Carson, Nelson, & Nicol, 2005).

- Consideraciones de entrada. Manejo de archivos (importar-exportar), sintaxis, y controlador de corridas interactivo con el fin de monitorear el progreso de la simulación de forma global o en un área particular.
- Consideraciones de procesamiento. Velocidad, flexibilidad, generador de variables aleatorias, restauración de datos, y replicaciones independientes.
- Consideraciones de salida. Reportes estandarizados, reportes a la medida, y gráficas.
- Consideraciones ambientales. Facilidad de uso y de aprendizaje.
- Consideraciones de compra. Estabilidad, historia, soporte, y costo. Para este caso, la productividad es lo más importante.

En el mercado existe una gran cantidad de simuladores. Para este estudio se consideraron las tres opciones de software de simulación continua: El *Ithink Software* (Ithink Software, 2019), el *Powersim Software* (Powersim, 2019), y el *Vensim Software* (Vensim, 2019).

Reflexiones

La creciente atención en la dinámica de sistemas, en el diseño y simulación de modelos, con un alto compromiso e iniciativa, pueden proveer un ambiente para el aprendizaje individual, organizacional, y nacional, y así poder mejorar el presente y el futuro (Kunter, 1996; Richmond, 1991; Senge & Fulmer, 1993), ya que falta comprender la interacción entre varios actores y factores que constituyen los sistemas organizacionales (Galbraith, 1998; Ogata, 2004).

Referencias

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2005). *Discrete-Event System Simulation*. USA: Pearson.
- Coyle, R. G. (1979). *Management System Dynamics* (First ed.). UK: Wiley.
- Coyle, R. G. (1992). A System Dynamics Model of Aircraft Carrier Survivability. *System Dynamics Review*, 8(3), 193-213.
- Coyle, R. G. (2000). Qualitative and Quantitative Modelling in System Dynamics: Some research questions. *System Dynamics Review*, 16, 225-244.
- Checkland, P. (2000). Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective. *Systems Research and Behavioral Science*, 17, S11-S58.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2006). *Soft Systems Methodology* (Primera ed.). España: Milrazones.
- Flood, R., & Jackson, M. (1991). *Creative Problem Solving* (First ed.). UK: Wiley.

- Ford, A. (1999). *Modeling the Environment: An Introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems* (First ed.). USA: Island Press.
- Ford, D., & Sterman, J. D. (1997). Dynamic Modeling of Product Development Processes. *System Dynamics Review*, 14, 31-68.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics* (First ed.). USA: Pegasus Communications.
- Forrester, J. W. (1968). *Principles of Systems* (First ed.). USA: Pegasus Communications.
- Forrester, J. W. (1994). System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2), 1-14.
- Francois, C. (2004). *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics* (First ed.). Germany: K. G. Saur.
- Galbraith, P. (1998). System Dynamics and University Management. *System Dynamics Review*, 14(1), 69-84.
- García, R. (2013). *Sistemas Complejos* (Primera ed.). México: Gedisa.
- Gigch, J. P. v. (2006). *Teoría General de Sietemas* (Tercera ed.). México: Trillas.
- Ithink Software. (2019). Ithink. Retrieved from <http://www.iseesystems.com/software/Business/ithinkSoftware.aspx>
- Jackson, M. (2003). *Systems Thinking: Creative holism for managers* (First ed.). UK: Wiley.
- Kunter, A. (1996). Using Simulation Optimization to Find the Best Solution. *IIE Solutions*, May, 24-29.

- Lane, D. (2001). Rerum Cognoscere Causas: Part I - How do the ideas of system dynamics relate to traditional social theories and the voluntarism/determinism debate? *System Dynamics Review*, 17, 97-118.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis* (Third ed.). USA: Mc Graw Hill Higher Education.
- Luna-Reyes, L. F., & Andersen, D. L. (2003). Collecting and Analyzing Qualitative Data for System Dynamics: Methods and models. *System Dynamics Review*, 19, 271-296.
- Maani, K. (2009). System Dynamics and Organizational Learning. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Complexity and Systems Science* (First ed.). USA: Springer.
- Maani, K. E., & Cavana, R. Y. (2007). *Systems Thinking, System Dynamics: Managing Change and Complexity* (First ed.). New Zealand: Pearson Education.
- Morecroft, J. (2007). *Strategic Modelling and Business Dynamics: A Feedback Systems Approach* (First ed.). UK: Wiley.
- Morin, E. (1999). *Introducción al Pensamiento Complejo* (Primera ed.). Argentina: Gedisa.
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* (First ed.). USA: Oxford University Press.
- Ogata, K. (2004). *System Dynamics* (Fourth ed.). USA: Pearson.
- Olaya, C. (2009). System Dynamics Philosophical Background and Underpinnings. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Complexity and Systems Science* (First ed.). USA: Springer.
- Powersim. (2019). Powersim Software. Retrieved from <http://www.powersim.com/>
- Prigogine, I. (2009). *¿Tan Sólo una Ilusión?* (Sexta ed.). España: Tusquets Editores.

- Richardson, G., & Pugh, J. (1981). *Introduction to System Dynamics Modeling* (First ed.). USA: Pegasus Communications.
- Richmond, B. (1991). System Thinking. *High Performance Systems, Inc.*, 1-8.
- Roberts, E. B. (1978). System Dynamics. An introduction. In E. B. Roberts (Ed.), *Managerial Applications of System Dynamics* (First ed.). USA: Pegasus Communications Inc.
- Roberts, N., Andersen, D. F., Deal, R. M., Grant, M. S., & Schaffer, W. A. (1983). *Introduction to Computer Simulation: a System Dynamics Modeling Approach* (First ed.). USA: Addison Wesley.
- Schwaninger, M. (2009). System Dynamics in the Evolution of the Systems Approach. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Complexity and Systems Science* (First ed.). USA: Springer.
- Senge, P., & Fulmer, R. (1993). Simulations, Systems Thinking and Anticipatory Learning. *Journal of Management Development*, 12, 21-33.
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World* USA: McGraw-Hill/Irwin.
- Sterman, J. D. (2006). Learning from Evidence in a Complex World. *American Journal of Public Health*, 96, 505-514.
- Vanderminden, P. (July 23 - 27, 2006). *System Dynamics. A field of study, a methodology or both*. Paper presented at the The Twenty-Fourth International Conference of the System Dynamics Society, Nijmegen School of Management, Radboud University Nijmegen, The Netherlands.
- Vensim. (2019). Vensim. Retrieved from <http://vensim.com/>
- Wolstenholme, E. F. (1990). *System Enquiry* (First ed.). UK: Wiley.

Cuarta Parte:

Aplicaciones en Educación
y Organización

9. Cibersistémica de la Educación por Competencias en el Rendimiento Académico

M. Reséndiz-Castro e I. E. Peón-Escalante*

Resumen

En el presente ensayo se explica la relación práctica entre el currículo y la educación basada en competencias desde una perspectiva cibersistémica, a la luz de la urgente acción de vincular el ámbito académico y el sector laboral. Para comprender la cibernética de segundo orden aplicada al rendimiento académico, se precisa un breve acercamiento a la noción de currículo para después entender su relación con el modelo educativo basado en competencias en un proceso iterativo y dinámico difícil de aprehender. Basado en un Metodología de Sistemas Suaves MSS, se propone una aplicación cibernética transdisciplinaria basada en un modelo de gestión de la educación socioformativa técnica y profesional, congruentes con la integración propuesta, para las Instituciones de Educación Superior en México, que han incorporado el modelo educativo basado en competencias desde 1997, con la participación de Mertens, en la Oficina Internacional del Trabajo.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

A manera de reflexión final, se pone de manifiesto la necesidad de enfrentar la brecha entre el mundo académico y el mundo laboral, desde una perspectiva holística donde la vía hacia la integración se centra en los procesos autogestivos.

Introducción

De acuerdo con el enfoque de sistemas, al principio básico que yace bajo cualquier sistema se le llama organización, y para describir la materia sustancial de los sistemas Checkland (2001) lo llamó complejidad organizada.

La noción de complejidad no lineal está relacionada con el concepto de sistema en las ciencias humanas. El sistema social entendido como un modelo de entidades y fuerzas que interactúan no solo son materia-energía e información; es decir, un organismo vivo es un sistema abierto que interactúa de forma dinámica con su medio. Una característica importante en los sistemas abiertos es la neguentropía, un estado de alto orden e improbabilidad o evolución hacia diferenciación e integración crecientes (Bertalanffy, 1975).

Desde la perspectiva de sistemas, el rendimiento académico (RA) en el sistema educativo, se entiende como un proceso de diferenciación de los sistemas con identidad propia pero que comparten entre ellos ciertos atributos, mismos que definen cierta interacción mutua, y por tanto una identidad que no se reduce a ninguna de sus partes. Es decir, el RA es una emergencia compleja integrada por otros sistemas de forma holárquica por su evolución en el tiempo, y afectada por el ambiente de donde

surge: ámbito educativo. Esta forma de reconocer la realidad compuesta por holones se fundamenta con las tendencias de los sistemas evolutivos y que representan el mundo, con los veinte principios de (Wilber, 2001; García, 2018).

El RA es considerado el emergente, resultado de una adaptativa integración evolutiva (interacción de niveles más bajos) de la creación del sistema educativo superior, influenciado y afectado por la globalización (Montoya, 2015). Sin lugar a duda, esta nueva forma de organización pone de relieve la interacción de agentes adaptables que dan origen a la complejidad, al mismo tiempo que surgen patrones identificables a partir del estudio de sus interacciones (Holland, 2004), por ejemplo, el abandono escolar y el rezago educativo.

Una de las principales causas de abandono escolar en el nivel universitario está vinculado con el bajo RA (Chong, 2017). A su vez, existen factores relacionados con este fenómeno estudiantil, tales como aspectos individuales, académicos, económicos, familiares, sociales y culturales que coinciden en diferentes estudios en América Latina (Carvajal et al. 2016). La combinación que derive de ellos y sobre todo la forma en que el estudiante se integre a la universidad desde sus circunstancias, genera el fracaso estudiantil en las universidades (McGhie, 2017).

Como el sistema educativo interactúa con otros sistemas (por ejemplo: las empresas e instituciones en donde los estudiantes realizan sus prácticas profesionales con la expectativa de laborar de forma permanente), se retoma la idea de sistema abierto. En lo sucesivo se establecen las fronteras y límites del estudio, se presenta el contexto (ambiente) como el recorte de realidad factible para la validación de las premisas para el mejoramiento del RA.

Las interferencias en la transmisión de la información en cada sistema inician procesos entrópicos acompañados de comportamiento divergente de sus objetivos (Peón & Aceves, 2013). El RA se consolida por la eficiencia terminal en las organizaciones educativas. Con datos de rezago y deserción, no han logrado integrar de forma eficiente y sistémica en su funcionamiento la retroalimentación necesaria, que para efectos de este trabajo entendemos como integración Ciber Sistémica Transdisciplinaria (CST) entre lo que se enseña (currículum) y del cual depende el RA de los estudiantes; y lo que necesita ser enseñado (competencias profesionales) y del cual depende la pertinencia de la educación que de forma sinérgica impacte sustentablemente a una localidad, región, estado o nación.

Problemática de la gestión del currículum en educación

Para mostrar el concepto de Currículo, se pretende recorrer algunas ideas reflexivas. Se plantea la situación que se vive día con día entre quienes se dedican al diseño curricular y quienes se dedican a ponerlo en práctica. Se pone principal énfasis en la factibilidad de practicar un currículum a la luz de la importancia de la función de la educación y el papel de la escuela en una sociedad. Más adelante, se define una idea de currículum para hacer conciencia de sus bases de acción (teorías) y la posibilidad de llevarlo a cabo como un proyecto que se construye (práctica).

La problemática de definir el Currículo, en tanto elemento rector de funcionalidad educativa en las diferentes organizaciones escolares, es por demás estudiado y analizado por diferentes autores como Casarini (1994) y Stenhouse (1991), por mencionar un par de ellos. La polémica entre quienes ejercen la práctica (profesores) de la programación curricular y quienes elaboran dichos programas, desde alguna corriente

teórica, o desde algunos intereses políticos o sociales, sigue siendo algo que no pasa por el reconocimiento y comprensión consciente del profesorado en general. Sin embargo, es precisamente importante por esa razón y por la que cobra particular atención entre los que nos dedicamos a la educación. Uno de los planteamientos necesarios que posibilita la realización y comprensión de un Currículo es, sin duda, reflexionar acerca del lugar desde donde se comprende y entiende.

Se considera central contextualizar la utilidad de tal o cual conceptualización de Currículo, pues si bien es cierto que existe diversidad en cuanto al entendimiento del concepto, también es importante considerar las finalidades educativas que prevalecen en cada organización educativa. La idea de llevar a la práctica una noción de Currículo sólo resulta esperanzadora en cuanto se considera la viabilidad de este. Como refiere Casarini (1994, p. 7) "...el currículo debe reflejar algo más que intenciones, debe, además, indicar cuál es el modo de llevar a cabo dichos propósitos a la práctica y debe especificar los criterios que presiden el modo de hacerlo". Es decir, considerar las condiciones en las cuales es posible llevar a cabo la encomienda Curricular es de vital importancia, pues la experiencia educativa nos ha dado muestras de lo poco factible que resulta cubrir un plan programático.

Los motivos son diversos: por el número de alumnos en clase, la extensión que el tema pueda resultar para conseguir su entendimiento para los alumnos, profesorado con poco dominio y recursos para impartir los temas, por las actividades extraclase, y eventos institucionales como ceremonias, culturales o deportivos, etc. Las circunstancias en las cuales se desarrolla el Currículo representan la práctica educativa, que es una forma de clasificación que Casarini (1994, p. 8) refiere como "real o vivido":

Es en dicha práctica donde confluyen y se entrecruzan, de manera más o menos equilibrada y conflictiva, diversos factores. Entre estos factores se encuentran tanto el capital cultural de maestros y alumnos, como los requerimientos del currículo formal, los emergentes no previstos de la situación colectiva del aula y otros factores socioculturales, económicos y políticos presentes en el contexto social de la institución educativa en espacios y tiempos específicos. Del mismo modo, maestros y alumnos con similares o distintas inserciones sociales e historias personales con concepciones diversas sobre una variedad de asuntos vitales generan la apropiación de conocimientos, valores, habilidades, actitudes y destrezas, en el transcurso del proceso de enseñanza y aprendizaje (Casarini, 1994, p.8).

El reconocimiento de esta práctica educativa resulta conflictivo cuando su ejercicio se entiende como el cumplimiento de un programa de estudios, es decir, de forma prescriptiva únicamente. Es una realidad esta forma de entendimiento en la práctica educativa, desde la propia experiencia, pues se parte de la pretensión de que el Currículo es una tarea que corresponde con una porción de realidad que hay que llevar a cabo.

La invitación a reflexionar acerca del actuar práctico del punto de partida del trabajo docente en la interrelación con los estudiantes permitiría tener un panorama de diferentes puntos de vista de la idea en cómo se piensa al Currículo, y eso nos daría acceso a ubicar el quehacer educativo. Limitar el ejercicio docente a la prescripción de un plan de estudios obliga a preguntarnos si acaso esa postura refiere a los sujetos de esa enseñanza como pasivos, seres moldeables, negados de sus aspiraciones y juicios propios. Es decir, habría una suerte de negación cultural por un lado y por otra de

autoritarismo. Entonces se considera importante resaltar la idea de escuela, con la finalidad de considerar la posibilidad de preguntarse acerca del ejercicio Curricular, como lo plantea Gómez (s/f, p. 12).

...me ha parecido enormemente útil entender la escuela como un cruce de culturas, que provocan tensiones, aperturas, restricciones y contrastes en la construcción de significados. Al interpretar los factores que intervienen en la vida escolar como culturas estoy resaltando el carácter sistémico y vivo de los elementos que influyen en la determinación de los intercambios de significados y conductas dentro de la institución escolar, así como la naturaleza tácita, imperceptible y pertinaz de los influjos y elementos que configuran la cultura cotidiana (Gómez, s/f, p. 12).

Esta idea da pie a preguntar acerca de la linealidad del camino por el cual se construye una realidad del mundo, mediante un Currículo, de acuerdo con lo que refiere Lundgren:

Cuando se define el currículo como un contenido (y especialmente, como una selección de contenido cultural), estamos situando a dicho concepto en la dimensión de la representación. Es decir, el Currículo en tanto selección de una cultura, proyecta una representación concreta y determinada de la cultura que una sociedad cree valiosa; es decir, de las formas de conocer, pensar y explicar el mundo circundante (Ángulo, 1994, p.28).

Desde esta perspectiva vinculada a lo que llamaría Ángulo (1994) la relación de las acepciones del currículo (como: *contenido, planificación educativa y realidad interactiva*) en la dimensión de la *representación y la acción*.

Contexto educativo y curricular

Se entiende el contexto como parte nodal con respecto del papel del Currículo. ¿Cuál sería el papel de la escuela o desde dónde entenderla para abrir expectativas de reflexión con relación al Currículo? Se propone aquí una posibilidad que intenta aproximarse al contexto escolar actual.

La modernidad planteada para la educación requiere recuperar hoy el sentido contextual de educar. Repensar la idea de educar en su sentido histórico permite tener una visión de las condiciones en la que se ha dado, y por ende permite ver qué necesitamos hacer ahora para educar. Por ejemplo: la educación se ha universalizado; en este sentido es importante conocer lo que se dice acerca de las transformaciones educativas (Esteves, 2003). Hay tres revoluciones que hacen ese quiebre que caracteriza las cosas, en un sentido social; la primera en la que se caracteriza a la educación como una necesidad de enseñar; la segunda que se caracteriza por una aplicación de una pedagogía excluyente –vigente en muchas partes del mundo– y una tercera, que entre otras características parte de la universalización de la educación básica. En esta última se centra el desafío de ubicar diferentes factores sociales involucrados en el proceso de crisis y cambio que afectan a la educación, tales como: la diversificación de los modelos educativos y los amplísimos y complejos cambios sociales, que a su vez modifican el contexto en el que se desarrolla la educación. Si consideramos el contexto histórico en que se ha desarrollado la idea de educar, encontramos que las necesidades de educar, así como las expectativas de las personas que asisten a la escuela, también cambian. En la transformación de expectativas del alumnado, la escuela ha sido protagonista, como lo apunta Esteve (2003, p. 16):

...la supuesta crisis de nuestros sistemas educativos aparece como una crisis de crecimiento, producida precisamente al conseguir metas educativas nunca antes alcanzadas, y, al mismo tiempo, como una crisis subjetiva, fruto del desconcierto individual de los mismos profesores que han hecho realidad esas metas, al descubrir cambios inesperados que, en realidad, son fruto de la transformación del sistema educativo que ellos mismos han protagonizado (Esteve, 2003, p. 16)

En este sentido, la construcción subjetiva de la sociedad a la que pertenecemos siempre se mueve y en la medida en que se mueve construye, es decir, hace cultura. Cultura que ha de ser nuestro capital humano que debe ayudar a hacer frente a los retos que, mediante el acto educativo, posibilita la transformación del individuo. El movimiento que la educación ha tenido es necesario precisarlo en su fundamento ontológico, pues todo presente tiene una historia. Historia que da origen al hecho educativo con un pasado cultural, herramienta de proyección del presente. La construcción de un presente desde la huella del pasado debe ser sostenida por el profesorado en la medida en que se avanza hacia el futuro. Sin embargo, la creciente demanda educativa propia de la era global no alcanza a satisfacer o siquiera a comprender este fenómeno de crisis educativa; de ahí que las instituciones queden rebasadas por el devenir de la sociedad. El desfase entre necesidades y métodos de intervención educativa tienen su representación en la no comprensión del fenómeno educativo. La ausencia reflexiva tapada por los procedimientos tecnócratas, ha dejado de ser una herramienta, convirtiéndose así en un obstáculo. Ahora la posibilidad educativa se centra en la actividad reflexiva y dialógica aplicada a la educación. “Este diálogo vale como propuesta para interactuar con lo dicho y realizado por otros no presentes: para entender el aprendizaje como participación” (Imbernon, s/f, p. 42). La forma de intervenir en la educación de hoy desde esta propuesta quizá es uno de los más grandes retos a enfrentar.

Cibersistémica curricular cultura-educación-curriculum

Una vez planteada brevemente la relevancia del contexto se puede visualizar a la escuela como un ente socializador de lo que la cultura cree importante en tanto sujetos que pertenecemos a ella; por ende, la pertinencia de la interrelación que plantea Casarini (1994) *Cultura-educación-curriculum*. Desde un análisis profundo deja ver de forma explícita el sentido de esta triada escolar, misma que ha de configurar la calidad de las relaciones sociales, cuando dice que:

Al iniciarse el proceso escolar, el alumno entra en contacto con los productos más elaborados de la ciencia, el arte y la técnica; es decir, recibe una cultura académica; entrar en contacto significa que el aprendiz incorpora cognitiva, emocional, motriz y actitudinalmente esa cultura académica, y al hacerlo, prosigue el proceso de socialización iniciado en la familia. Dicho proceso es fundamental para considerar al individuo como parte de la comunidad humana; esto es, el “hacerse” persona supone un proceso de socialización altamente determinado por la cultura en la que el sujeto nace y por los eventos educativos, informales y formales, involucrados en ese proceso de socialización.

Realizada dicha relación, es importante señalar que la necesidad de denominar Currículo en vez de Plan de estudios es preferible, en la medida en que se contempla teórica y prácticamente la relación antes mencionada. De otra forma, se entenderá un plan de estudios como algo dado, determinado, a-histórico y lineal de una porción de conocimiento. Desde este panorama, el Currículo propone un proyecto acerca del cual se pretende de forma insistente la consolidación de un propósito educativo utilizando herramientas comunicativas, de tal manera que parezca abierta a las expectativas colectivas y pueda ser aplicable a la realidad (Stenhouse, 1991). Aquí aparece otra línea

de reflexión acerca del Currículo, pues el propósito educativo es algo que no se encuentra expresado de forma explícita. Los diferentes diseños curriculares se definen en gran medida por diversas corrientes teóricas que intentan confluir en un Currículo determinado con finalidades normativas, como lo plantea Stenhouse.

En áreas de acción o 'ciencias normativas' como el estudio del currículo, la teoría posee dos funciones. Sirve para organizar los datos, los hechos con los que contamos, de modo que proporcionen una comprensión. [...] La segunda función de la teoría de una ciencia normativa es la de proveer una base para la acción. La comprensión dará la base para actuar: la teoría debe tener una vertiente normativa, así como una vertiente reflexiva (Casarini, 1994, p. 16).

En tanto que la teoría se considera una base para la acción, a la luz del contexto cultural escolar, la postura que permitiría una posibilidad de su ejercicio sería primero considerar que los logros curriculares son un constructo interactivo. Que la confianza en la consolidación de una utopía educativa debe verse como algo posible de alcanzar. Y que esa posibilidad se construye a partir de un proyecto más o menos estructurado desde una propuesta educativa colectiva. De ahí que concuerdo con Popper (Stenhouse, 1991, p. 27) “el perfeccionamiento resulta posible si nos sentimos lo suficientemente seguros para enfrentarnos con la naturaleza de nuestros fallos y estudiarla. El problema central del estudio del Currículo es el hiato existente entre nuestras ideas y aspiraciones, y nuestras tentativas para hacerlas operativas”.

En consonancia con esta frase alentadora, es como se puede vislumbrar una posibilidad del ejercicio del Currículo, y que desde luego las expectativas del estudio de este siguen abiertas y a discusión de quienes hemos decidido emprender un camino de

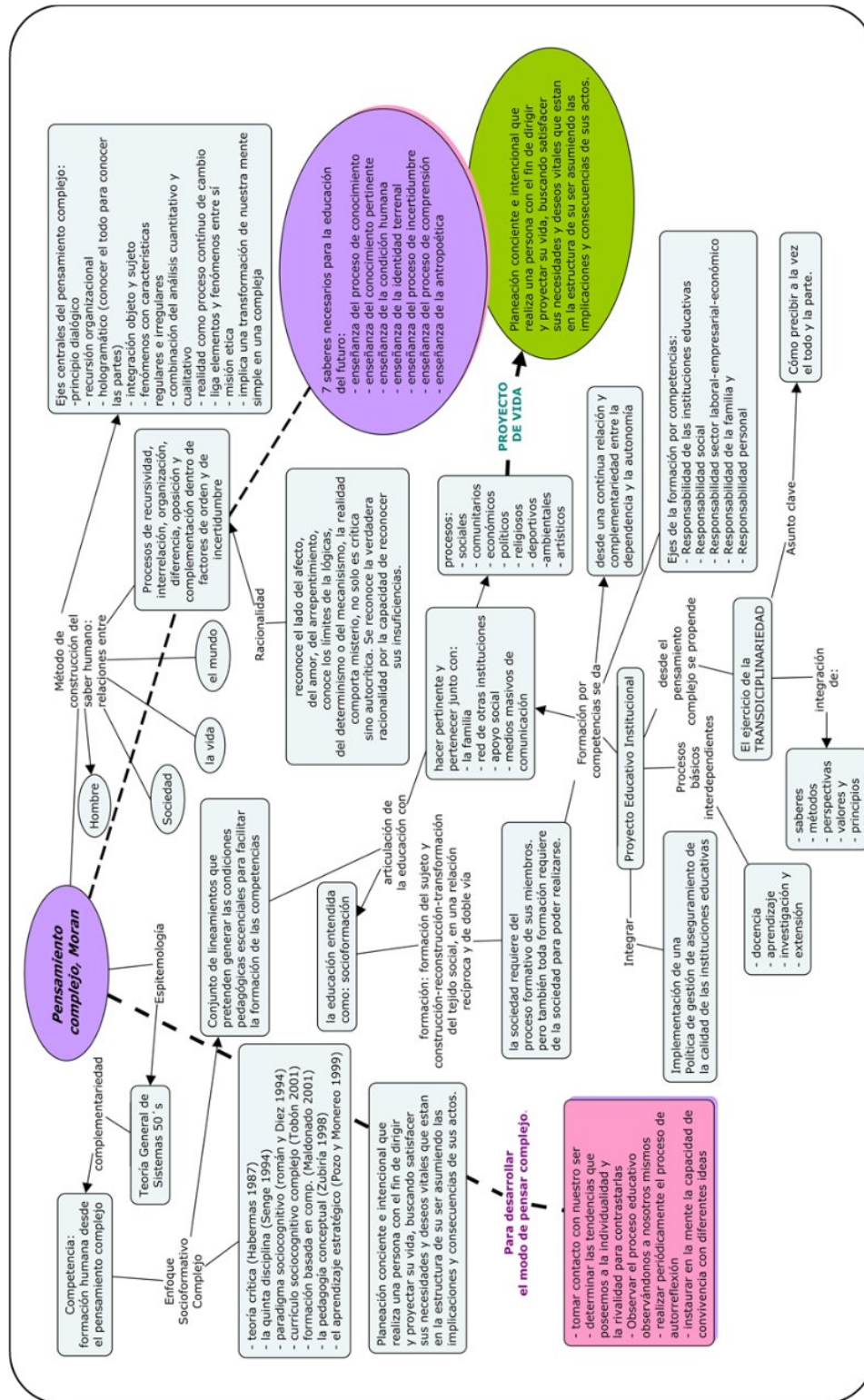
vida hacia la construcción del conocimiento de la sociedad a la que pertenecemos, asumiendo una responsabilidad de socializarla después desde un plano ético y coherente con el mundo que habitamos.

Modelo educativo por competencias

Las competencias trazan una nueva perspectiva del aprendizaje y de la enseñanza, pues a través de metas claras, se brindan herramientas a largo plazo que hacen que el proceso escolar tenga un sentido aplicable, al sustentar un cambio de saberes, ejecuciones y actuaciones de un individuo interactuando con un grupo. La función de las competencias alude a la formación de calidad pertinente, que proporcione al estudiante las competencias genéricas, disciplinares y profesionales requeridas para su inserción en el mercado laboral, social y académico mediante la reestructuración de los programas de estudio, encaminados a promover proyectos de vida de los educandos.

En la Figura 9.1, se muestra el fundamento de las competencias desde una perspectiva de la complejidad de Morin, hacia una perspectiva socioformativa que Tobón incorpora como proyecto de vida; más allá de una noción de competencia que interfiere con la reflexividad del conocimiento, forma parte de la construcción de conocimiento.

*Página siguiente: Figura 9.1. Fundamento complejo de las competencias (Tobón, 2006).
Elaboración propia (2018).*



Se considera a las competencias piedra angular en la transformación educativa de un sistema permanente, de una cultura de y para toda la vida; por lo tanto, estas herramientas, más que proyectar un panorama exitoso en el aspecto laboral y económico, nos exhortan a que la meta sea un cambio individual que conduzca a la autorrealización a través de elementos que hacen posible convivir armónicamente en sociedad, con variedad en la diversidad, tal cual un ecosistema natural (Peón-Escalante, 2018).

La calidad y el cambio educativos

Los cambios en la educación superior a causa de la globalización son una realidad, por lo cual el mercado laboral requiere personal con características multidisciplinares. Hoy día es común que los graduados trabajen en compañías transnacionales cuyos métodos de trabajo, de organización y de actividades tienen un carácter global; por tanto, la de sus requerimientos formativos (competencias), afecta e influye de forma directa al funcionamiento de las instituciones educativas en el marco de planes y programas de estudio, lo que permitirá dar respuesta a unas necesidades de formación que ya no son las específicas de un entorno inmediato.

Otro aspecto importante es la velocidad a la que el conocimiento se mueve debido a la globalización; es decir, la estabilidad de las profesiones no es una situación imperante precisamente por la movilidad de los conocimientos y el entorno específico que se traduce en pertinencia de carreras. El mercado laboral de la sociedad del conocimiento es diferente al de la era industrial. Salvo excepciones, las profesiones ya no están tan claramente definidas; esto significa que actualmente la multidisciplinariedad es una necesidad creciente para soportar un puesto de trabajo.

Los modelos pedagógicos tradicionales, en los que un profesor trataba de enseñar el arte de una profesión, ya no son suficientes: en pocas palabras, ya no sirven. En la actualidad, en un mundo globalizado como el que vivimos, es imperante crear un entorno de aprendizaje continuo alrededor de los estudiantes que permita adquirir competencias que no sólo les servirán para completar sus estudios o a nivel laboral, sino que le serán útiles a lo largo de toda la vida, y que les permitan adaptarse a los cambios conceptuales, científicos y tecnológicos que vayan apareciendo durante su actividad laboral. Hay que pasar de un modelo basado en la acumulación de conocimientos o memorización a otro fundamentado en una actitud permanente y activa de aprendizaje mediante el modelo de competencias.

Para ofrecer una formación de calidad pertinente que proporcione al estudiante las competencias necesarias para su inserción al mercado laboral, social y académico, es necesario establecer medidas que encaminen siempre a la certificación constante de esas prácticas educativas; una medida de calidad es el monitoreo de los egresados en el campo laboral. De acuerdo con Molero:

La calidad de una universidad, o de un sistema universitario en general, no puede considerarse, desde un enfoque global, sin contemplar la adecuación del producto que sale de sus aulas a las demandas sociales y productivas del mercado de trabajo donde se insertan dichos productos. La propia evaluación de la calidad puede fomentar la capacidad de autorreflexión de los centros de enseñanza superior y su capacidad para reorganizar los resultados, de modo que pueda satisfacer mejor esas necesidades de su entorno económico social y cultural (Jiménez 2009, p. 1).

Por otro lado, Posada menciona diversas definiciones de “competencia laboral” que han surgido en Inglaterra, Alemania, España y Australia:

En Australia la competencia laboral se concibe como un conjunto de características necesarias para el desempeño en contextos específicos. Es una compleja combinación de condiciones (conocimiento, actitudes, valores, habilidades) y tareas a desempeñar en determinadas situaciones. Este ha sido considerado un enfoque holístico en la medida que integra y relaciona atributos y tareas, permite que ocurran varias acciones intencionales simultáneamente y toma en cuenta el contexto y la cultura del lugar de trabajo. Permite incorporar la ética y los valores como elementos del desempeño competente. (Posada, 2004, p. 4)

Se plantea que la calidad educativa se relaciona con la educación desde un punto de vista de producción, pues lo que genera son aprendizajes, y que a su vez desarrolla cualitativamente la educación. Consideradas estas dos vertientes, la educación como producción de aprendizaje y como desarrollo cualitativo de la educación, se consideran como el eje de la transformación educativa con equidad (Zúñiga, 1992). Si a esta visión de la construcción de la calidad educativa se plantea un enfoque de evaluación por competencias como una aportación, se asocia con una propuesta de mejora, de tipo cualitativo en la medida en que se debe partir de un diagnóstico principal, es decir, de una situación actual, que permita valorar los resultados que de ello se generen y así sentar las bases teórico-metodológicas para revalorar el proceso de aprendizaje de una forma integral. Para comprender las implicaciones de calidad educativa, se considera que:

La calidad debiera asumirse como un propósito a ser alcanzado a todas las partes del proceso, y determinado por la relación de los actores que en ella intervienen. En tal sentido, la calidad sería posible sólo si la interacción de las personas que intervienen en la producción de aprendizajes pudiera facilitar su percepción, valoración y orientación. La calidad de la educación está primordialmente determinada por la creación de condiciones de permanencia en el propósito de mejoramiento de los productos de aprendizaje y de

los servicios educativos, se trata en el fondo de adoptar una filosofía de mejoramiento permanente en la triple vía de logro de una mayor eficacia de los procesos existentes, de su transformación, a partir de sus condiciones actuales, y de la realización sistemática de esfuerzos de innovación. (Zúñiga, 1992, p. 35).

Se tiene claro que no sólo el crecimiento económico lleva siempre a un desarrollo social; por lo tanto, son necesarios cambios en diferentes campos como: la gobernabilidad, la actualización de programas de estudio, la eficiencia y eficacia, generar una educación sostenible, que permita ingresar recursos que no se deriven solamente de los gobiernos y así establecer políticas claras para distribución de incentivos con base en resultados que signifique un progreso social.

Reestructuración de los planes y programas de estudio

Con base en el rediseño de programas educativos encaminados a promover proyectos de vida de los educandos desde una perspectiva de competencias, Posada (2004) nos da a conocer que, en Australia, así como en otras partes del mundo, existe una preocupación constante por formar individuos complejos formados en valores, actitudes, aptitudes y conocimientos; elementos que son indispensables para el éxito en la vida y, sobre todo, éxito en el desarrollo de un país.

Por lo tanto, es necesaria una correcta planeación desde una perspectiva de competencias que parte de desarrollar la competencia a partir de desprenderla del propósito general de la asignatura, seguido de un indicador de desempeño, lo que permitirá determinar los conocimientos, las habilidades y destrezas que se lograrán; cabe mencionar que esta planeación está determinada por las actitudes del mismo individuo.

Es esencial comprender que la planeación necesita la inclusión de los conocimientos ya que esto garantizará la generación de estos, pero a su vez se espera un desarrollo de habilidades del pensamiento que permita una correcta interrelación crítica, lo que da lugar a determinar las destrezas que le ayudan a aprender de manera rápida. Lo anterior se sintetiza de la siguiente forma: "Competencia a desarrollar, indicadores de desempeño, temas a tratar (conocimientos), situación didáctica, secuencia didáctica, materiales y mecanismos de evaluación" (Frade, 2008, p. 67). Este último punto es de gran trascendencia, ya que pretende dar cuenta de los productos obtenidos, así como las actitudes presentadas.

Por lo anterior y tomando en cuenta los cambios eminentes hay que "fortalecer y propiciar el vínculo entre las instituciones educativas y el sector laboral. Al cambiar los modos de producción, la educación también se ve obligada a cambiar" (Argudín, 2009, p. 28) lo que permitirá al ciudadano contar con herramientas útiles para mejorar las condiciones de eficacia, pertinencia y calidad de la economía.

Para Cernevale (Agudín, 2009), las siete competencias básicas necesarias para el trabajo son: Aprender a aprender, Lectura y escritura (expresión oral y escrita en conjunto con las nuevas tecnologías), Comunicación (saber escuchar), Adaptabilidad (resolución de problemas y pensamiento crítico), Autogestión (autoestima, motivación y proyección de metas), Trabajo en grupo (interdisciplinarios y negociación) y Autoridad (capacidad para organizar y liderazgo). Con base en lo anterior, las competencias guardan una estrecha relación en la formación de capital humano desde la perspectiva de la socioformación. En la Figura 9.2 se aprecia dicha integración.

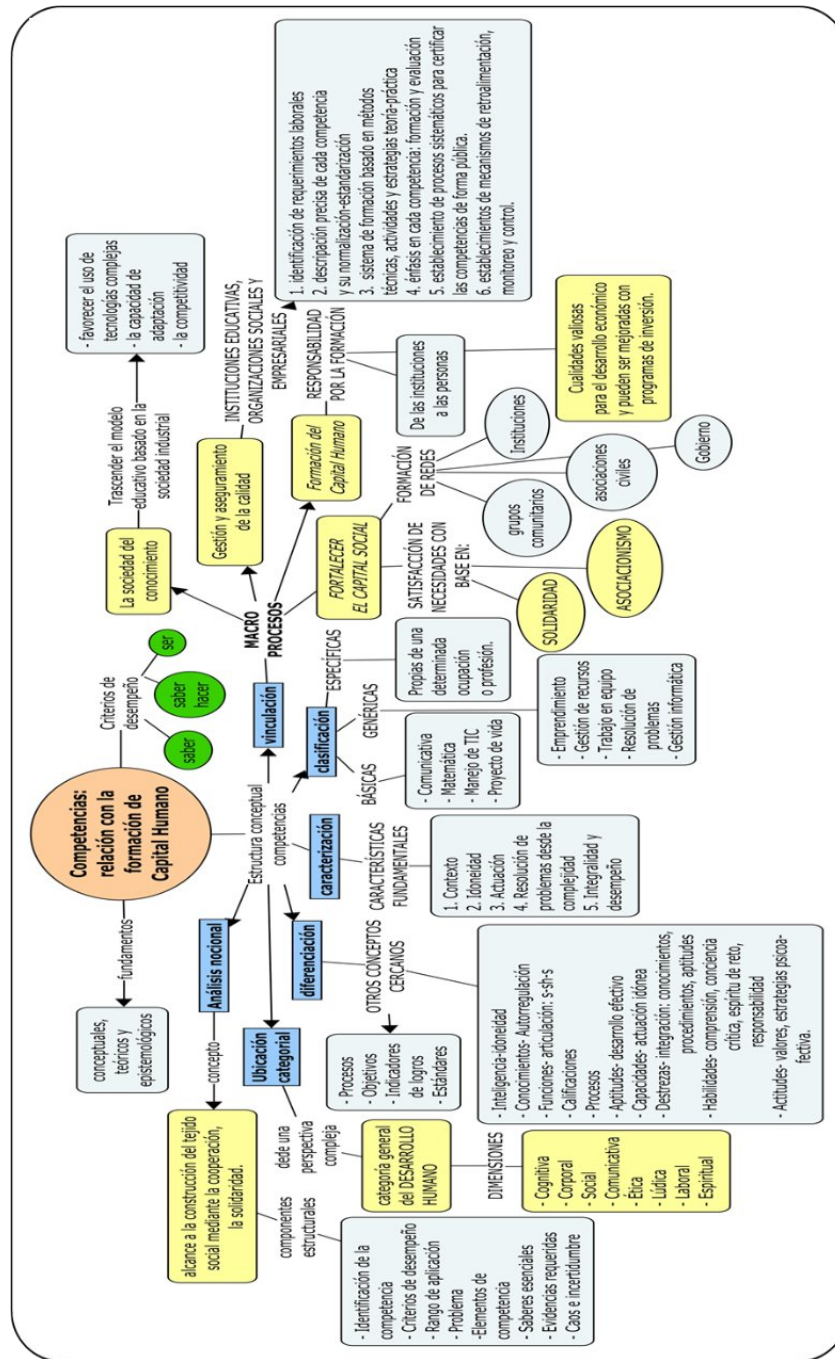


Figura 9.2 Competencias y su relación con el capital humano (Tobón, 2006). Elaboración propia, (2018)

Metodología de aplicación cibersistémica en la gestión curricular

En este contexto de la demanda de las necesidades industriales, es cómo surge un modelo de Universidad Tecnológica (UT) en donde rigen dos principios fundamentales: uno relativo a la enseñanza 70% práctica con un modelo pedagógico basado en competencias profesionales; lo que lleva al segundo principio, vínculo estrecho con la industria (GCTPU, 2000). Actualmente hay 108 Universidades Tecnológicas en 31 estados de la República. Quien estudia en estas instituciones tiene la posibilidad de obtener el título de Técnico Superior Universitario, Ingeniero o Licenciatura (SEP, 2018).

El espacio físico donde se valida la aproximación metodológica es una Universidad Tecnológica (UT), ubicada en el Estado de México. La UT fue creada en 1995, y abrió sus puertas con 155 alumnos que constituyeron la matrícula inicial de la primera generación, y ofertaba tres carreras con el modelo educativo de Técnico Superior Universitario (TSU) en: Administración, Informática, así como Mantenimiento Industrial. Actualmente cuenta con una matrícula de cerca de 7000 estudiantes y un total de 26 programas de estudio: en todos existe la figura (TSU), también incluye una modalidad ejecutiva en cuatro ingenierías (blended learning).

La propuesta de integración propone una relación sinérgica entre actores de un sistema percibido e identificado como sistema de aprendizaje (SA) a partir de la investigación y desarrollo R&D (por sus siglas en inglés) de segundo orden construida por una relación de acción dialéctica (Ison, 2000). En el diseño de sistemas, se entiende por SA a aquella infraestructura social que fomente el aprendizaje, conformada por subsistemas interconectados compuesto por elementos y procesos que se combinan con el propósito de aprender, como se muestra en la Figura 9.3.

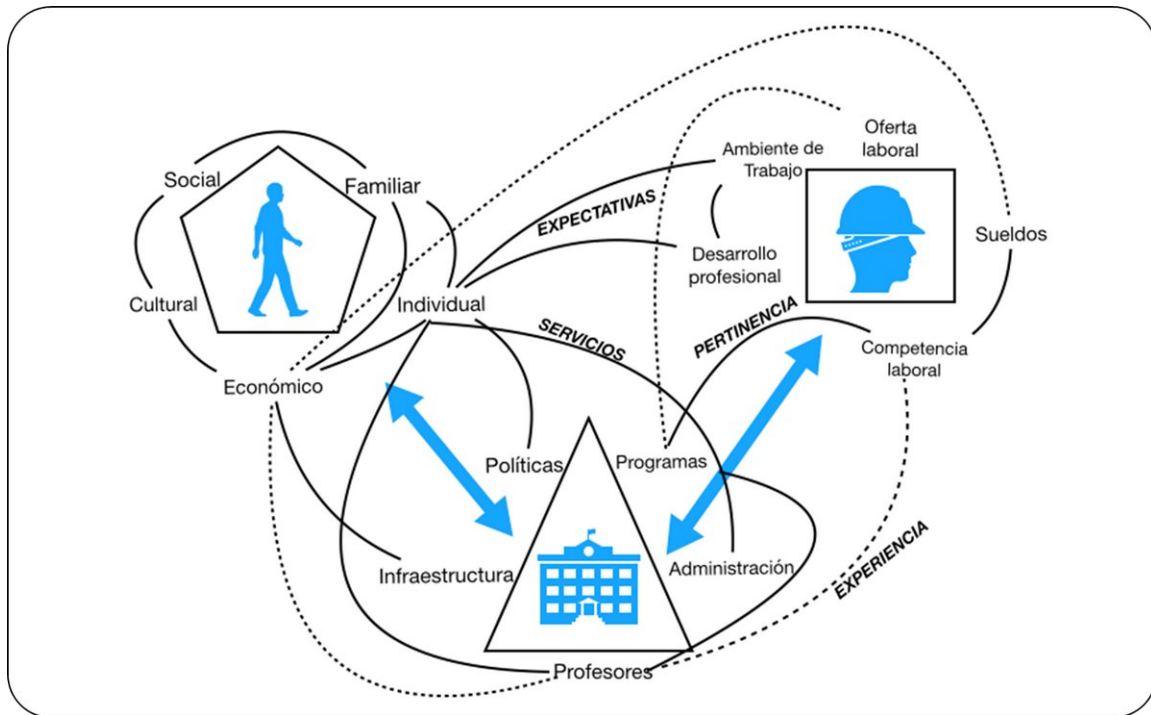


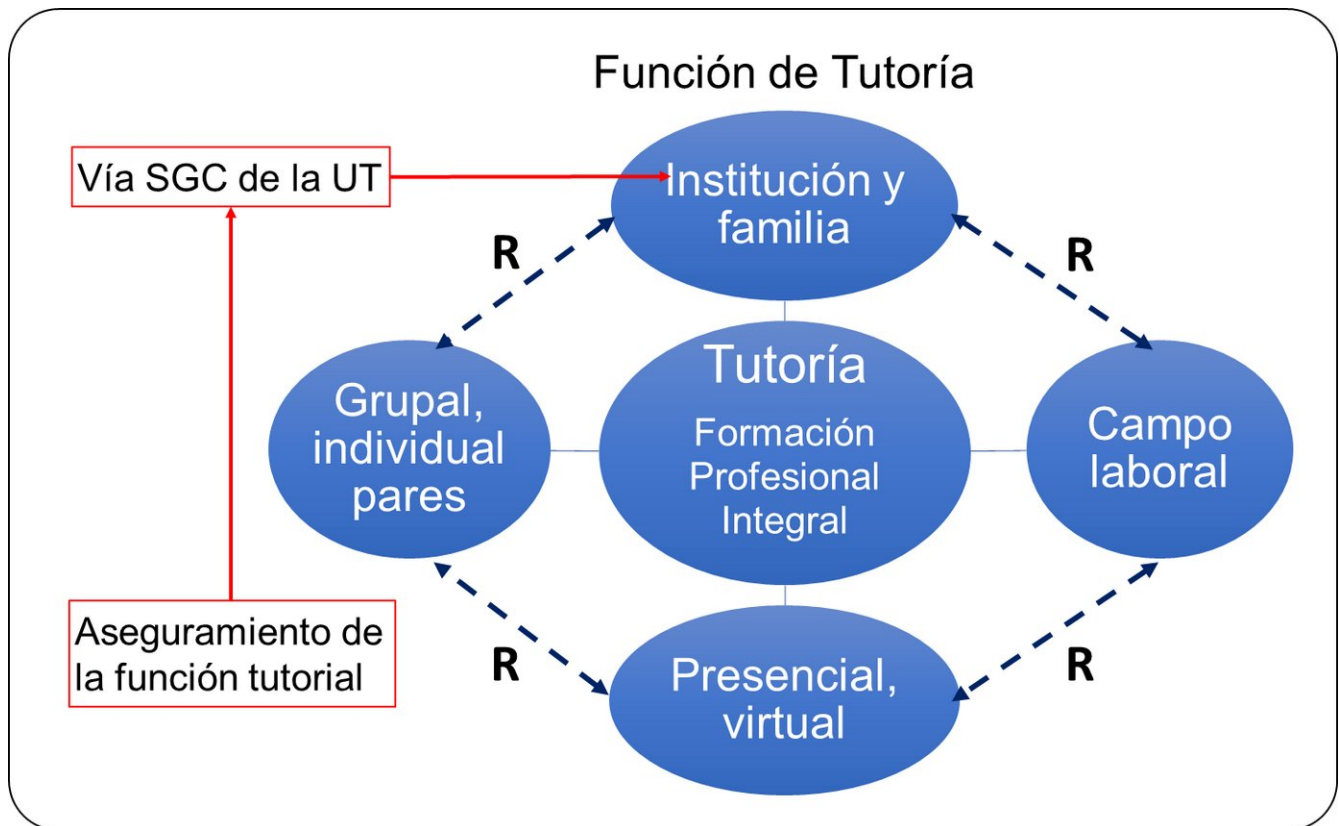
Figura 9.3. Sistema de aprendizaje (Blackmore, 2005). Elaboración propia (2018).

En esta integración teórico-práctica, la identificación de las dimensiones de la función de tutoría se representa por la relación Estudiantes-Profesorado-Organización-Campo laboral (EPOC), que se constituye como resultado del análisis realizado sobre los aspectos relacionados con el rendimiento académico y el rezago educativo, pero también con la permanencia estudiantil y con la eficiencia terminal (Reséndiz, 2019). Dicho eje se basa en la función de tutoría dedicada a realizar un acompañamiento y apoyo docente basado en una atención personalizada que favorece una mejor comprensión de los problemas que enfrenta el estudiante en su proceso de adaptación al medio universitario, a partir de condiciones individuales, para favorecer su desempeño y lograr sus objetivos académicos, que le permitirán enfrentar compromisos en su práctica profesional (ANUIES, 2000).

Figura 9.4 Propuesta de intervención cibernsistémica-transdisciplinaria de tutoría para la formación profesional integral como política de calidad en una universidad tecnológica (Reséndiz, 2019).

La intervención propuesta se fundamenta sobre la base de una perspectiva de la complejidad como metodología de abordaje para aplicarse al fenómeno estudiantil de la permanencia o el abandono escolar con la función de tutoría (Figura 9.4); a partir de concebir la existencia de los actores como sistemas que interactúan desde su propia dinámica con múltiples aspectos en espacio y tiempo, y a diferentes niveles (François, 2015). Además, se entiende por definición a los sistemas como cambiantes y supeditados a dinámicas sociales afectadas por el ambiente, por ejemplo, la tecnología. Se vuelve fundamental adoptar una perspectiva consistente con la naturaleza del fenómeno, para lo cual se considera necesario un abordaje como problema blando (Checkland, 2001), además de abordarlos con un pensamiento holístico (Hanafizadeh et al. 2017). Bajo la premisa cibernética de primer orden estipulada por el control y la retroalimentación (Wiener, 1948), en donde la transmisión de la información en el sistema educativo definido EPOC, reflejada en el comportamiento para el logro de sus objetivos, manifiesta divergencias ante resultados obtenidos de eficiencia terminal (Reséndiz, 2019).

La incorporación de acciones correctivas, que en el sistema EPOC se logra a través de la tutoría (Reséndiz, 2019), permite volver al principio ordenador del comportamiento de los sistemas (Arenas et al, 2017). Este principio regulador del sistema enfatizado por la solidez cibernética como ciencia vinculada a la sociedad, restablece cierto equilibrio en su funcionamiento asegurando la eficacia de las acciones emprendidas de tutoría que busca de forma permanente regresar al orden de los objetivos que constituyen al sistema.



Los fenómenos educativos como el abandono escolar se identificaron desde hace poco más de 90 años en donde las primeras cuantificaciones relacionadas con el retraso escolar y repetición de cursos fueron hechas por Gregorio Torres Quintero en 1921 en la escuela primaria de la ciudad de México. Para 1935, ya se tenía una clasificación de estudiantes en materia escolar que permitió en el Plan de Once Años (1959) la edificación del Plan para el mejoramiento y expansión de la enseñanza primaria (Granja, 2009).

Como definición que integra un análisis de modelos y métodos, Himmel (2002) refiere que: "...al abandono prematuro de un programa de estudios antes de alcanzar el título o grado, y considera un tiempo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de que el estudiante se reincorpore, esta puede ser voluntaria o involuntaria."

Las interferencias en la transmisión de la información, que en muchos casos en cada sistema inicia procesos entrópicos, acompañado de comportamiento divergente de sus objetivos: el rendimiento académico consolidado por la eficiencia terminal; no integra en su funcionamiento la retroalimentación, que esta integración transdisciplinaria, representa la acción de tutoría como el conocimiento integral que vincula al conocimiento de expertos teóricos con el conocimiento empírico de expertos prácticos, junto con sus visiones del mundo y valores (Peón y Aceves, 2013). Para Wiener (1989), la comunicación de la información es esencialmente neguentrópica, es decir, que resiste a la entropía en la medida en que depende de las estructuras organizacionales para establecer la dinámica de interconexión en tiempos, espacios y niveles (Figura 9.5).

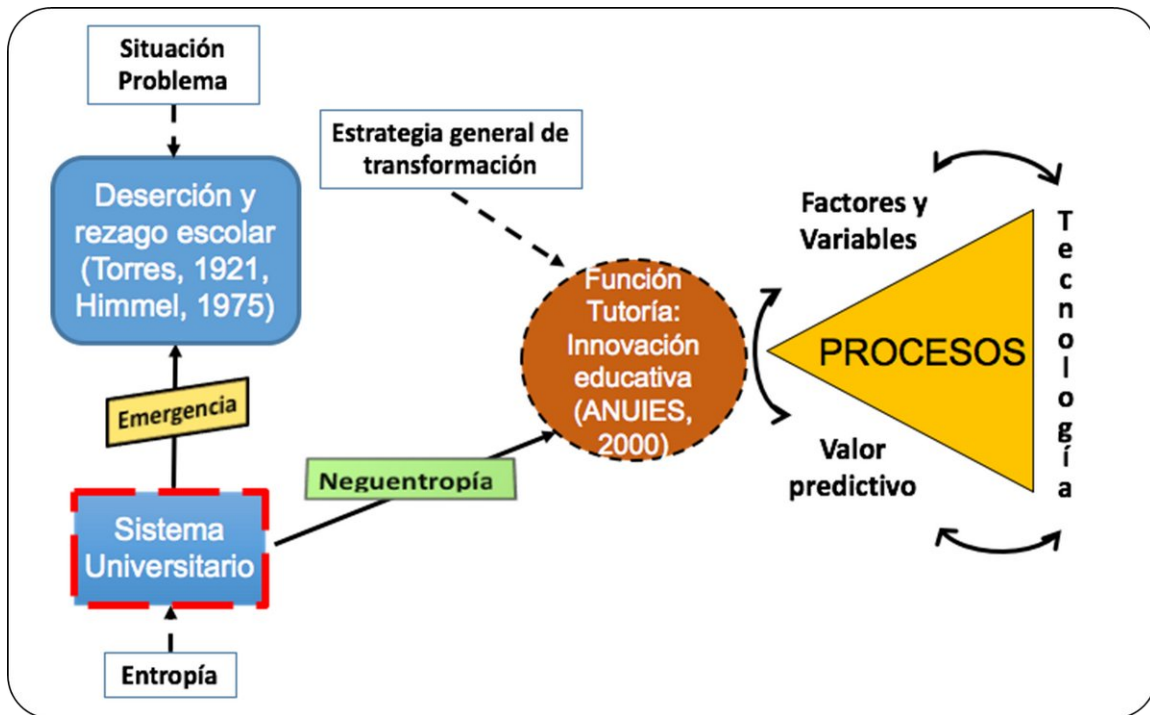


Figura 9.5 La función de tutoría como estrategia contextual de transformación (Montoya 2015; Bernardo, 2016; Peralta et al, 2016, Marbouti et al. 2016; Peón, 2015; Reséndiz, 2019). Elaboración propia (2019).

A partir de conocer las dimensiones de la tutoría con respecto a sus funciones, se precisa entender que el rol del tutor está dirigido a procurar, a partir de restituir la transmisión de información mediante la atención a estudiantes para guiar su experiencia educativa, un modelo de trabajo con una visión de conjunto –sistema–. Este rol sienta las bases de la autorreflexión del tutor sobre su proceder con respecto a las necesidades de los estudiantes en el logro de sus objetivos académicos. Es decir, dado que los tutores gestionan con cierta autonomía, y se autoorganizan para diseñar formas –modelos– de intervención con sus estudiantes, y eso les provee de un aprendizaje, las formas de proceder se enriquecen con diversas condiciones en que los estudiantes enfrentan su tránsito educativo, a partir de acompañar procesos de inte-

gración al ambiente universitario (Reséndiz, 2019). Desde esta perspectiva, lo que sustenta esta visión de comprender el papel de quien interviene (que en este caso es el tutor, en la intención de creación de un nuevo sistema) es lo que se conoce como cibernética de segundo orden (Heylighen y Joslyn, 2001).

Se considera fundamental la identificación de las características iniciales con las que los estudiantes ingresan al ambiente universitario, por tener en consideración que las mayores tasas de rezago educativo y deserción se presentan en el primer semestre o cuatrimestre del programa en curso (Rincón, 2016; Muruaga et al., 2017). Por ello la importancia de fundamentar desde la experiencia propia de cada organización educativa y la literatura; de saber cuáles son aquellos aspectos en los ámbitos académicos, socioeconómicos y personales, que ofrecen indicadores que implican un tratamiento de orientación, canalización y seguimiento por parte de los tutores. De acuerdo con Ashby (1967) acerca de la variedad requerida para enfrentar la complejidad de los sistemas, entre más elementos identificados se consideren, mayor será el espectro de la detección y atención del riesgo de estudiantes en riesgo académico.

Se sugiere de forma ideal realizar una herramienta *ad hoc*, que permita medir las variables propias de las características de la población estudiantil para una eficaz medición de los atributos a considerar para la detección y el tratamiento de los resultados (Reséndiz, 2019).

Reflexiones finales

Indudablemente la formación basada en competencias es una vertiente que exige el mundo globalizado, al cual todas las personas se enfrentan día a día. Como base de esta formación se manifiestan varios elementos que contribuyen de manera directa a guiar el desarrollo del individuo para su correcta convivencia con el contexto que lo rodea; así Tobón (2006), manifiesta que la formación humana no puede seguir siendo concebida como un sistema simplista, por el contrario, es necesario pensar en la formación humana como un sistema complejo en donde fluyen tópicos tanto personales como sociales que constituyen el mundo circundante de cada ser.

Dentro de este marco es como se ha llegado a conclusiones importantes dentro del análisis:

1. La calidad es uno de los factores primordiales para lograr una transformación significativa en los procesos educativos (Zúñiga, 1992).
2. La revisión conjunta (escuela, familia, sociedad y empresa) de los programas educativos logrará aportaciones importantes en la mejora continua de los mismos. "Al cambiar los modos de producción la educación también se ve obligada a cambiar" (Argudín, 2009, p. 28).
3. El rediseño de programas educativos basados en competencias ayudan a que el estudiante realice su proyecto de vida (Posada, 2004).

4. La implementación de prácticas educativas de vinculación con el contexto, de los programas basados en competencias, logrará que el egresado del nivel Superior logre una inclusión satisfactoria al mercado laboral.
5. Por ende, todo lo anterior conlleva al crecimiento y desarrollo equitativo en cualquier país o nación.
6. Se propone un sustento práctico de la acción de tutoría, partiendo de un enfoque de la ciber sistémica (Ison, 200) transdisciplinaria, con énfasis en el rol del tutor como eje integrador de la relación EPOC, mismo que en su ejercicio define las relaciones abstractas, funciones e información. Estos aspectos que construyen la gestión de identificar las necesidades específicas de los estudiantes, para dar pie a un sistema que vincula al sistema EPOC con el sistema TUTORÍA. De esta forma se promueve la organización (interrelación) de los elementos que la conforman con el objetivo de orientarse con las metas institucionales (Reséndiz, 2019).

Referencias

- Angulo, J. F. y Blanco N. (1994) Web. Capítulo 1 “¿A qué llamamos currículum?” en Teoría y desarrollo del currículum, 17-21. España: Aljibe.
- ANUIES. (2000). *La Educación Superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de Desarrollo*. México: ANUIES.
- Argudín, Y. (2009). Educación basada en competencias. Nociones y antecedentes. México: Trillas.
- Ashby, W. R. (1967). *An introduction to cybernetics*. Chapman & Hall Ltd.
- Bernardo Gutiérrez, A., Cerezo Menéndez, R., Rodríguez-Muñiz, L., Núñez Pérez, J., Tuero Herrero, E., & Esteban García, M. (2016). Predicción del abandono universitario: variables explicativas y medidas de prevención. *Revista Fuentes*, 0(16), 63-84. Recuperado de <https://revistascientificas.us.es/index.php/fuentes/article/view/2363/2711>
- Bertalanffy, Ludwig Von, 1973, *General System Theory: Foundations, Development, Applications*, ed. rev. Nueva York: George Braziller
- Blackmore C. (2005). Learning to Appreciate Learning Systems for Environmental Decision Making: A ‘Work-in-Progress’ Perspective. *Systems Research and Behavioral Science*, 22, 329-341.
- Carvajal Olaya, Patricia; Trejos Carpintero, Álvaro Antonio. (2016). Revisión De Estudios Sobre Deserción Estudiantil En Educación Superior En Latinoamérica Bajo La Perspectiva De Pierre Bourdieu. *Congresos CLABES*, [S.I.]. Disponible en: <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1324>. Fecha de acceso: 12 aug. 2018.

- Casarini, M. (2007) Web. Capítulo 1 “Acercamiento al currículum” en: Teoría y diseño curricular, 1-36. Monterrey, México: Trillas-UV
- Checkland P (2001) Systems thinking, systems practice, 2nd edn. London: Wiley.
- Chong González, E. (2017). Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XLVII (1), 91-108.
- CGUTyP (2000). Políticas para la operación, desarrollo y consolidación del subsistema. Consultado el 22 de octubre de 2019, en: http://cgutyp.sep.gob.mx/Areas/CoordAcademica/_PoliticassOperacionUT.pdf.
- Esteve, J.M. (2003). *La tercera revolución educativa: la educación en la sociedad del conocimiento* Barcelona: México: Paidós.
- Frade, L. (2008). Planeación por competencias. México: Inteligencia educativa.
- François, Ch. (2015). Transdisciplinariedad, Cibernética y Sistémica, en Grupo de Estudio de Sistemas Integrados GESI, recuperado de: <http://www.gesi.org.ar/articulos/transdisciplinariedad-cibernetica-y-sistemica/>
- García-García, S. (2018). El Camino de la Enseñanza-Aprendizaje por Medios Ubicuos y los Hologones. XVII Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas (CNIES 2018).
- Granja, J., (2009). Deserción escolar: Trayectorias de un concepto en la primera mitad del siglo XX, IX Congreso Nacional de Investigación Educativa, Ponencia, Departamento de investigación Educativa, CINVESTAV-IPN.
- Hanafizadeh, P., Mehrabioun, M., Badie, K., & Soofi, J. B. (2017a). A Systemic Framework for Business Model Design and Development-Part A: Theorizing Perspective. *Systemic Practice and Action Research*, 1-25.

- Heylighen, F., & Joslyn, C. (2001). Cybernetics and second-order cybernetics. *Encyclopedia of physical science & technology*, 4, 155-170.
- Himmel, E. (2002). Modelo de análisis de la deserción estudiantil en la educación superior. *Calidad en la Educación*, (17), 91-108.
- Holland, J. (2004). El orden oculto, de cómo la adaptación crea la complejidad. México: Fondo de Cultura Económica.
- Imbernon, F., (s/f) La educación en el siglo XXI. Los retos del futuro inmediato, en Capítulo 2: La educación que queremos, la educación que tenemos, España.
- Ison, R.L. and Russell, D.B. (eds) (2000) Part IV Designing R&D systems for mutual benefit, en: *Agricultural Extension and Rural Development: Breaking Out of Traditions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jiménez Vivas, A. (2009, Julio 25). Reflexiones sobre la necesidad de acercamiento entre universidad y mercado laboral. *Revista Iberoamericana de Educación*. Consulta realizada el 3 de Septiembre de 2009, en <http://www.rieoei.org/deloslectores/2895Vivas.pdf>
- Marbouti, F., Diefes-Dux, H. A., & Madhavan, K. (2016). Models for early prediction of at-risk students in a course using standards-based grading. *Computers & Education*, 103, 1-15.
- McGhie, V. (2017). Entering university studies: identifying enabling factors for a successful transition from school to university, *Higher Education*, 3(73), 407-422.
- Montoya Restrepo, I. A., & Montoya Restrepo, L. A. (2015). Comprensión del concepto de emergencia, desde el aporte de Holland, Kauffman y Andrade. *Innovar*, 25(57), 27-44. Doi: 10.15446/innovar.v25n57.50325. Enlace doi: <http://dx.doi.org/10.15446/innovar.v25n57.50325>.

- Muruaga, M. L., Muruaga, M. G., Vece, M. B., & Galindo, M. C. (2017). Rendimiento académico en química general en las Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán. *Revista de Ciencia y Tecnología*, (27).
- Peón-Escalante, I. (2018). Formación Cultural Sistémica y Ecosistémica en Ingeniería de Sistemas. XVII Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas (CNIES 2018).
- Peón, I. (2015). Transformación integral de organizaciones complejas. *DR Sociedad Cooperativa de Producción de Taller Abierto SCI*.
- Peón, I. E., & Aceves, F. J. (2013). Capítulo 4. Sustentabilidad de organizaciones complejas. En F. J. Aceves, *Sustentabilidad: Bases y criterios teóricos-prácticos* (págs. 128-129). Distrito Federal, México: Plaza y Valdez Editores.
- Peralta, C. R., Mora, R. J., Jiménez, S. S. (2016). Variables asociadas a la deserción estudiantil: Estudio de caso en la Fundación Universitaria Panamericana. *Escenarios*, 14(1), 117-129.
- Posada Álvarez, R. (2004, Abril 25). *Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante*. Revista Iberoamericana de Educación. Consulta realizada el 3 de Septiembre de 2009 en, <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.-PDF>.
- Reséndiz-Castro M (2019). Cibersistémica transdisciplinaria: intervención integral de tutoría. In: Universidad Autónoma de San Luis Potosí (ed) *Innovación para la permanencia con equidad educativa: Articulación institucional de programas en apoyo a la permanencia escolar*, UASL, México, 810-814.
- Rincón, M. y Semillero de investigación SIGET-CUN. (2016). Perfil socioeconómico y académico de los estudiantes de pregrado del programa de Administración de Empresas de la Corporación Nacional de Educación Superior (CUN) sede Bogotá, centro 2015. *Revista UNIMAR*, 34(1), 131-145.

- SEP (2018). Instituciones de educación superior, consultado el 21 de septiembre de 2018, en: <https://www.ses.sep.gob.mx/instituciones.html>
- Stenhouse, L. (1984) Web. Cap. I "Definición del problema" en Investigación y desarrollo del currículum, 25-30. Madrid: Morata.
- Tobón, S. (2006). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá, Colombia: ECOE.
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics or Control and Communication in the animal and the machine*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T Press.
- Wilber, K. (2001). *Sex, ecology, spirituality: The spirit of evolution*. Shambhala Publications.
- Zúñiga, L. (1992), La calidad en procesos de producción de aprendizajes, presentado en el Foro Internacional de Educación, Monterrey junio 26, recuperado el 13 de febrero de 2009, en: http://www.crefal.edu.mx/bibliotecadigital/CEDEAL/acervo_digital/coleccion_crefal/rieda/index_articulos.htm

10. Modelo del proceso de enseñanza-aprendizaje de una lengua extranjera

S. García-García e I. E. Peón-Escalante*

Resumen

El proceso de enseñanza-aprendizaje es la manera en la que se prepara a las nuevas generaciones para manejar los instrumentos culturales y que continúe la vida y la cultura de la sociedad (Abbagnano, Visalberghi y Campos, 1964), y el instrumento fundamental para realizar este proceso es la lengua. Por otra parte, el objetivo del desarrollo cognitivo es la integración de los jóvenes al campo laboral, una vez culminada su formación profesional (Reséndiz-Castro, 2019), no la concientización del aprendizaje a largo plazo. Por si fuera poco, estamos inmersos en una aldea global donde existen 7,097 lenguas vivas (Simons y Fennig, 2018) y la complejidad del contexto personal, local y global (PLOCAL) requiere del enfoque sistémico (pensamiento, herramientas y práctica sistémica) para que el proceso de enseñanza-aprendizaje incremente la complejificación-concientización requerida en este contexto. El pensamiento sistémico está representado por la teoría holónica y la ley de la variedad requerida; las herramientas por el modelo de sistemas viables, los ambientes de aprendizaje y los equipos requeridos para interconectarse; la práctica, por las acciones relacionadas para mejorar el nivel de vida de cada uno.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

Palabras Clave: sistémica, proceso de enseñanza-aprendizaje, modelo de sistemas viables.

Introducción

Nuestra *Weltanschauung* (cosmovisión) está constituida por la influencia de nuestros padres, familiares, amigos, escuela, religión y los medios de comunicación. Somos el resultado de los sueños, esfuerzos y carencias de nuestros padres, así como también somos el resultado de nuestros anhelos, esfuerzos, fallos y aciertos, de nuestras estrategias o falta de estas para enfrentar nuestro día a día y todo esto bajo la influencia de nuestro entorno PLOCAL, como se ilustra en la Figura 10.1.

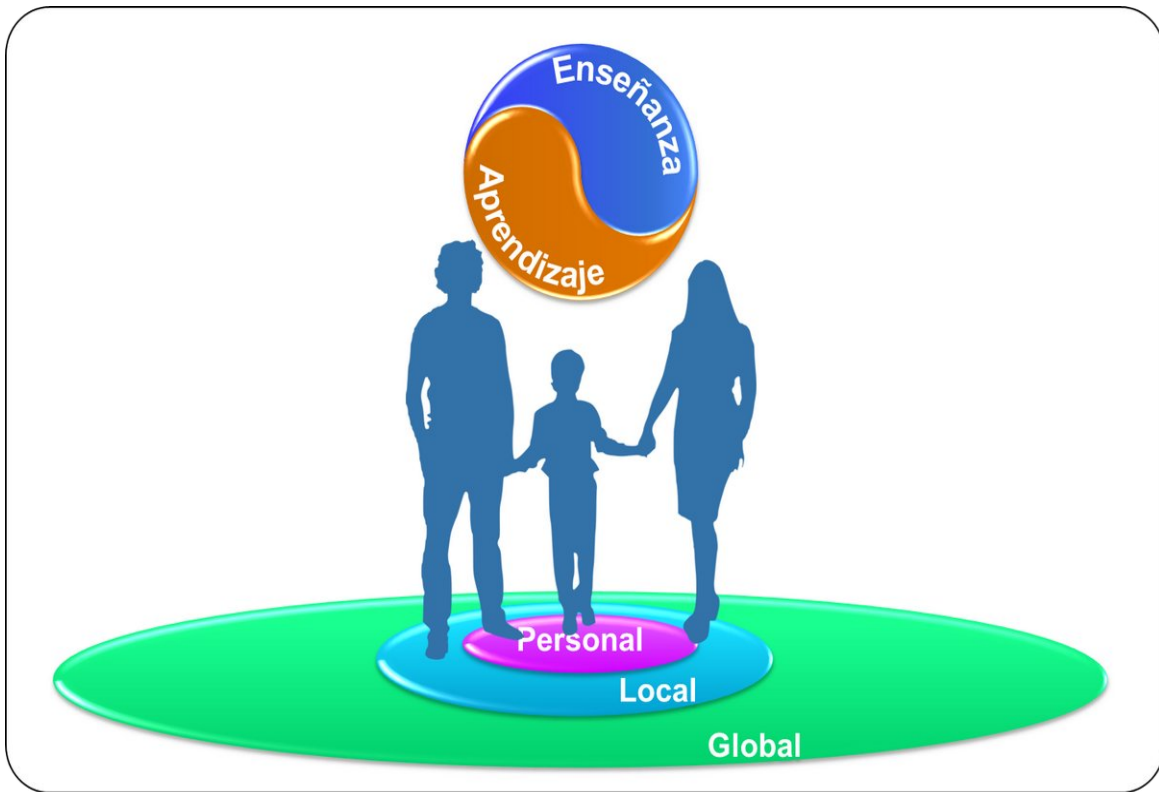


Figura 10.1 Proceso de Enseñanza-Aprendizaje y el entorno PLOCAL

El desarrollo personal depende en gran medida de la autoconciencia o autoconocimiento, el cual es una de las fases de la investigación transdisciplinaria (Hernández, 2018) y la base para hallar su propio sitio, en donde uno podrá desarrollarse y sentirse feliz (Castaneda, 1968).

El proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) es la dinámica que ayudará a una persona a incrementar su nivel de complejificación y concientización, es decir su desarrollo personal, al interactuar a través del lenguaje con el pensamiento del resto de la humanidad a través de la interacción directa con otras personas o a través de libros y otros medios de registros del conocimiento, analógicos o digitales, tales como contenidos educativos en Internet.

La herramienta fundamental del PEA es el lenguaje, ya que para entender cualquier actividad humana compleja es necesario comprender el lenguaje y el enfoque de quien la realiza (Kerlinger, F., 1964), por lo que es uno de los primeros conocimientos a adquirir y que será el medio para la adquisición del resto de los dominios de conocimiento. En la actualidad, las tres lenguas más habladas en el mundo son el mandarín, el inglés y el español, por lo que se deberían dominar. Las herramientas adicionales del PEA son los contenidos educativos, preparados por expertos, sus repositorios, los ambientes educativos y los instrumentos para acceder a ellos, como Internet, los equipos de cómputo fijos o portables, así como los equipos móviles inteligentes o smartphones, por su etiqueta en inglés, PDA (personal digital assistant), tabletas, laptops y netbooks (Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala, 2018).

Pensamiento

Teoría Holónica

Dentro de los términos más utilizados en la sistémica está el de “holón” (del griego *ὅλος*, todo y el sufijo *on*, que sugiere la noción de parte), fue acuñado por Arthur Koestler (1905-1983) y Ken Wilber lo utiliza para formular los veinte principios básicos que representan las “Pautas de la Existencia”.

Primer principio, *la realidad como un todo no está compuesta de cosas o procesos, sino de holones, es decir, totalidades que son partes de otras totalidades, indefinidamente* (Wilber, 2005). El individuo como parte de la realidad es uno de los holones que la forman, y que a su vez está constituido por otras totalidades u holones, los cuales son

muy diferentes a los simples compuestos químicos que forman a un ser humano (65% oxígeno, 18% de carbono, 10% de hidrógeno, 3% de nitrógeno, 1.5% de calcio y 2.5% de otros elementos químicos)(Helmenstine, 2019). Por otra parte, el individuo es un holón que forma parte de otros, por ejemplo, familia, grupo escolar o laboral, alcaldía, ciudad, etc.

Los siguientes cuatro principios son las capacidades fundamentales de los holones: segundo principio, *autonomía, agencia o capacidad de autopreservación* (Wilber, 2005). El individuo posee la capacidad para tomar decisiones y actuar en el mundo con la intención de dejar su huella y conectarse con su entorno y a la sociedad de la que forma parte; que es también el tercer principio, *comunidad, acomodación o autoadaptación* (Wilber, 2005). El cuarto principio, *autotrascendencia, autotransformación o creatividad* (Wilber, 2005), es la capacidad de ir más allá de lo dado, de influir positivamente en el entorno para mejorar la calidad de vida de la persona. Quinto principio, *autodisolución* (Wilber, 2005), es la capacidad de descomponerse en sus subholones; en el caso de un individuo, este puede hacer donaciones de holones órganos o simplemente morir, en tal caso y con el tiempo cada uno de sus holones se desintegrará hasta llegar a los elementos químicos que lo componen.

Sexto principio, *los holones emergen, nacen nuevos holones, entidades o patrones* y lo hacen conforme al séptimo principio, *holárquicamente, es decir, jerárquicamente, los holones emergentes van más allá de sus predecesores* y, sin embargo, de acuerdo con el octavo principio, *cada holón emergente trasciende e incluye a su(s) predecesor(es)* (Wilber, 2005), por lo que de acuerdo al noveno principio, *lo inferior establece las posibilidades de lo superior; el más alto establece las probabilidades del más bajo*, la existencia de toda la holarquía depende de los holones superiores. Los átomos de los elementos químicos se agrupan y emergen las moléculas y de éstas emergen las célu-

las, que a su vez componen tejidos y emergen los órganos y de estos los sistemas como, por ejemplo, óseo, muscular, digestivo, respiratorio, circulatorio, nervioso y nervioso central, y emerge un individuo en el que se pueden distinguir cada uno los holones que lo forman y a sus predecesores y el bienestar de la persona y todos los holones que la conforman depende de esta. Por lo que podemos referirnos a una persona como un holón que tiene un grado de complejificación por su propia naturaleza, que a su vez es parte de otros holones de mayor complejidad y de mayor nivel holárquico, como lo son la familia, sociedad, el estado, el país y la humanidad.

Modelo de Sistemas de Beer y la Ley de Ashby

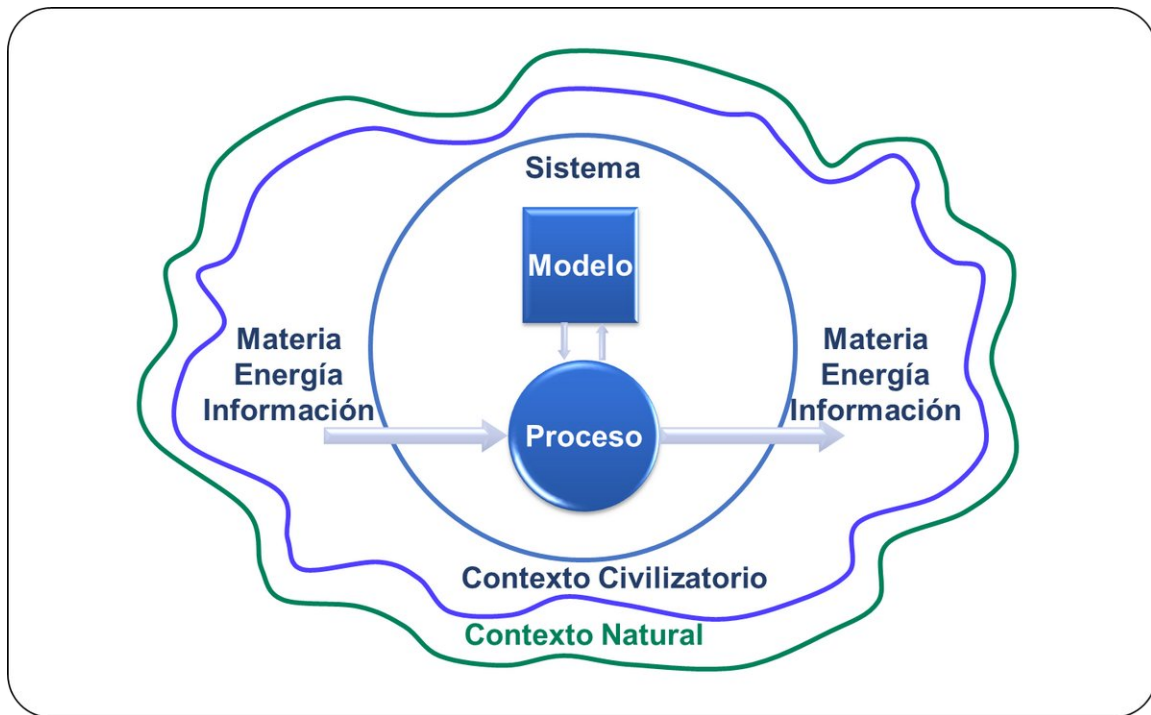


Figura 10.2 Modelo de Sistemas Abiertos (adaptado de Peón-Escalante, 2019)

Aunque la realidad está compuesta por holones, para el análisis y comprensión de los holones o sistemas se recurre a un modelo, el cual está basado en la propuesta de los autores Stafford Beer e Ignacio Peón de un sistema abierto (ver Figura 10.2), el cual procesa la materia, energía e información del contexto (entradas) para reintegrarlas, ya procesadas, al mismo. Para realizar el proceso se tiene una referencia, llamada modelo, que indica el qué y cómo se realiza el proceso de transformación.

Un holón persona está inmerso en el contexto civilizatorio llamado sociedad, la cual está anidada en un contexto con mayor complejidad, el contexto natural. Es decir, que la materia, energía e información que recibe la persona está determinada por el contexto, el cual también es parte de una holarquía de contextos; es decir, la persona está influenciada por el contexto familia, sociedad, estado, país y finalmente por toda la humanidad, lo cual no le quita ninguna responsabilidad sobre sus decisiones y acciones, solo muestra el camino para su complejificación-concientización (De Chardin, 1963).

De acuerdo con la ley de la variedad requerida de Ashby, solo la variedad puede absorber variedad (Ashby, 1957). La variedad del entorno es mayor que la variedad del sistema y a su vez, el sistema tiene mayor variedad que el modelo (ver Figura 10.3). Por lo cual, en la medida en que la persona pueda manejar, procesar y asimilar las entradas será el grado de complejificación-concientización que posee y mejor será su aportación al siguiente nivel de la holarquía, su familia.

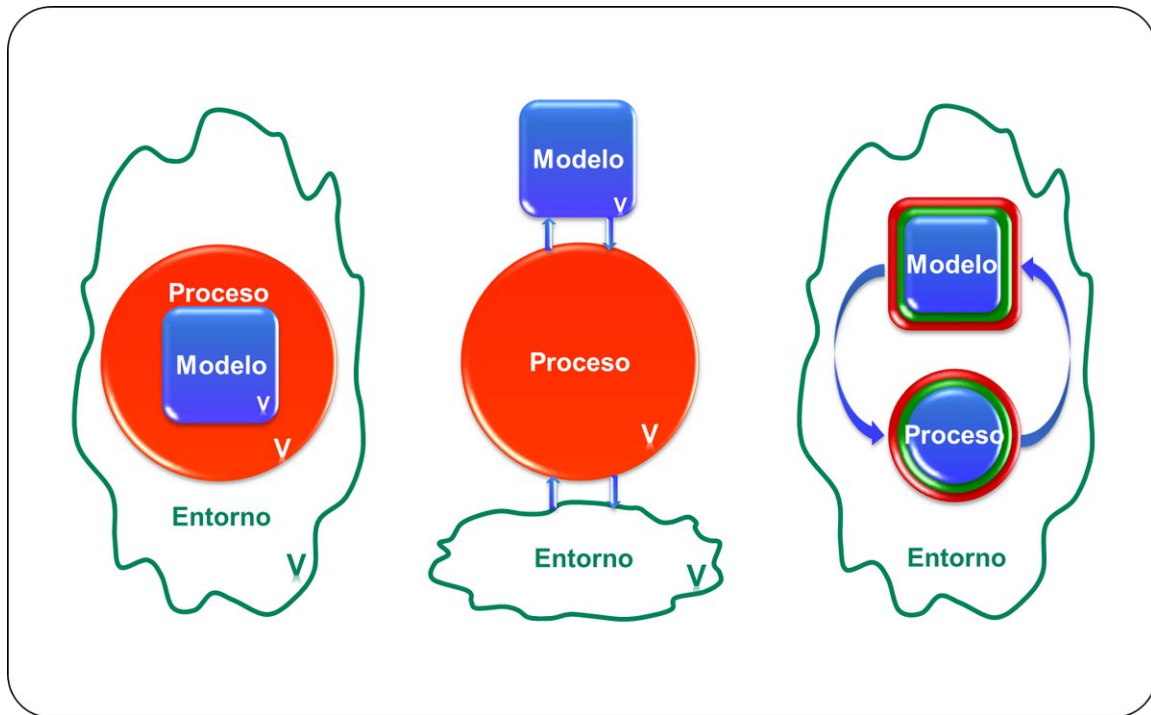


Figura 10.3 Variedad y Modelo de Sistemas Abiertos (adaptado de Peón-Escalante, 2019)

El proceso de enseñanza-aprendizaje que posee la persona es el que le permitirá incrementar su complejificación-concientización a través de las entradas que obtienen de cualquiera de los niveles holárquicos del contexto. Pero ¿qué es lo que tiene que aprender la persona? ¡Cualquier conocimiento que le ayude a mejorar su bienestar, a cubrir sus necesidades o requerimientos! Por lo que la guía es la pirámide de Maslow (1943). Dentro de las necesidades fisiológicas destacan la respiración y la alimentación, las cuales no se realizan apropiadamente y deben ser aprendidas.

Herramienta: Modelo de Sistemas Viables

Un sistema es viable cuando es capaz de tener una existencia independiente, como por ejemplo, una persona. Para Beer, un sistema es viable cuando está integrado por las siguientes funciones de viabilidad: identidad, planeación, auditoría, dirección, coordinación, operación/proceso y debe estar inmerso o alojado en un entorno relevante. Cualquier sistema viable tiene cinco subsistemas necesarios y suficientes involucrados interactivamente, los cuales se etiquetan como sistema 1, sistema 2, hasta el sistema 5.

El sistema o sistemas 1, es o son los elementos que producen al sistema, son los generadores de la autopoiesis o identidad sustentable del sistema, son sistemas viables en cada ámbito y nivel de integración o de complejidad, por lo que una de las características principales del MSV es que es recursivo.

Peón-Escalante (2019) ha identificado los subsistemas del MSV en estructura y procesos (Tabla 10.1), además que agrega el proceso de desarrollo organizacional o desarrollo personal (en el caso del proceso de enseñanza-aprendizaje), para convertir el modelo estático MVS en uno dinámico de incremento de complejificación, concientización o de nivel en la holarquía.

Tabla 10.1.- Sistemas del MSV y Desarrollo Personal

	Sistema	Estructura (estático)	Proceso (dinámico)
1	Operación	Sistema Viable	
2	Coordinación		Comunicación
3	Control	Aquí y ahora (s. cerrado)	
4	Inteligencia		Exterior y futuro (s. abierto)
5	Táctico o Identidad	Homeóstasis de 3 y 4	
6	Desarrollo Personal		Complejificación

Fuente: basado en Peón-Escalante (2019).

En el caso de un ser humano, se mencionó que está conformado de una serie de sistemas 1, como se muestra en la Figura 10.4.

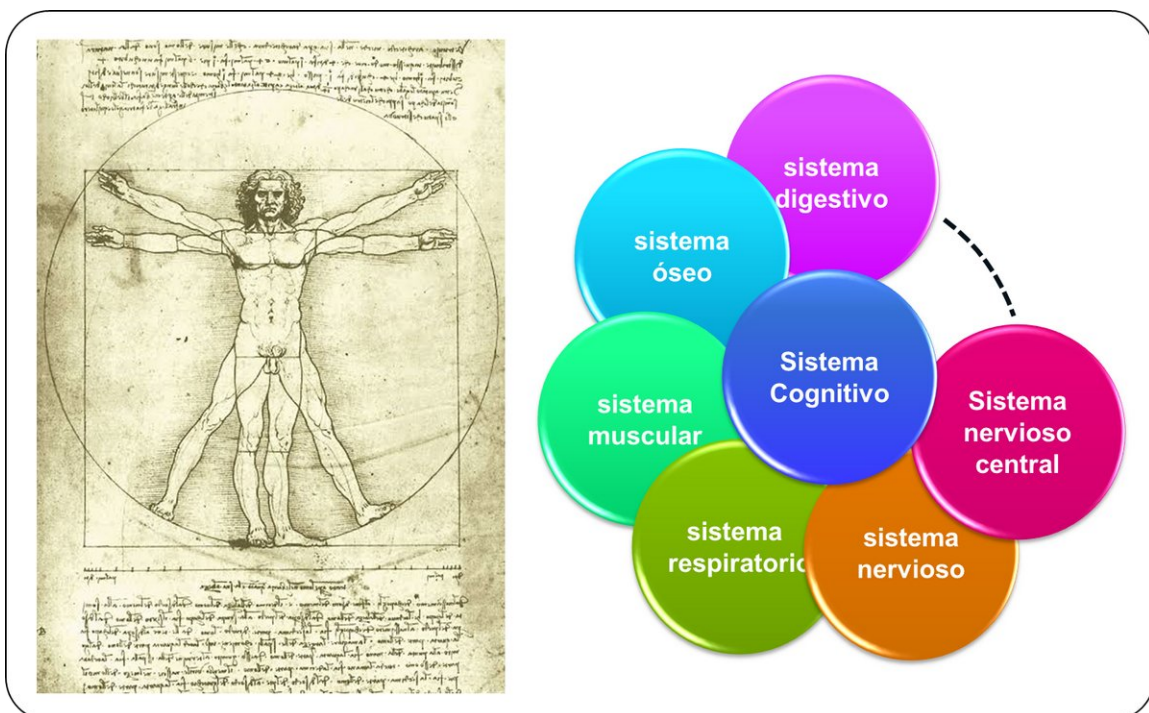


Figura 10.4 Sistemas 1 MSV de una persona

Estos sistemas 1 son viables en sí mismos, pero interdependientes los unos de los otros, de tal manera que ninguno de ellos es capaz de tener una existencia independiente; no obstante que, por ejemplo, el corazón de un humano recién fallecido puede ser colocado en el cuerpo de otra persona y seguir funcionando como corazón.

Los sistemas 2 al 5, están contenidos en el sistema nervioso central y periférico, con su órgano principal que es el cerebro, donde uno de los procesos que realiza es el cognitivo. De acuerdo con la descripción del sistema 5 de Mingers y Rosenhead, el sistema 5 establece los lineamientos de la persona y la identidad de esta, es decir las actividades principales de la persona y determina cuál de los posibles futuros de la persona se seguirá (Mingers y Rosenhead, 2001; Espejo y Harnden, 1989); es decir, la autorrealización (Maslow, 1943). El sistema 5, a través de las señales algedónicas, que tienen que ver con el dolor y el placer, identifica si la persona se está desarrollando adecuadamente.

Para realmente delinear un plan de acción e incrementar la conciencia y complejificación de la persona, esta debe estar consciente del entorno en el que está anidada y conocerlo, para poder identificar amenazas y oportunidades futuras; por ejemplo, si uno de sus objetivos es aprender una lengua extranjera, pues deberá conocer qué, dónde, cuándo y con quiénes se puede aprender de una mejor manera, de acuerdo con sus propias características y requerimientos, lo cual es tarea y función del sistema 4 del MSV (ver Figura 10.5), así como las oportunidades y riesgos que representa llevar al cabo este proyecto (sistema 5). Ya en la ejecución, el seguimiento de esta actividad estará siendo coordinada por el sistema 3.



Figura 10.5 Sistemas 4 MSV de una persona que quiere aprender un idioma

Aplicación

En el caso del aprendizaje de una segunda lengua (L2) se conjuntan los conocimientos pedagógicos y lingüísticos (profesores), los de informática, sistemas de información y comunicación (programadores y arquitectos de redes) y los que requieren aprender la L2 (aprendientes) para identificar la problemática y proponer alternativas de soluciones, entre las que destacan un modelo del sistema de enseñanza-aprendizaje de idiomas basado en el modelo de sistemas viables de Stafford Beer (1972).

La metodología base a ser aplicada en este trabajo de investigación es la *metametodología C5 (Contexto geocultural, Contexto temporal, Complejificación-Concientización, Calidad)*, donde el Contexto y Ciclo, apoyados por la etapa 1 de la MTd y los pasos 1 y 2 de MSS proporcionan el Contexto y Diagnóstico. Para realizar la propuesta del sistema base se utilizarán los pasos 3 y 4 de MSS y el MSV para el diseño. Y es a partir del diseño propuesto que a través del método cibernético iterativo de acción-investigación participativa – acción, sentimientos, ideas, decisiones (AIP – ASID) aplicado a cada uno de los sistemas relevantes, que se obtendrá la diferenciación-integración a través de la Complejificación y la Conciencia y la autoecoorganización o Calidad Integral y Sustentable.

Contexto y Diagnóstico

El contexto, en resumen, es el siguiente: “Los mercados, investigación y desarrollo están liderados por dos países, Estados Unidos de Norteamérica (USA) y China, cuyos idiomas son inglés y chino mandarín. En México sólo el 15% de la población puede establecer una conversación básica en una lengua extranjera y de este porcentaje el 93% habla inglés (Pöllmann y Sánchez, 2016) mientras que el chino mandarín no aparece en la encuesta de Pöllmann y Sánchez (2016), sólo el 40% de la población tiene instrucción media superior (INEGI, 2015) y el 55% de la población no lee libros, de estos el 40.6% por falta de tiempo (INEGI, 2016)”. A pesar de que las instituciones de nivel superior cuentan con planteles dedicados a la enseñanza de lenguas extranjeras, como son, por ejemplo, el Centro de Lenguas Extranjeras (Cenlex) del IPN con planteles en Zacatenco y Santo Tomás, la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT) de la UNAM, anteriormente conocida como Centro de Enseñanza

de Lenguas Extranjeras (CELE) y el Centro de Enseñanza de Idiomas (CEI) de la FES Acatlán-UNAM, el dominio básico de una lengua extranjera no alcanza el 19% de los mexicanos que cuentan con estudios universitarios (INEGI, 2015).

Por ser el caso de estudio, este trabajo se enfoca en el aprendizaje del idioma chino mandarín. Para lo cual el diagnóstico se realiza a partir de la MTd etapa 1 (evidencia del problema en el mundo) (Hernández, 2017) y la metodología de sistemas suaves de Checkland, pasos 1 y 2.

MSS paso 1, descubrir la situación problema. A través de entrevistas y cuestionarios realizados en cuatro grupos de chino mandarín en el CEI de la FES Acatlán-UNAM, se identifica la siguiente problemática:

“Los estudiantes del Chino Mandarín de la FES Acatlán requieren el doble de tiempo (o más) para alcanzar los mismos niveles de dominio que en otros idiomas. Se enfatizan los problemas a) memorización de la escritura ideográfica con más de 6000 caracteres o hanzis para escritura y lectura, b) memorización de la fonética tonal (5 tonos) identificación y reproducción, c) gramática y vocabulario, d) no hay suficiente tiempo para el estudio y la práctica”.

MSS paso 2, Expresar la situación problema. La visión rica, Figura 10.6, que es una síntesis de las visiones parciales identifica de forma integral o sistémica las principales situaciones problema.

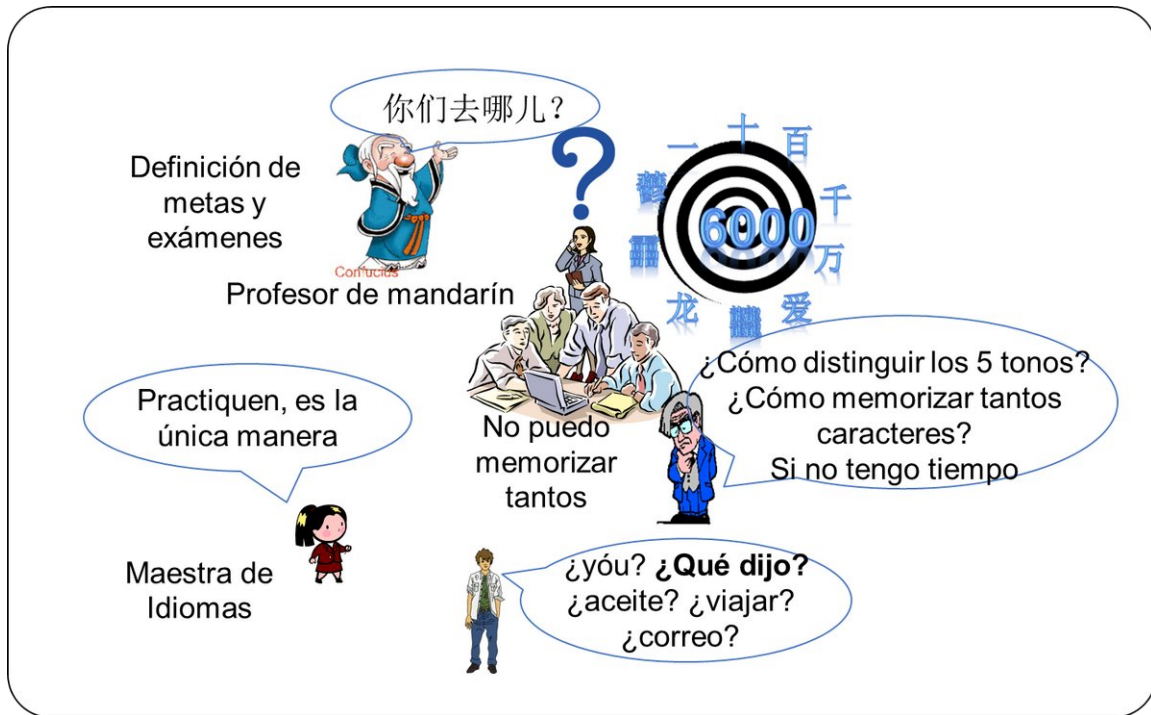


Figura 10.6 MSS paso 2, Figura Rica

Los objetivos o necesidades no resueltas obtenidos son los siguientes:

- Conocer el nivel actual de dominio de la lengua
- Conocer el plan de estudios y sus alcances
- Facilitar la práctica constante de las cuatro habilidades lingüísticas simulando un ambiente de inmersión total
- Contar con los materiales didácticos y herramientas que faciliten el aprendizaje del idioma

- Ejercitar la memoria auditiva y visual para identificar pictogramas y diferenciar sonidos chinos similares para los mexicanos
- Memorizar caracteres en el menor tiempo posible para incrementar el vocabulario con las palabras más utilizadas de manera cotidiana

Diseño

MSS paso 3, Dar nombre a los sistemas relevantes, es decir, formular las definiciones raíz, las cuales son el qué de las situaciones problema más relevantes. Para realizar este paso se utiliza CAOSI (criterios, alternativas, objetivos, solución integral) que proporcionan tanto las definiciones raíz “basadas en resultados” como las de “tarea primaria”. Para validar las definiciones raíz, se realiza el análisis CATWDE (clientes, actores, transformación, weltanschauung, dueños y entorno).

La síntesis de diseño integral o sistémico CAOSI se inicia agrupando los objetivos o necesidades no resueltas (O), por tema o departamentos. A través de una lluvia de ideas del grupo de ideas de los expertos teóricos y prácticos se generan las alternativas de solución (A) para cada objetivo o grupo de objetivos; se determinan los criterios (C), por ejemplo, facilidad técnica, costo, tiempo de implementación, etc., para evaluar cada alternativa de solución mediante una escala de Likert; finalmente se decide entre las alternativas de solución mejor evaluadas para obtener una solución integrada (SI).

Las Alternativas, por Objetivo, son las Definiciones Raíz "Basadas en Resultados" y la Solución integral, después de haberles aplicado los criterios y la selección, es la Definición Raíz de "Tarea Primaria".

Las tareas Primarias resultantes son las siguientes:

1. "Sistema de almacenamiento, distribución y evaluación de exámenes elaborados por el personal académico para cada nivel y propone los temas en que se debe reforzar el aprendizaje. El aprendiente tiene acceso a los resultados de sus exámenes."
2. "Sistema de almacenamiento y distribución de plan de estudios y objetivos desglosados elaborados por el personal académico. Con un apartado para las propuestas de contenidos de interés para los aprendientes, que serán evaluados e incorporados. Ligado a los objetivos por lección estarán cuatro catálogos de contenidos para llevar el seguimiento del avance de los aprendientes en la realización de los ejercicios: 1) catálogo de vocabulario (palabras o caracteres, pinyin, equivalente en español y ejemplo de uso); 2) catálogo de ejercicios complementarios, ejercicios y actividades en redes sociales; 3) catálogo de ejercicios de estímulo de memoria de trabajo visoespacial y 4) catálogo de ejercicios de estímulo de memoria de trabajo fonológica."
3. "Sistema de integración/adaptación de los ejercicios definidos para el estímulo de la memoria y para el aprendizaje. En la primera etapa los ejercicios son los utilizados por los profesores como flash cards y los materiales ya en uso en ppt, hojas de Excel o documentos Word; en la segunda etapa se creará como páginas web; en la tercera etapa se crearán en apps móviles. Los ejercicios de

estímulo de memoria visoespacial estarán basados en los caracteres y fonemas del chino mandarín a través de la Secuencia de trazos, memoramas, etc. Los ejercicios de estímulo de memoria fonológica estarán basados en muestras de sonidos inexistentes en español de México preparados por los profesores. Los ejercicios enfocados al aprendizaje son los ejercicios de memorización de caracteres, su pronunciación y su significado."

4. "Sistema de distribución y registro del progreso de los ejercicios de estimulación y de aprendizaje, donde los alumnos realizan los ejercicios y los complementan. Los ejercicios se distribuyen en el formato disponible según la fase de desarrollo de la creación/adaptación de los ejercicios implementados y disponibles."

En CATWDE, ver Tabla 10.2, los Clientes o beneficiarios/víctimas del sistema, son quienes se beneficiarían o sufrirían los procesos u operaciones del sistema; los Actores son los responsables de la implementación de este sistema, son los que llevarían a cabo las actividades que hacen funcionar este sistema; la Transformación es lo que produce el sistema sobre las entradas para convertirlas en salidas; Weltanschauung o cosmovisión particular que justifica la existencia de este sistema, que le da sentido a este sistema; el Propietario es quien tiene la autoridad para terminar este sistema o cambiar sus medidas de rendimiento; el Entorno o restricciones ambientales externas bajo las que funcionará este sistema.

Tabla 10.2 CATWDE

	Sistema de almacenamiento y distribución de plan de estudios y objetivos desglosados	Sistema de integración/adaptación de ejercicios para el estímulo de la memoria y el aprendizaje	Sistema de distribución de ejercicios y material didáctico y registro del progreso de los ejercicios de estimulación y de aprendizaje	Sistema de almacenamiento, distribución y evaluación de exámenes
C	aprendientes y profesores	aprendientes y profesores	aprendientes y profesores	aprendientes y profesores
A	Profesores, Coordinador, Expertos en TICs, aprendientes	Profesores y Expertos en TICs	Profesores, Expertos en TICs, aprendientes	Profesores, Coordinador, Expertos en TICs
T	Definición de Objetivos, Programas, Herramientas pedagógicas y Patrones sonoros y visuales para estímulo de la memoria y el aprendizaje	Definición, creación y/o adaptación del material didáctico en las herramientas de ejercicios.	Estímulo de la memoria y aprendizaje	Validación del aprendizaje
W	Desarrollo humano a través del aprendizaje cooperativo y participativo	Desarrollo humano a través del aprendizaje cooperativo y participativo	Aprendizaje cooperativo y participativo	Aprendizaje cooperativo y participativo
D	Profesor, coordinador y aprendiente	Profesor, coordinador y aprendientes	Profesor, coordinador y aprendientes	Profesor, coordinador y aprendientes
E	El aprendiente tendrá la interferencia constante de la L1	Capacidad de profesores y expertos en TICs para la implementación	Disponibilidad de dispositivos conectados a Internet	Financiamiento de examen y disponibilidad de exámenes

MSS paso 4, Construir modelos conceptuales de lo que el sistema debe hacer para cada definición raíz. En este caso, el sistema completo es un sistema de enseñanza-aprendizaje, por lo que se propone su representación a través del modelo de sistemas viables (MSV) de Stanford Beer (1972) en la Figura 10.7.

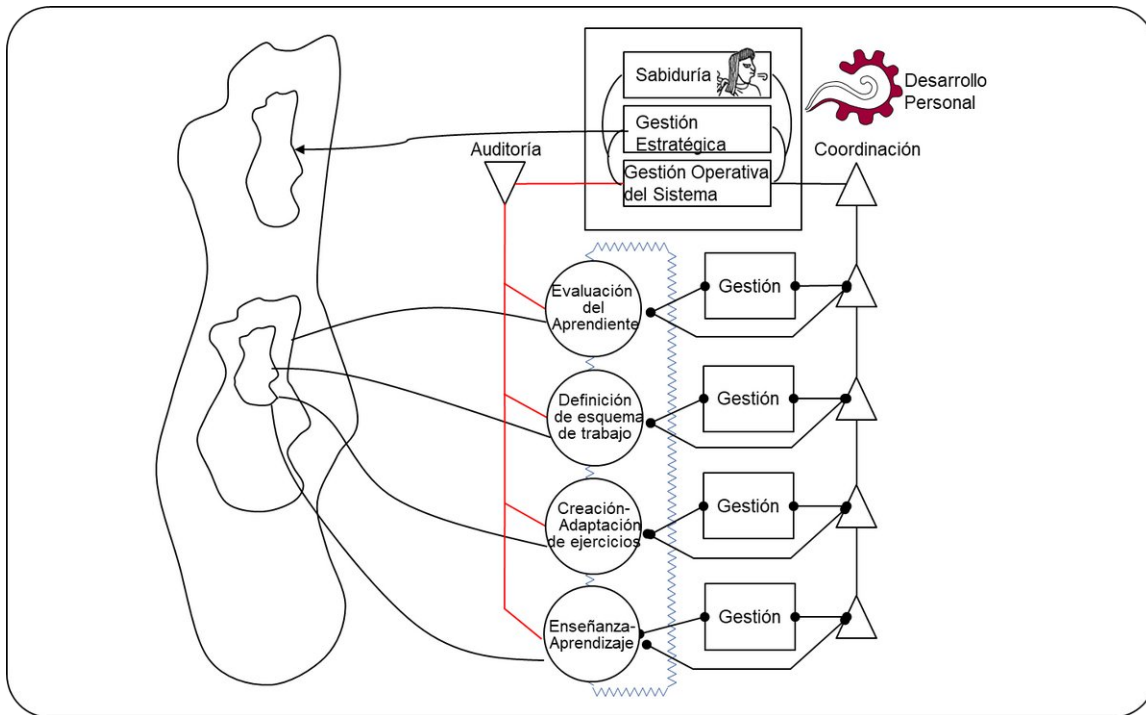


Figura 10.7 MSS paso 4, modelo conceptual MSV

Reflexiones finales

En el proceso de enseñanza-aprendizaje intervienen dos personajes centrales, el docente y el aprendiz; no obstante, la mayor responsabilidad recae en el que va a desarrollarse a través de este proceso, es decir, en el aprendiz. El docente tiene la función de guía y facilitador, mostrando al aprendiz los recursos y estrategia disponibles para facilitar el proceso.

Para aprender cualquier dominio de conocimiento es fundamental conocer el lenguaje de quienes lo han desarrollado; de aquí se recalca la importancia de conocer otras lenguas, aparte de la lengua materna, en particular el inglés, que es la *lingua franca* hoy día y el chino mandarín, que es la lengua que más hablantes nativos tiene en el mundo.

El desarrollo personal del individuo es a través del proceso de enseñanza-aprendizaje, para lo cual este debe realizar esfuerzos consientes para adquirir el nuevo conocimiento y aplicarlo en su día a día. Para alcanzar este objetivo el individuo debe tener una conciencia clara de su entorno, de sí mismo y de la interacción que existe entre él y su entorno. Donde el paradigma sistémico ayuda a lograr este grado de concientización y complejificación en el contexto PLOCAL.

Referencias

- Abbagnano, N., Visalberghi, A., & Campos, J. H. (1964). Historia de la pedagogía (Vol. 5). México: Fondo de cultura económica.
- Ashby, W. R. (1957). An introduction to cybernetics. 33
- Beer, S. (1972). Brain of the firm: A Development in Management Cybernetics. New York: Herder and Herder.
- Cárdenas-Robledo, L. A., & Peña-Ayala, A. (2018). Ubiquitous learning: A systematic review. *Telematics and Informatics*, 35(5), 1097-1132.
- Castaneda, C. (1968). Las enseñanzas de Don Juan: una forma yaqui de conocimiento (Vol. 126). México: Fondo de cultura económica.
- De Chardin, PT. (1963), El fenómeno humano. Madrid: Taurus

- Espejo, R., & Harnden, R. (eds.). (1989). *The viable system model: interpretations and applications of Stafford Beer's VSM*. Wiley.
- Helmenstine, A. M. (2019). *Chemical Composition of the Human Body*. ThoughtCo, May. 5, thoughtco.com/chemical-composition-of-the-human-body-603995. 32
- Hernández Aguilar C. (2017). *Una opción en el proceso inicial de investigación Transdisciplinario*. Notas de clase.
- Hernandez-Aguilar, C. (2018). *Transdisciplinary Methodological Option for Initial Research Process: Training of Researchers*. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 9.
- INEGI (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. consultada en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/> y http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/eic_2015_presentacion.pdf
- INEGI (2016). *Módulo sobre lectura*, febrero de 2016
- Kerlinger, F., & Lee, H. (1964). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*.
- Maslow, A. (1943). *Una teoría sobre la motivación humana* (en inglés, *A Theory of Human Motivation*). Recuperado de <https://psicologiaymente.net/psicologia/piramide-de-maslow>.
- Mingers, J., & Rosenhead, J. (2001). *An overview of related methods: VSM, system dynamics and decision analysis*.
- Peón-Escalante I. E. (2019). *Seminario de la Cultura Sistémica*. Notas de clase.
- Pöllmann, A., & Sánchez Graillet, O. (2016). *Cultura, lectura y deporte. Percepciones, prácticas, aprendizaje y capital intercultural*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Reséndiz-Castro, M. (2019). Cibersistémica transdisciplinaria: intervención integral de tutoría. En Innovación para la permanencia con equidad educativa, ANUIES.

Simons, Gary F. and Charles D. Fennig (eds.). (2018). Ethnologue: Languages of the World, Twentieth edition. Dallas, Texas: SIL International. Online version: <http://www.ethnologue.com>

Wilber, K. (2005). Sexo, ecología y espiritualidad: el alma de la evolución. España: Gaia.

11. Prospectiva de matrícula estudiantil mediante la aplicación del modelo de dinámica del sistema en una institución de educación superior

J.M. Legal-Hernández* , P.E. Escamilla-García,
A. Muñoz de Luna* y F.J. Aceves-Hernández

Resumen

Este artículo muestra los resultados obtenidos al predecir la matrícula de alumnos en tres unidades de aprendizaje de una escuela de educación superior en México. El pensamiento sistémico está representado a través de la modelación usando dinámica de sistemas (DS). Para la predicción se usó un software llamado VenSim, versión 7.2a. El modelo analizó el periodo de agosto a diciembre 2018 para pronosticar las unidades de aprendizaje: Álgebra Lineal (AL), Programación Lineal Aplicada (PLA) y Redes y Simulación (RYS). El modelo incluyó como variables: aulas y de profesores disponibles; alumnos reprobados y aprobados en periodo ordinario y extraordinario; deserciones académicas. Los principales resultados mostraron un porcentaje de certeza de predicción de 97% para AL, 88% para PLA y 96% para RYS. El error de pronóstico representó

* IPN – ESIMEZ – SEPI – PIS (J.M. Legal-Hernández y F.J. Aceves-Hernández)

* IPN – UPIICSA (P.E. Escamilla-García y A. Muñoz de Luna)

3.4 grupos en contraste con lo real de 58 grupos. Esta investigación contribuye a generar un modelo que ayuda al pronóstico confiable para la toma de decisiones sobre la asignación y ahorro de recursos académicos.

Palabras clave: Dinámica de sistemas, Predicción, Probabilidad, matrícula, unidad de aprendizaje

Introducción

Consideraciones teóricas

El análisis predictivo es una técnica de inteligencia de negocios utilizada en minería de datos para estimar y predecir tendencias y patrones sobre un aspecto determinado (Bendre y Manthalkar, 2019). Su enfoque de aplicación puede ser amplio ya que la predicción también puede extenderse al presente y al pasado, donde se utilizan datos y análisis para hacer una estimación de la realización de un resultado desconocido (Prince, 2019). El análisis predictivo ha sido aplicado principalmente en la estimación de tendencias y patrones de consumo para ventas y competitividad económica (Bradlow et al., 2017, Litsey y Mauldin, 2018; Bekiroglu et al., 2018). Recientemente se ha utilizado ampliamente en el sector salud para estimar demanda de servicios, tasas de infecciones y pronósticos de hospitalización (Manashty y Light, 2019; Araz et al., 2019; Alharthi, 2018). Dentro del ámbito educativo el análisis predictivo ha sido aplicado a la estimación de causas para la deserción universitaria (Fernández-Martín et al., 2019); sin embargo, su aplicación en otros aspectos dentro de instituciones educativas, aún no han sido exploradas. Por otro lado, la dinámica de un sistema se refiere a que lite-

ralmente, cualquier sistema dinámico caracterizado por interdependencia, interacción mutua, retroalimentación de información y causalidad circular y el objeto se expresa formado por un espacio de estados X y una regla que prescribe como varían los estados a lo largo del tiempo. La regla se puede expresar de diferentes formas como: $dy/dx=f(x)$ en donde la función f expresa la regla que rige el cambio dx/dt que se produce en el estado $x \in X$. (Aracil, 1995; Forrester, 1961). En consecuencia, la DS se podría utilizar para simular el impacto de los recursos en una organización, particularmente en las instituciones de educación superior. Con un sistema de retroalimentación, sería posible el pronóstico de grupos a ofertar por cada unidad de aprendizaje (UA) y así determinar si se podría operar un sistema óptimamente prudente. Dentro del análisis predictivo y la DS se requiere la generación de diagrama causales. El diagrama causal explica la retroalimentación del sistema de las distintas variables que se puede asociar a las partes, sufriendo cambios a lo largo del tiempo, como consecuencia de las interacciones (Aracil, 1995). Un diagrama causal se compone de fases descriptivas cortas las cuales son conectadas por flechas que representan las influencias causales entre estos elementos hasta obtener ciclos positivos o negativos (Kirwood, 1998).

Planteamiento del problema

Dentro de una institución educativa, un aspecto de particular importancia es el conocimiento de la matrícula por UA, esto es, la cantidad de alumnos a cursar determinada materia/asignatura. Para su conocimiento se debe de utilizar toda la información disponible de un periodo en particular. Esta información integrará las diferentes variables que son necesarias para la integración de los modelos que buscarían predecir los escenarios futuros, como el reingreso de alumnos por materia (Kleiman, 1968;

Wickham, 2016). El reingreso de estudiantes en cada periodo escolar a lo largo de las trayectorias académicas es incierto, ya que existen fenómenos que afectan directamente la posibilidad de que los estudiantes permanezcan y avancen al ritmo establecido en los planes y programas de estudio y aumente la tasa de egreso además de la titulación, a la vez que se reduzcan las tasas de abandono, deserción o rezago escolar (De Garay y Sánchez, 2011). Uno de los aspectos que impactan en la incertidumbre del reingreso en cada periodo escolar es la existencia de modelos educativos poco flexibles donde existe una reglamentación estricta sobre la elección de créditos y la seriación de unidades de aprendizaje (Piaget, 2001). El Instituto Politécnico Nacional en México es una institución de educación superior que se integra por diferentes escuelas para la impartición de cursos a nivel medio superior, superior y posgrado. Particularmente, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) es una unidad académica del IPN de nivel superior con una matrícula anual en modalidad escolarizada de 11,876 alumnos (IPN, 2018). Particularmente en esta investigación se analiza el caso de los estudiantes del programa académico de Ingeniería Industrial de la UPIICSA (3,886 alumnos), dentro de la academia de investigación de operaciones. Esto debido a que actualmente esta academia presenta problemas significativos para la planeación en la asignación de recursos académicos, como son la cantidad de grupos, profesores y aulas para los siguientes periodos escolares. La seriación de unidades académicas aplicada en esta academia no es estricta; sin embargo, se busca que los alumnos elijan una carga académica con un orden sistemático y aproximado a una seriación no flexible. Para los fines de la investigación, se propuso la elección de tres UA (Figura 11.1). Primero, el alumno debe elegir del nivel I la materia de Álgebra Lineal (AL), del nivel II, Programación Lineal Aplicada (PLA) y terminar con Redes & Simulación (RYS), del nivel III (IPN, 2017).

La Figura 11.1 muestra la seriación sugerida para ser aplicada en la academia de investigación de operaciones. Cabe señalar que anteriormente existían las seriaciones reglamentarias entre UA, sin embargo, el cambio en el reglamento interno del IPN en el año 2014 implicó la eliminación del sistema de seriación. Esto incrementó de forma significativa los problemas en la planeación del número de grupos, UA y profesorado por semestre. Igualmente se limitó la oferta de UA en términos de horarios disponibles. Por consiguiente, esta investigación tuvo como objetivo el realizar un modelo de predicción de la matrícula de alumnos para la UA de Álgebra Lineal.

El procedimiento para la estimación inicial de la matrícula en cada una de las UA que se aplica se puede observar en la figura 11.2, donde se muestra el diagrama de flujo con las condiciones iniciales del modelo de estudio de la seriación.

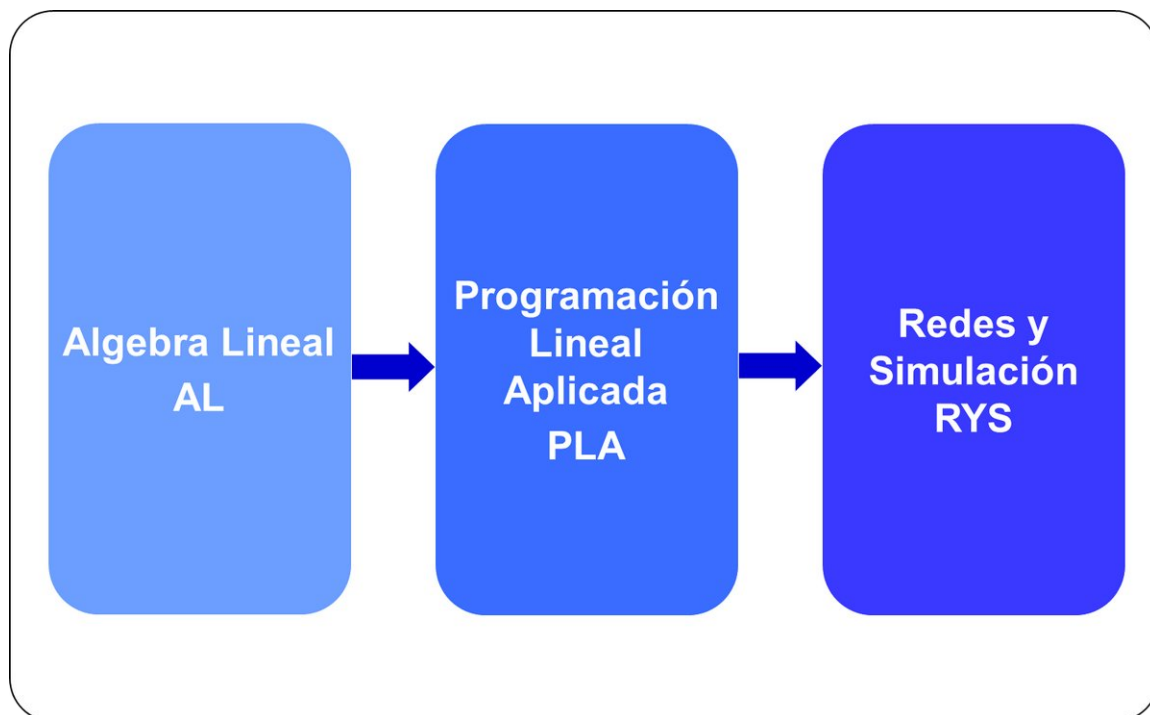


Figura 11.1. Seriación sugerida para los estudiantes de las unidades de aprendizaje de Ingeniería Industrial

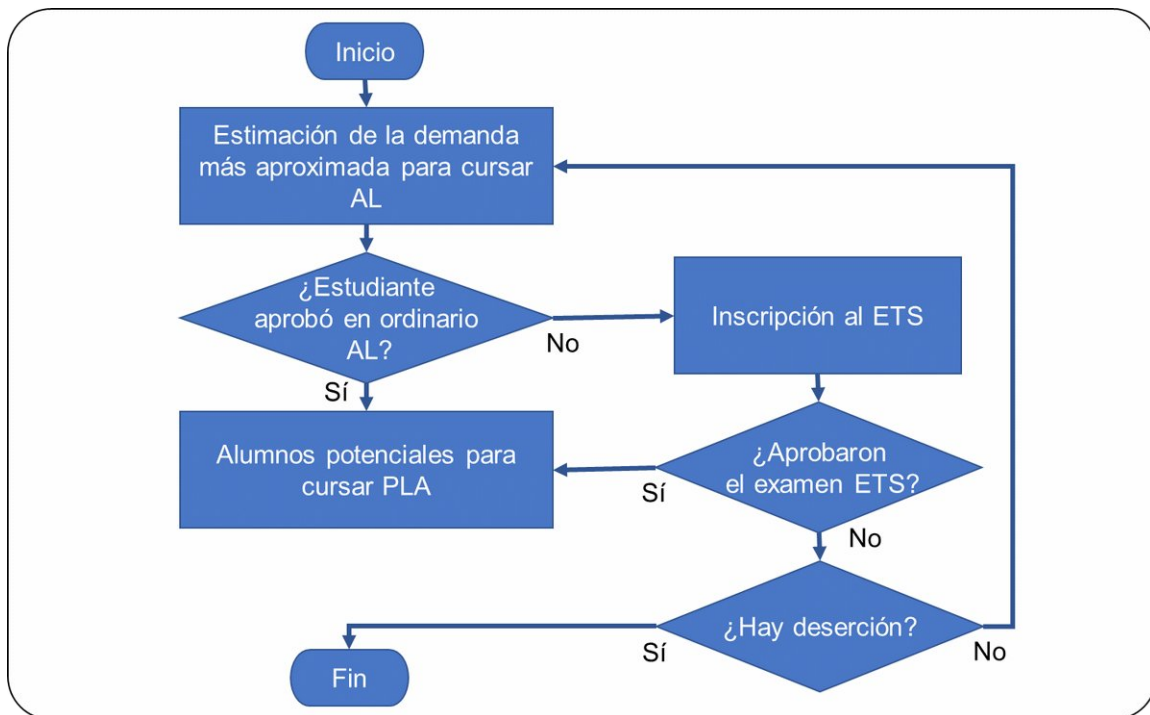


Figura 11.2. Diagrama de flujo para estimar la matrícula de AL

Es posible observar que la estimación de matrícula de PLA considera a los alumnos que aprobarán en el curso ordinario de AL y que aprueben en periodo extraordinario (Examen de Título de Suficiencia - ETS). Igualmente se considera la estimación de la deserción probable en cada periodo escolar. Finalmente se estima la matrícula de alumnos a cursar la UA RYS.

Con el procedimiento inicial se integra el modelo matemático para estimar la matrícula en las unidades de aprendizaje. Es importante mencionar que, aun cuando existen diversas técnicas cuantitativas que podrían predecir la matrícula estudiantil, como son métodos de series de tiempo incluyendo la suavización exponencial (Taha, 2017), promedios ponderados y regresión línea múltiple (Wickham, 2016), los resulta-

dos de estas técnicas pueden no ser tan flexibles y gráficos y el tiempo de respuesta es elevado. En consecuencia, esta investigación aplica el análisis predictivo dentro de la DS, dada la flexibilidad en su aplicación.

Con lo anterior, a continuación, se detalla el modelo de análisis predictivo para estimar la matrícula en una institución educativa y que busca emplear la información disponible como: 1) capacidad del profesorado; 2) capacidad física; 3) demanda estudiantil por UA; 4) registros de reprobación y aprobación de cursos ordinarios y 5) registros de aprobación y reprobación en periodo extraordinario.

Metodología

Construcción del diagrama causal

Para la construcción del diagrama causal se analizaron las tres unidades de aprendizaje previamente descritas: Álgebra Lineal (AL); Programación Lineal Aplicada (PLA) y Redes y Simulación (RYS). Debido a que el diagrama causal es idéntico en su conformación para las tres UA solo se detallan a continuación los diagramas causales de Álgebra Lineal (AL). Dentro del diagrama, las fases descriptivas cortas representan los elementos que forman parte del ciclo para la determinación de la Matrícula de AL, que está representada por la variable Demanda AL. A su vez, las flechas representan las influencias causales entre estos elementos. Como se observa en la Figura 11.3, hay una influencia directa de la variable de la Capacidad de AL y Matrícula AL, es decir, a mayor Demanda AL, mayor Matrícula AL y a la vez menos Capacidad AL obteniendo un ciclo completo negativo (Aracil, 1995).

En la Figura 11.4 se observa otro ciclo completo positivo del elemento Demanda AL generado. En este diagrama se observa que a mayor Matrícula de AL hay mayor Reproducción en Ordinario de AL.

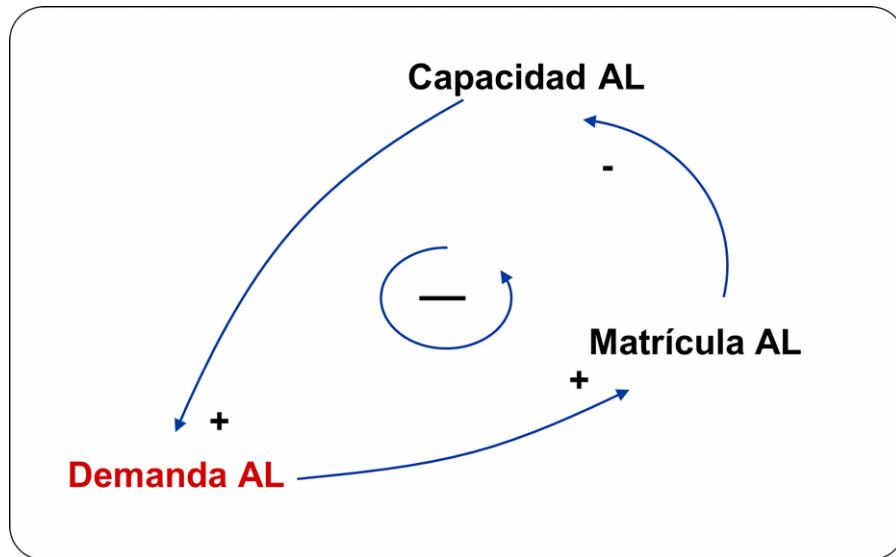


Figura 11.3. Diagrama de causal negativo para estimar la Demanda de AL

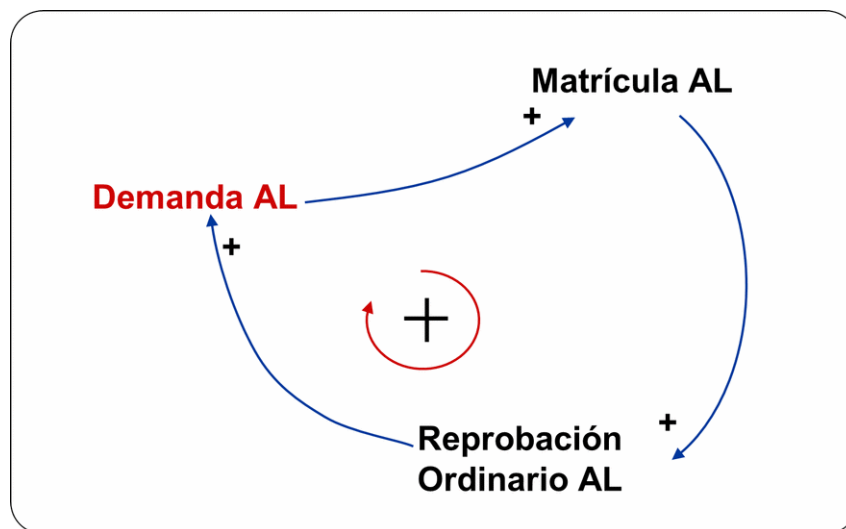


Figura 11.4. Diagrama 1 de causal positivo para estimar la Demanda de AL

La Figura 11.5 muestra otro ciclo completo positivo de la variable Demanda AL. Implica que, a mayor Reprobación en Ordinario de AL y Reprobación ETS AL, hay mayor Deserción AL, y la Capacidad AL y Demanda AL incrementa, así como también la Matrícula AL aumenta.

El diagrama completo causal de retroalimentación de la UA de AL se observa en la Figura 11.6. Como se puede apreciar, además de los ciclos y variables antes mencionados, también se requiere de las variables de Aprobación ETS AL y Aprobación Ordinario AL, que es la información que se requiere para saber al final una proyección de la demanda de la siguiente UA o materia en seriación, que para el proyecto es PLA. Es importante señalar que los diagramas causales de las unidades de aprendizaje PLA y RYS presentan las mismas características que AL, por consiguiente, solo se detalla este primero.

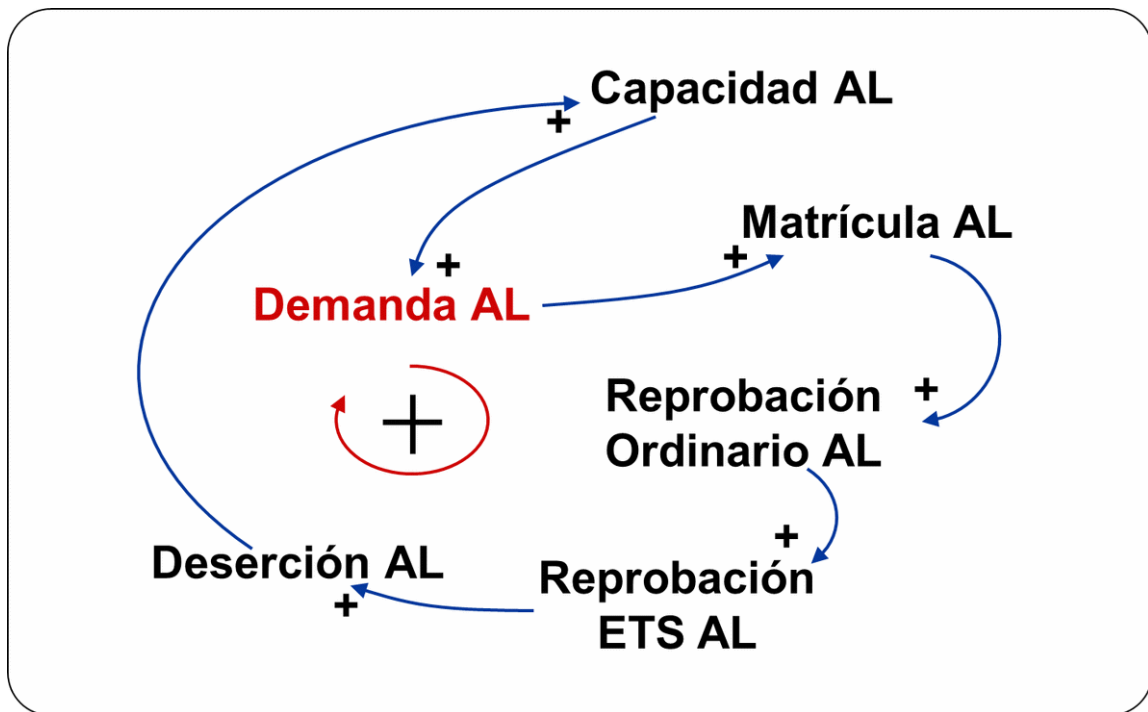


Figura 11.5. Diagrama 2 de causal positivo para estimar la Demanda de AL

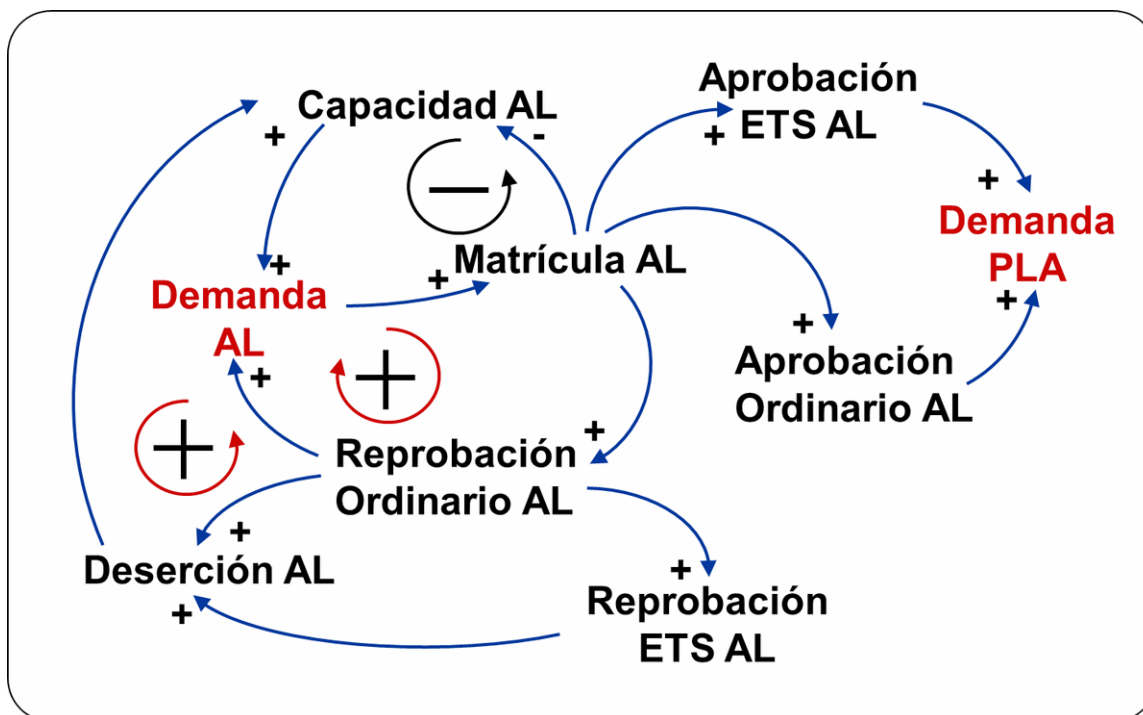


Figura 11.6. Diagrama de causal completo positivo para estimar la Demanda de AL

Descripción de las variables del modelo de dinámica de sistemas

Para la realización del modelo se utilizó el software Vensim PLE versión 7.2a. El modelo está constituido con las siguientes características propias del problema formulado: Initial Time =0, Final Time =10 semestres, Time Step =0.04, y el Tipo de Integración es de Euler para las variables de la simulación.

Los datos de alimentación del modelo se muestran en la Tabla 11.1, 11.2 y 11.3. Particularmente la tabla 1, muestra los datos referentes a: inscripción, reprobación y aprobación de cada UA ordinario y de ETS.

Tabla 11.1. Información de Gestión Escolar del periodo 2018-1

Unidad de aprendi- zaje	INSCRITOS		REPROBADOS		APROBADOS	
	ORD	ETS	ORD	ETS	ORD	ETS
AL	881	590	605	469	276	121
PLA	768	230	559	170	209	60
RYS	728	163	579	133	149	30
TOTAL	2377	983	1743	772	634	211

En la tabla 12.2, se muestra la información de los porcentajes de cada UA de deserción en los cursos ordinarios y después que los alumnos presentan los ETS del periodo 2018-1.

Tabla 11.2. Información de Gestión Escolar del periodo 2018-1.

Unidad de apren- dizaje	% deserción Ord	% deserción des- pués del ETS
AL	0.01	0.05
PLA	0.004	0.004
RYS	0.001	0.1

La tabla 3 muestra la capacidad de profesorado y de grupos por UA. Estos datos se utilizaron en el modelaje.

Tabla 11.3. Información de Gestión Escolar del periodo 2018-1.

UA	Secuencias	Profesores	Academia
AL	36	27	Matemáticas
PLA	22	13	Investigación de Operaciones
RYS	18	16	Investigación de Operaciones

Construcción del modelo de dinámica de sistemas

Una vez definidos los diagramas causales del problema, se procedió a construir el modelo de DS que integra todos los elementos presentados en las causalidades. Para su construcción se utilizaron las variables descritas en el apartado anterior, quedando como sigue. En primera instancia se presenta el modelo de DS de AL como se observa en la Figura 11.7.

Para las siguientes unidades de aprendizaje: PLA y RYS se construyó un modelo de DS (Figuras 11.8 y 11.9) en donde no se consideran las relaciones de alumnos de nuevo ingreso. Esto se debe a que existe la seriación de UA; en consecuencia, de repetir esta relación en los modelos de PLA y RYS, se duplicaría el valor.

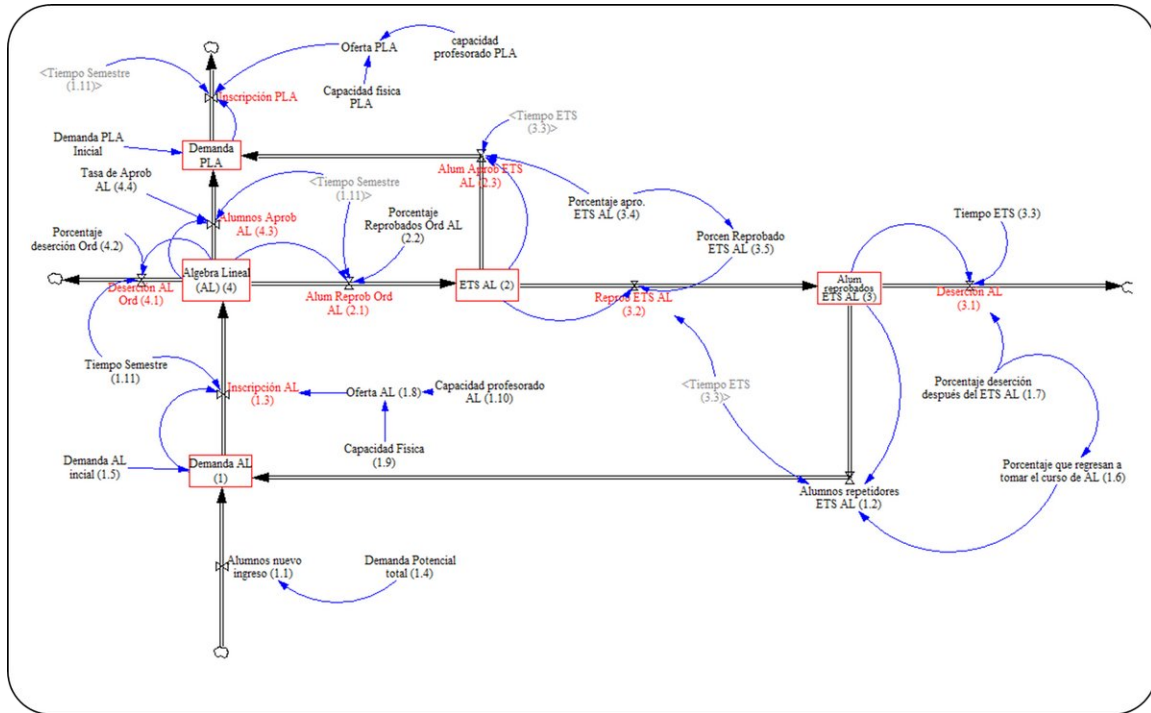


Figura 11.7. Modelo en DS completo para estimar la Demanda de AL para el periodo 2018-2

11. Prospectiva de matrícula estudiantil mediante la aplicación del modelo de dinámica del sistema en una institución de educación superior

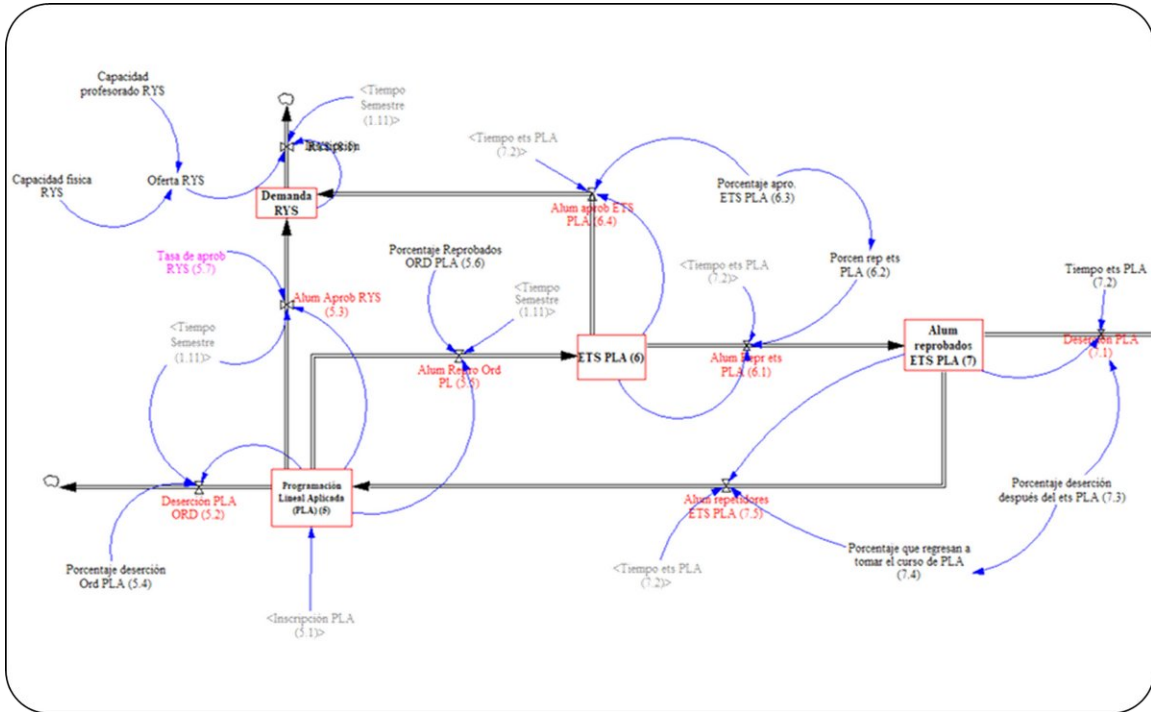


Figura 11.8. Simulación de la UA PLA para diez semestres.

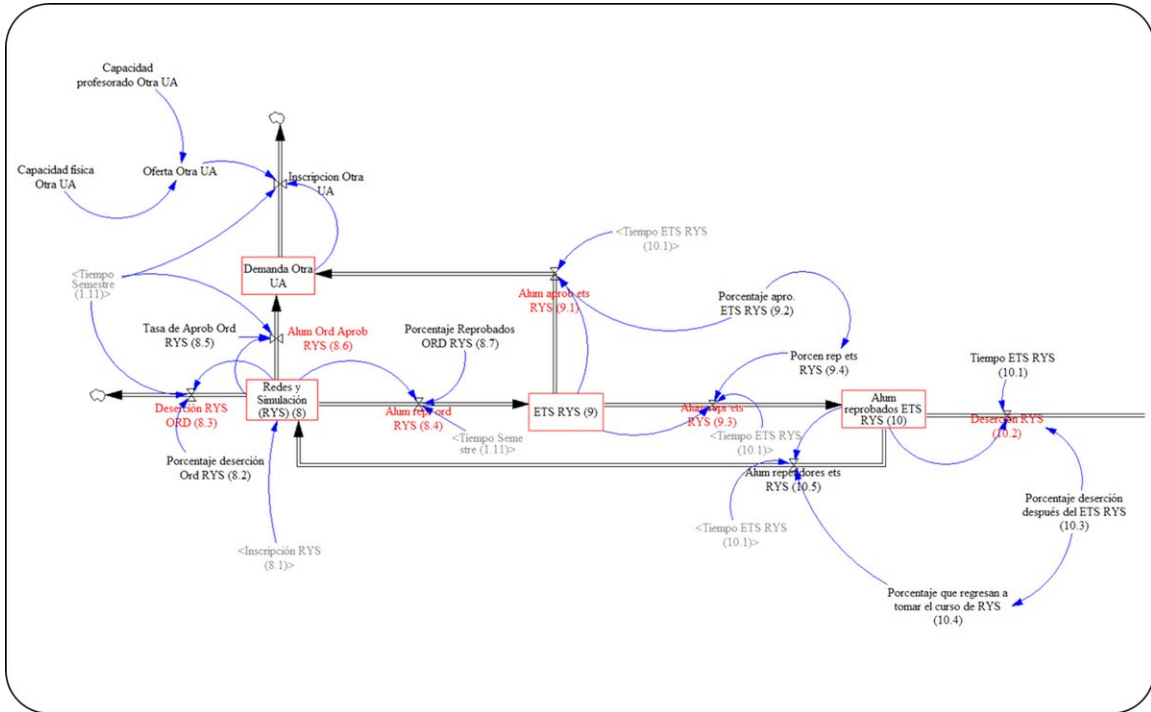


Figura 11.9. Simulación de la UA.RYS para diez semestres

Modelación matemática

Modelo de Álgebra Lineal (AL)

El modelo de AL se conformó con las siguientes variables:

Demanda AL, ETS AL, Alum reprobados ETS AL y Algebra Lineal (AL). Al usar el tipo de integración de Euler para cada una de las variables, la formulación queda de la siguiente manera:

$$\text{Demanda AL} = 469 + \int_0^t (\text{Alumnos nuevo ingreso} + \text{Alumnos repetidores ETS AL} - \text{Inscripción AL}) \delta t \quad (1)$$

- o **Demanda AL**= Alumnos nuevo ingreso + Alumnos repetidores ETS AL - Inscripción AL con un dato inicial de 469 (1)
- o Alumnos nuevo ingreso = Demanda Potencial total (1.1)
- o Alumnos repetidores ETS AL = Alum. reprobados ETS AL * Porcentaje que regresan a tomar el curso de AL / Tiempo ETS (1.2)
- o Inscripción AL = min (Demanda AL / Tiempo Semestre, Oferta AL) (1.3)
- o Demanda Potencial total: Es el número total de estudiantes inscritos que están en el tercer semestre de Ingeniería Industrial. = 600 Alumnos/semestre (1.4)
- o Demanda AL inicial = 469 Alumnos (1.5)
- o Porcentaje que regresan a tomar el curso de AL = 1 - Porcentaje deserción después del ETS AL (1.6)
- o Porcentaje deserción después del ETS AL = 0.05 (1.7)
- o Oferta AL = min (Capacidad Física, Capacidad profesorado AL) (1.8)
- o Capacidad Física = 1440 Alumnos/semestre (1.9)
- o Capacidad del Profesorado AL = 1080 Alumnos/semestre (1.10)
- o Tiempo Semestre = 1 semestre (1.11)

$$\text{ETSAL} = 590 + \int_0^t (\text{Alum Reprob. Ord AL} - \text{Alum Aprob. ETS AL} - \text{Alum Reprob. ETS AL}) \delta t \quad (2)$$

- o ETS AL = Alum Reprob. Ord AL - Alum Aprob. ETS AL - Alum Reprob. ETS AL con valor inicial 590 alumnos (2)
- o Alum Reprob Ord AL = (Algebra Lineal (AL)) * Porcentaje Reprobados Ord AL / Tiempo Semestre (2.1)
- o Porcentaje Reprobados Ord AL = 0.31 (2.2)
- o Alum Aprob ETS AL = ETSAL * Porcentaje apro. ETS AL / Tiempo ETS (2.3)

$$\text{Alum reprobados ETS AL} = \int_0^t (\text{Alum Reprob. ETS AL} - \text{Alumnos repetidores ETS AL} - \text{Deserción AL}) dx \quad (3)$$

- o **Alum reprobados ETS AL** = Alum Reprob. ETS AL - Alumnos repetidores ETS AL - Deserción AL (3)
- o Deserción AL = (Alum reprobados ETS AL) * Porcentaje deserción después del ETS AL / Tiempo ETS (3.1)
- o Reprob ETS AL = ETS AL * Porcen. Reprobado ETS AL / Tiempo ETS (3.2)
- o Tiempo ETS = 0.1 Semestre (3.3)
- o Porcentaje apro. ETS AL = 0.04 (3.4)
- o Porcen Reprobado ETS AL = 1 - Porcentaje apro. ETS AL (3.5)

Algebra

$$\text{(AL)} = 881 + \int_0^t (\text{Inscripción AL} - \text{Alum Reprob. Ord AL} - \text{Alumnos Aprob. AL} - \text{Deserción AL Ord}) \delta t \quad \text{Lineal}$$

- o **Algebra Lineal (AL)** = Inscripción AL - Alum Reprob. Ord AL - Alumnos Aprob. AL - Deserción AL Ord con un dato inicial de 881 (4)
- o Deserción AL Ord = Algebra Lineal (AL) * Porcentaje deserción Ord / Tiempo Semestre (4.1)
- o Porcentaje deserción Ord = 0.01 (4.2)
- o Alumnos Aprob AL = Algebra Lineal (AL) * Tasa de Aprob AL / Tiempo Semestre (4.3)
- o Tasa de Aprob AL = 0.69 (4.4)

Modelo de Programación Lineal Aplicada (PLA)

El modelo de PLA se conformó con las siguientes variables:

Demanda PLA, Programación Lineal Aplicada PLA, ETS PLA, Alum reprobados ETS PLA. Al usar el tipo de integración de Euler para cada una de las variables, la formulación se establece de la siguiente manera:

$$\text{Programación Lineal Aplicada (PLA)} = 768 + \int_0^t (\text{Alum repetidores ETS PLA} + \text{Inscripción PLA} - \text{Alum Aprob RYS} - \text{Alum Repro Ord PL} - \text{Deserción PLA ORD}) \delta t \quad (5)$$

- o **Programación Lineal Aplicada (PLA)** = Alumnos nuevo ingreso + Alumnos repetidores ETS AL - Inscripción AL, con un dato inicial de 768. (5)
- o Inscripción PLA = min (Demanda PLA / Tiempo Semestre, Oferta PLA) (5.1)
- o Deserción PLA ORD = "Programación Lineal Aplicada (PLA)" * Porcentaje deserción Ord PLA / Tiempo Semestre (5.2)
- o Porcentaje deserción Ord PLA = 0.004 (5.3)

- o Alum Repro Ord PLA = (Programación Lineal Aplicada (PLA)) * Porcentaje Reprobados ORD PLA / Tiempo Semestre (5.4)
- o Porcentaje Reprobados ORD PLA = 0.27 (5.5)
- o Tiempo Semestre = 1 semestre (1.1.1)
- o Tiempo ets PLA = 0.1 semestre (7.2)

Demanda PLA = $Demanda\ PLA\ Inicial + \int_0^t (Alum\ Aprob\ ETS\ AL + Alumnos\ Aprob\ AL - Inscrición\ PLA) dt$

- o Demanda PLA = Alum Aprob ETS AL + Alumnos Aprob AL - Inscrición PLA con un valor inicial de Demanda PLA Inicial. (5.6)
- o Demanda PLA Inicial = 170 (5.7)
- o Oferta PLA = MIN (Capacidad física PLA, capacidad profesorado PLA) (5.8)
- o Capacidad física PLA = 880 (5.9)
- o Capacidad profesorado PLA = 520 (5.10)

ETS PLA = $230 + \int_0^t Alum\ Repro\ Ord\ PL - Alum\ aprob\ ETS\ PLA - Alum\ Repr\ ets\ PLA\ Edt$

- o ETS PLA = Alum Reprob. Ord AL - Alum Aprob. ETS AL - Alum Reprob. ETS AL con valor inicial 230 alumnos (6)
- o Alum Repr ets PLA = ETS PLA * Porcen rep ets PLA / Tiempo ets PLA (6.1)
- o Porcen rep ets PLA = 1 - Porcentaje apro. ETS PLA (6.2)
- o Porcentaje apro. ETS PLA = 0.26 (6.3)
- o Alum aprob ETS PLA = ETS PLA * Porcentaje apro. ETS PLA / Tiempo ets PLA (7.2) (6.4)
- o Tiempo ets PLA = 0.1 semestre (7.2)

Alum reprobados ETS PLA = $\int_0^t (Alum\ Reprob.\ ETS\ AL - Alumnos\ repetidores\ ETS\ AL - Deserción\ AL) dx$

- o Alum reprobados ETS AL = Alum Reprob. ETS AL - Alumnos repetidores ETS AL - Deserción AL con un valor inicial de 170 (7)
- o Deserción PLA = (Alum reprobados ETS PLA) * Porcentaje deserción después del ets PLA / Tiempo ets PLA (7.1)
- o Tiempo ets PLA = 0.1 (7.2)
- o Porcentaje deserción después del ets PLA = 0.04 (7.3)
- o Porcentaje que regresan a tomar el curso de PLA = 1 - Porcentaje deserción después del ets PLA (7.4)
- o Alum repetidores ETS PLA = Alum reprobados ETS PLA * Porcentaje que regresan a tomar el curso de PLA / Tiempo ets PLA (7.5)

Modelo de Redes y Simulación (RYS)

El modelo de RYS se conformó con las siguientes variables:

Demanda RYS, Redes y Simulación (RYS), ETS RYS, Alum reprobados ETS RYS. Al usar el tipo de integración de Euler para cada una de las variables, la formulación queda de la siguiente manera:

Redes **Simulación**
(RYS) = $728 + \int_0^t (Inscrición\ RYS + Alum\ repetidores\ ets\ RYS - Alum\ repr\ ord\ RYS - Alum\ Ord\ Aprob\ RYS - Deserción\ RYS\ ORD) dt$

- o **Redes y Simulación RYS =** Alumnos nuevo ingreso + Alumnos repetidores ETS AL - Inscrición AL, con un dato inicial de 728. (8)
- o Inscrición RYS = min (Demanda RYS / Tiempo Semestre, Oferta RYS) (8.1)
- o Porcentaje deserción Ord RYS = 0.001 (8.2)
- o Deserción RYS ORD = Redes y Simulación RYS * Porcentaje deserción Ord RYS / Tiempo Semestre (8.3)
- o Alum repr ord RYS = (Redes y Simulación RYS) * Porcentaje Reprobados ORD RYS / Tiempo Semestre (8.4)
- o Tasa de Aprob Ord RYS = 0.8 (8.5)
- o Alum Ord Aprob RYS = Redes y Simulación RYS * Tasa de Aprob Ord RYS / Tiempo Semestre (8.6)
- o Porcentaje Reprobados ORD RYS = 0.2 (8.7)

Demanda RYS = $Demanda\ Inicial\ RYS + \int_0^t (Alum\ aprob\ ETS\ PLA + Alum\ Aprob\ RYS - Inscrición\ RYS) dt$

- o **Demanda RYS =** Alum aprob ETS PLA + Alum Aprob RYS - Inscrición RYS, con un valor inicial de Demanda Inicial RYS (8.8)
- o Demanda Inicial RYS = 133 (8.9)
- o Oferta RYS = min (Capacidad física RYS, Capacidad profesorado RYS) (8.10)
- o Capacidad física RYS = 720 (8.11)
- o Capacidad profesorado RYS = 640 (8.12)

ETS RYS = $163 + \int_0^t (Alum\ repr\ ord\ RYS - Alum\ aprob\ ets\ RYS - Alum\ repr\ ets\ RYS) dt$

- o $ETS\ RYS = \text{Alum repr ord RYS} - \text{Alum aprob ets RYS} - \text{Alum repr ets RYS}$, con un dato inicial de 163 (9)
- o $\text{Alum aprob ets RYS} = ETS\ RYS * \text{Porcentaje apro. ETS RYS} / \text{Tiempo ETS RYS} = (9.1)$
- o $\text{Porcentaje apro. ETS RYS} = 0.18$ (9.2)
- o $\text{Alum repr ets RYS} = ETS\ RYS * \text{Porcen rep ets RYS} / \text{Tiempo ETS RYS}$ (9.3)
- o $\text{Porcen rep ets RYS} = 1 - \text{Porcentaje apro. ETS RYS}$ (9.4)
- o $\text{Tiempo ETS RYS} = 0.1$ (10.1)

Alum reprobados ETS RYS = $\int_0^t (\text{Alum Reprob. ETS AL} - \text{Alumnos repetidores ETS AL} - \text{Deserción AL}) dx$

- o **Alum reprobados ETS RYS** = $\text{Alum repr ets RYS} - \text{Alum repetidores ets RYS} - \text{Deserción RYS}$, con valor inicial de 133 (10)
- o $\text{Tiempo ETS RYS} = 0.1$ (10.1)
- o $\text{Deserción RYS} = (\text{Alum reprobados ETS RYS}) * \text{Porcentaje deserción después del ETS RYS} / \text{Tiempo ETS RYS}$ (10.2)
- o $\text{Porcentaje deserción después del ETS RYS} = 0.01$ (10.3)
- o $\text{Porcentaje que regresan a tomar el curso de RYS} = 1 - \text{Porcentaje deserción después del ETS RYS}$ (10.4)
- o $\text{Alums repetidores ets RYS} = \text{Alum reprobados ETS RYS} * \text{Porcentaje que regresan a tomar el curso de RYS} / \text{Tiempo ETS RYS}$ (10.5)

Resultados

Variable demanda (AL)

La variable Demanda (AL) es el resultado con la predicción de la cantidad de estudiantes para los ciclos escolares próximos. En la Figura 11.10 se muestra el comportamiento de la variable AL donde se aprecia un resultado predictivo de 1,281 alumnos para el primer periodo estimado. En el transcurso del tiempo de predicción se observa un comportamiento de búsqueda de objetivos combinado con una oscilación cuya amplitud disminuye gradualmente con el tiempo. El comportamiento mostrado, demuestra que la amplitud de estos excesos disminuye hasta que la cantidad se estabiliza en la meta, tal como lo establece Kirwood (1998), quien menciona que, en un modelo de DS, independientemente de los puntos máximos o mínimos iniciales, los valores se estabilizan en el transcurso del tiempo.

En términos de porcentaje el resultado que se obtuvo fue de un 97% de certeza, dado que se pronosticó un valor de 1,281 contra el dato real de 1,326 alumnos. Esto implica que, asumiendo grupos de 50 alumnos, el error de estimación es de 0.9 grupos. Este valor por tanto no impacta en la planeación de recursos tanto de profesorado como de aulas.

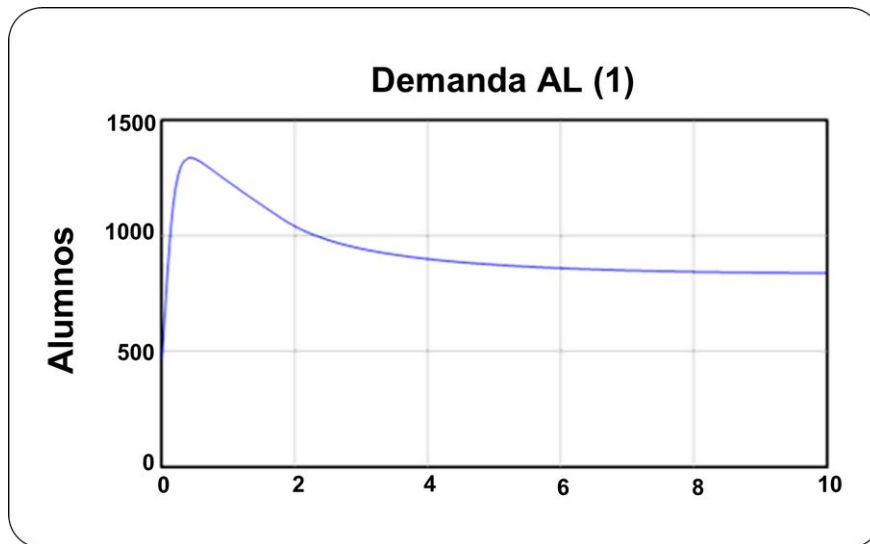


Figura 11.10. Comportamiento de la variable Demanda (AL)(1)

Las variables adicionales de Álgebra Lineal, Alum reprobados ETS AL y ETS AL que fueron utilizadas para la alimentación de la Variable Demanda (AL) presentaron un comportamiento que se alinea al resultado de la variable principal mostrado en la Figura 11.10. Este comportamiento igualmente mostró una combinación de crecimiento en forma de S con una oscilación cuya amplitud disminuye gradualmente con el tiempo.

Variable programación lineal aplicada (PLA)

Con respecto al resultado obtenido de la variable Programación Lineal Aplicada (PLA), la Figura 11.12 muestra un resultado predictivo de 758 alumnos para el primer periodo estimado. El posible apreciar un comportamiento similar que el resultado obtenido para la variable de AL. Se observa que la búsqueda de objetivos presenta una oscilación cuya amplitud disminuye gradualmente con el tiempo. El comportamiento mostrado en la Figura 11.12 se alinea con lo reportado por (Sterman, 2002) ya que se demuestra un comportamiento donde las variables del modelo se autoestabilizan; esto es, que en la dinámica de los sistemas se simula información donde pueden existir pequeñas perturbaciones aleatorias, generando patrones. Para la variable PLA, la certeza de predicción fue de un 88%. Aun cuando este valor es menor al porcentaje de certeza para la variable PLA, su confiabilidad es alta, ya que existe evidencia donde estudios similares reportan niveles por debajo del 80% con resultados aun eficientes (Sekhar, 2010). En términos de conformación de grupos, el error de predicción sería de 2 grupos de 50 alumnos cada uno. Con esto, el impacto en la planeación es considerado bajo. Sin embargo, es importante señalar que para reducir al mínimo el error en la estimación, es necesario implementar controles adicionales que ayuden a obtener información adicional para futuras estimaciones. Aun cuando el diseño de tales controles implica un incremento en el uso de recursos, su implementación en el mediano y largo plazo representaría un beneficio significativo para la institución educativa (Remolina-Caviedes, 2019).

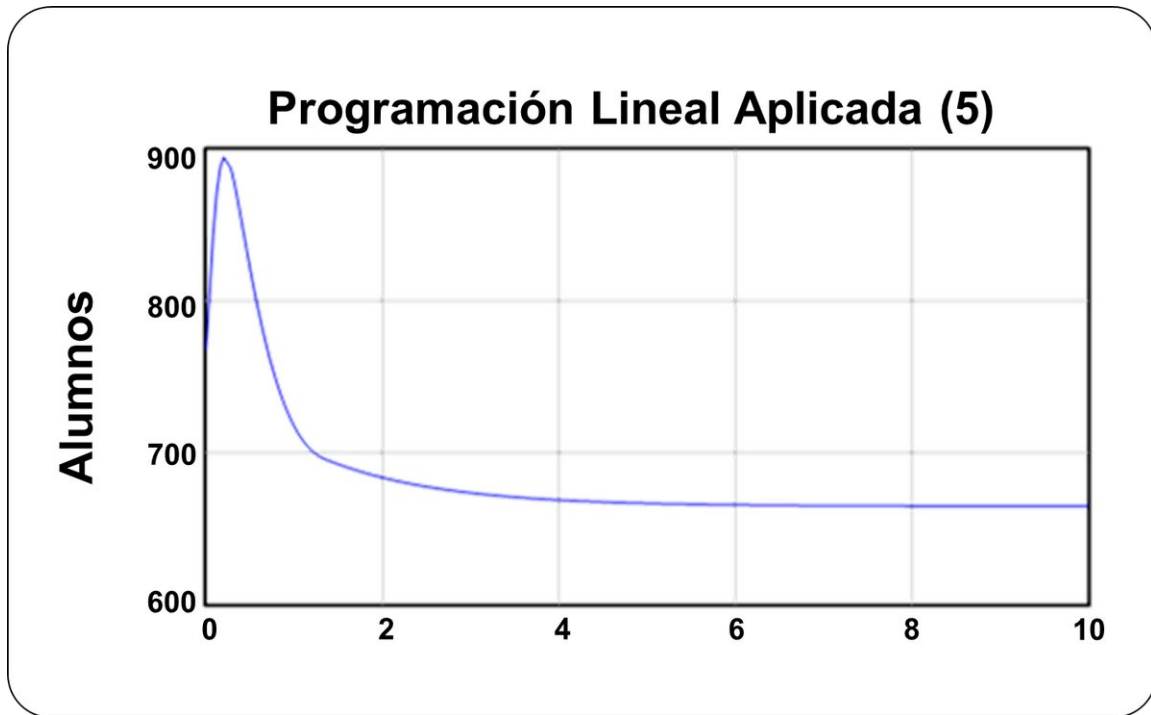


Figura 11.11. Comportamiento de la variable Programación Lineal Aplicada (PLA)(5) para diez semestres

Las variables adicionales de Programación Lineal Aplicada, Alum reprobados ETS PLA y ETS PLA que fueron utilizadas para la alimentación de la Variable Programación Lineal Aplicada (PLA) presentaron un comportamiento que se alinea al resultado de la variable principal mostrado en la Figura 11.11. Este comportamiento igualmente mostró una combinación de crecimiento en forma de S con una oscilación cuya amplitud disminuye gradualmente con el tiempo.

Variable redes y simulación (RYS)

Finalmente, la variable Redes y Simulación (RYS) resultó en un resultado predictivo de 687 alumnos para el primer periodo estimado. Esto implica un porcentaje de certeza de 96% dado que el dato final fue de 712 alumnos. Como se aprecia en la Figura 11.13 el comportamiento de la variable se muestra similar a las dos variables anteriores (AL y PLA), en donde se observa un comportamiento de búsqueda de objetivos combinado con una oscilación cuya amplitud disminuye gradualmente con el tiempo. Este resultado se valida al comprobar el principio expuesto por Forrester (1968), en donde se establece la oscilación de las variables con un equilibrio hacia el objetivo final. En términos de grupos, el error de predicción fue solo de 0.5 grupos. Lo que implica un impacto no significativo.

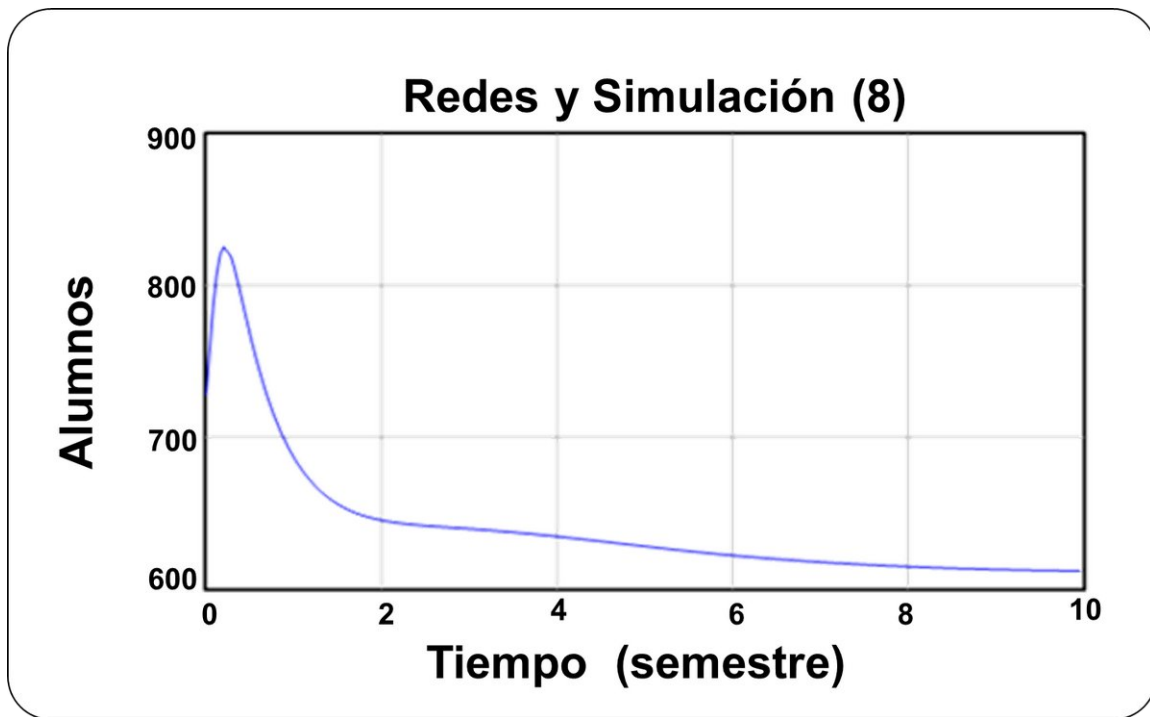


Figura 11.12. Comportamiento de la variable de Redes y Simulación (RYS) para diez semestres

Es importante señalar que el comportamiento de las variables de PLA (Figura 11.11) y RYS (Figura 11.12) presenta una curvatura con una mayor inclinación descendente a diferencia de la variable AL (Figura 11.10). Esto se debe a que para la variable RYS se consideran menos recursos en términos de profesorado y aulas, dado que pertenecen a una misma unidad académica, por lo que comparten recursos; además, por la deserción que existe a lo largo de la carrera y la reprobación de los alumnos que se van estancando y no logran inscribir la UA. Esto ejemplifica la teoría propuesta por (Forrester, 1961) en donde se indica que, si las variables comparten recursos, su comportamiento presentará una curvatura descendente.

Las variables adicionales de Redes y Simulación, Alum reprobados ETS RYS y ETS RYS que fueron utilizadas para la alimentación de la Variable Redes y Simulación (RYS) presentaron un comportamiento que se alinea al resultado de la variable principal

mostrado en la Figura 11.12. Este comportamiento igualmente mostró una combinación de crecimiento en forma de S con una oscilación cuya amplitud disminuye gradualmente con el tiempo.

Modelo predictivo total

Los resultados del modelo predictivo total de las UA se muestran en la Tabla 11.4. Estos datos se contrastan con los datos finales reales obtenidos de la fuente original en la institución educativa.

Tabla 11.4. Resultados de la predicción de la cantidad de alumnos de las UA del periodo 2018-2.

Unidad de Aprendizaje	Predicción	Real	% Error	Grupos
AL	1281	1,326	3%	0.9
PLA	758	857	12%	2.0
RYS	687	712	4%	0.5
Total	2,726	2,895	19%	3.4

Es posible apreciar que los porcentajes de error en su nivel mínimo no sobrepasan el 3%, mientras que en un nivel máximo no rebasan el 12%. Estos niveles brindan una certeza adecuada para establecer una confiabilidad en los datos predictivos. En síntesis, la certeza final fue del 97% para AL, 88% para PLA y 96% para RYS, que en términos de grupos es un total de 3.4. Cabe señalar que los modelos construidos para la predicción de cada una de las tres variables requieren la alimentación de las relaciones correspondientes (Kirwood, 1998).

Con estos valores se comprueba que la DS es una metodología confiable y con mayor certeza que otros modelos predictivos como series de tiempo, incluyendo la suavización exponencial (Taha, 2017), promedios ponderados y regresión lineal múltiple (Wickham, 2016).

Reflexiones finales

La DS demuestra ser una metodología confiable, sistémica y validada para la predicción de la matrícula por unidad de aprendizaje en una institución de educación superior. Si bien su uso en estos campos del conocimiento aun es poco explotado, los resultados de esta investigación muestran que su aplicación en las predicciones de matrículas estudiantiles es efectiva, toda vez que proveen de información estadística enfocada en la optimización de recursos académicos. Los resultados mostraron márgenes de error del 3%, 12% y 4% para las variables de AL, PLA y RYS, respectivamente. Esto implica que la certeza en la predicción es confiable toda vez que para la variable de mayor error de predicción (PLA con 12%), la desviación fue solo de 99 alumnos contra una población de 857. Con los resultados obtenidos se genera un modelo que puede ser aplicado de manera confiable a la predicción de matrículas estudiantiles. Esto establece un sistema de provisión de información validada para asistir la toma de decisiones referentes a la administración de recursos. Es importante mencionar que, si bien los resultados obtenidos presentan datos confiables, el modelo tiene la limitante de solo considerar la capacidad física y del profesorado para tres unidades de aprendizaje particulares. De esta manera se puede extender la investigación al considerar la inclusión de más variables como la capacidad total de la institución y considerar igualmente la probabilidad de nuevo ingreso de los estudiantes en cada periodo.

Referencias

- Aracil, J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Madrid: Isdefe.
- Araz, O., Olson, D. y Ramirez-Nafarrate, A. (2019) Predictive analytics for hospital admissions from the emergency department using triage information. *International Journal of Production Economics* 208(2019): 199-207 <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.11.024>
- Alharthi, H. (2018) Healthcare predictive analytics: An overview with a focus on Saudi Arabia. *Journal of Infection and Public Health* 11(6): 749-756
<https://doi.org/10.1016/j.jiph.2018.02.005>
- Bendre, M. y Manthalkar, R. (2019) Time series decomposition and predictive analytics using MapReduce framework. *Expert Systems with Applications* 116 (2019): 108-120.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.017>
- Bradlow, E., Gangwar, M. y Kopalle, P. (2017) The Role of Big Data and Predictive Analytics in Retailing. *Journal of Retailing* 93(1): 79-95
<https://doi.org/10.1016/j.jretai.2016.12.004>
- Bekiroglu, K., Duru, O., Gulay, E., Sub, R. y Lagoa, C. (2018) Predictive analytics of crude oil prices by utilizing the intelligent model search engine. *Applied Energy* 228(2018): 2387-2399 <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.07.071>
- De Garay, A. y Sánchez R. (2011) La modificación a la política de admisión para estudiar la licenciatura en la UAM: Su impacto en el perfil de ingreso de los estudiantes en la unidad Azcapotzalco. Un primer acercamiento. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 16(50): 885-917

Fernández-Martín, T., Solís-Salazar, M., Hernández-Jiménez, M. y Moreira-Mora, T. (2019) Un análisis multinomial y predictivo de los factores asociados a la deserción universitaria. *Revista Electrónica Educare* 23(1): 1-25

<http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-1.5>

Forrester, J. (1961.). *Dinámica industrial*. Buenos Aires: El Ateneo.

Kirwood, C. (1998). *System Dynamics Methods: A Quick Introduction*. Arizona: State University.

Kleiman, A. (1968). *La previsión de la demanda de educación superior y los recursos necesarios para satisfacerla*. CDMX: Asamblea General Ordinaria de la ANUIES.

Litsey, R. y Mauldin, W. (2018) Knowing What the Patron Wants: Using Predictive Analytics to Transform Library Decision Making. *The Journal of Academic Librarianship* 44(1): 140-144. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2017.09.004>

Manashty, A. y Light, J. (2019) Life Model: A novel representation of life-long temporal sequences in health predictive analytics. *Future Generation Computer Systems* 92(2019): 141-156 <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.09.033>

M. Cardillo, A. P. (2004). *PLoS Biology*, 2.

Piaget, J. (2001). *La formación de la Inteligencia*. México: Trillas.

Prince, J. (2019) A paradigm for assessing the scope and performance of predictive analytics. *Information Economics and Policy* 47 (2019): 7-13 <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2019.05.004>

Taha, H. (2017). *Operations Research: An Introduction*. US: Pearson.

<https://www.upiicsa.ipn.mx/assets/files/ofertaEducativa/mapa-curricular/superior/escolarizado/UPIICSA-P-2010-Ingeniería-Industrial.pdf>

WRC. Washington, D. C., U.S.A. 1977. Revised edition. 1977

Water Resources Council. Guidelines for Determining Flood Flow Frequency. Appendix 6: Historic data, pp. 6.1-6.7. Bulletin 17 A of the Hydrology Committ

Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant graphics for data analysis (2nd ed). Springer.

Revistas

IPN (2018) Estadística básica. Recuperado de http://www.gestionestrategica.ipn.mx/Evaluacion/Documents/Estadistica/EBASICA_2017-2_V1.pdf (Fecha de consulta 15 de julio de 2019).

IPN. (2017). <https://www.upiicsa.ipn.mx/assets/files/ofertaEducativa/mapacurricular/superior/escolarizado/UPIICSA-P-2010-Ingeniería-Industrial.pdf>

12. Estimación de la Innovación de Empresas de Base Tecnológica en México

Mario Aguilar Fernández* , Julián Patiño Ortiz y
Brenda García Jarquín

Resumen

Es claro que el desarrollo y crecimiento económico de una nación, está determinado en alguna medida por la ciencia, la tecnología y la innovación. En este sentido, la cantidad y calidad de empresas de base tecnológica (EBT), juegan un papel determinante. El objetivo del presente documento es modelar y simular el comportamiento del número de innovaciones tecnológicas y éxitos económicos, a través del comportamiento de las empresas de base tecnológica en México. Se observa una relación directamente proporcional entre el incremento del número de empresas de base tecnológica, con la cantidad de innovaciones. Así también el aumento del número de EBT depende de la creación de centros de investigación, corredores industriales e incubadoras universitarias.

* IPN - UPIICSA - SEPI e IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

Introducción

Desde una perspectiva histórica, la trascendencia social, empresarial y económica de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en México ha sido desvalorizada. No se ha considerado al progreso tecnológico como un impulsor para la economía mexicana. Por si no fuera poco, a esto se le agregan el frágil ambiente macroeconómico y las insuficientes condiciones de competencia. El desafío es transformar tal preocupación en estrategias que proporcionen certidumbre a la operación del sistema mexicano de innovación.

El desempeño de la economía se encuentra vinculado muy de cerca con la posibilidad de generar capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. Es por esto, que el desarrollo y crecimiento económico, está determinado en alguna medida por la ciencia, la tecnología y la innovación.

En el Manual de Oslo, en su primera versión (1992), se miden las innovaciones de productos tecnológicos y procesos manufactureros; en su segunda edición (1997), se expande su ámbito para cubrir a los sectores de servicios; y en una tercera edición (2005), se incluyen las innovaciones no tecnológicas, es decir, mercado y organización. Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, European Commission, & Eurostat, 2006).

El Sistema Mexicano de Innovación (SMI) cuenta con la generalidad de los agentes de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) de otros países exitosos (Lundvall, 2010; Nelson, 1993). Sin embargo, sus interacciones y acciones en todos los niveles y con distintas intensidades, contribuyen a caracterizar un SMI emergente (Lundvall, Joseph, Chaminade, & Vang, 2009). Los agentes más importantes del SMI son: organismos e instituciones gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, instituciones de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones financieras (Dutrénit et al., 2010).

La evidencia sugiere que el SMI se encuentra incompleto. Se presentan carencias de recursos (personal, capital e infraestructura) y deficiencias en su funcionamiento (involucramiento de los distintos agentes). Además, se presentan las fallas atribuibles al funcionamiento de los mercados, las fallas de regulación originadas en el gobierno, y *las fallas sistémicas*, es decir, se percibe una debilidad en la vinculación (integración) entre agentes (empresas, dependencias de gobierno, Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación y consultores especializados), que impiden el uso asociado con conocimiento, habilidades, pericia y capacidad, con el fin de generar nuevas ideas y propiciar un aprendizaje interactivo (Dutrénit et al., 2010; FCCT, 2013; Woolthuisa, Lankhuizenb, & Gilsing, 2005).

Tradicionalmente, el progreso tecnológico consta de tres etapas. La invención (el paso donde los nuevos productos son desarrollados), la innovación (el paso donde se introducen nuevos productos al mercado), y la imitación o difusión (esparcir los nuevos productos en el mercado). La invención es la primera idea de un producto, mientras que la innovación lleva a la invención a la práctica. Para poder llevar una

invención a una innovación, una empresa, región o nación, normalmente necesitan combinar diferentes tipos de conocimiento, capacidades, habilidades y recursos (Fagerberg, Mowery, & Nelson, 2005).

¿Qué es la dinámica de sistemas (DS)? En la actualidad, es un tema de debate (Vander-minden, 2006). En efecto, la DS ha sido etiquetada como una teoría (Flood & Jackson, 1991; Jackson, 2003), un método (Coyle, 1979; Lane, 2001; Sterman, 2000; Wolstenholme, 1990), una metodología (Roberts, 1978), un campo de estudio (Coyle, 2000), una herramienta (Luna-Reyes & Andersen, 2003; Ogata, 2004), un paradigma (Olaya, 2009), entre otros. Siempre, un punto de partida natural es el trabajo de Jay Forrester (1918-2016), el fundador de la dinámica de sistemas.

La DS es un enfoque riguroso, científico y consistente de modelación, que tiene como principal objetivo ayudar en la comprensión de patrones de comportamiento de sistemas complejos (Forrester, 1968; García, 2013; Sterman, 2000). En la terminología de la DS, un sistema complejo se define como una estructura de orden superior, con múltiples bucles, y realimentación no lineal (gran variedad de comportamientos) (Prigogine, 2009). En este sentido, la DS utiliza estructuras conceptuales para mostrar las relaciones de causa y efecto de las variables de un modelo, y luego traducir esas relaciones en un modelo de simulación por computadora que reproduce el comportamiento del sistema en el tiempo (Sterman, 2006).

Formalmente, el uso de técnicas de modelación, simulación y dinámica de sistemas en estudios relacionados con la innovación tecnológica (escuela neo-Schumpeteriana) datan del libro de Nelson & Winter, del año 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change* (Nelson & Winter, 1982), en el cual se examina, simultáneamente, la existencia de múltiples empresas y sus diferentes comportamientos. Enseguida, aparecen con la

discusión del ciclo de vida de la innovación tecnológica, Utterback & Abernathy (Utterback & Abernathy, 1975). Posteriormente surgen Silverberg y otros, con modelos que explican el cambio y difusión tecnológicos (Dosi, Orsenigo, & Silverberg, 1988; Silverberg, 1990; Silverberg & Lehnert, 1993; Silverberg & Verspagen, 1994a, 1994b). Por último, Soete & Turner (Soete & Turner, 1984), Metcalfe (Metcalfe, 1990), e Iwai (Iwai, 1984a, 1984b), también presentan modelos de cambio tecnológico y difusión.

Desarrollo

Se presenta una investigación de tipo cuantitativa, con alcance correlacional. Breves descripciones de métodos (fases) sobre dinámica de sistemas se encuentran en: Forrester (Forrester, 1961), Richardson y Pugh (Richardson & Pugh, 1981), Roberts et al. (Roberts, Andersen, Deal, Grant, & Schaffer, 1983), Coyle (Coyle, 1992), Ford (Ford, 1999), Maani y Cavana (Maani, 2009; Maani & Cavana, 2007), Morecroft (Morecroft, 2007) y Sterman (Sterman, 2000). Son documentos que, además, describen el campo de la DS y proporcionan herramientas, técnicas y ejemplos.

Como se ha mencionado, la dinámica de sistemas es una perspectiva y un conjunto de herramientas conceptuales que permiten entender la estructura y dinámica de sistemas complejos. La dinámica de sistemas es también un método de modelado que permite construir simulaciones formales por computadora de sistemas complejos y usarlos para diseñar políticas más efectivas. El modelado es inherentemente creativo, en el que los creadores de modelos exitosos siguen un proceso disciplinado que envuelve las siguientes cinco actividades (Sterman, 2000).

- Articulación del problema (selección de límites).

- Hipótesis dinámica.
- Formulación.
- Prueba.
- Formulación y evaluación de políticas.

El modelo general de la Figura 12.2 está compuesto por dos sectores. El primer sector, que se puede observar en la parte inferior, tiene el objetivo de calcular el número de empresas de base tecnológica (EBT), con base en el número de centros de investigación, corredores industriales e incubadoras. En el sector 2 (parte superior), se calcula, el número de innovaciones y éxitos económicos, usando como insumos las invenciones de las EBT y su cantidad, proveniente del bloque 1.

Los experimentos realizados al modelo general de la Figura 12.2, con las variables dinámicas de la Figura 12.3(a y b), arrojaron algunos comentarios. Primeramente, es claro que la cantidad de empresas de base tecnológica está determinada por el número de incubadoras, corredores industriales y centros de investigación; así también, el número de éxitos económicos depende del número de innovaciones, además de la cantidad de empresas de base tecnológica y sus correspondientes invenciones. La Figura 12.1 muestra las ecuaciones del modelo en el formato del software *Ithink*.

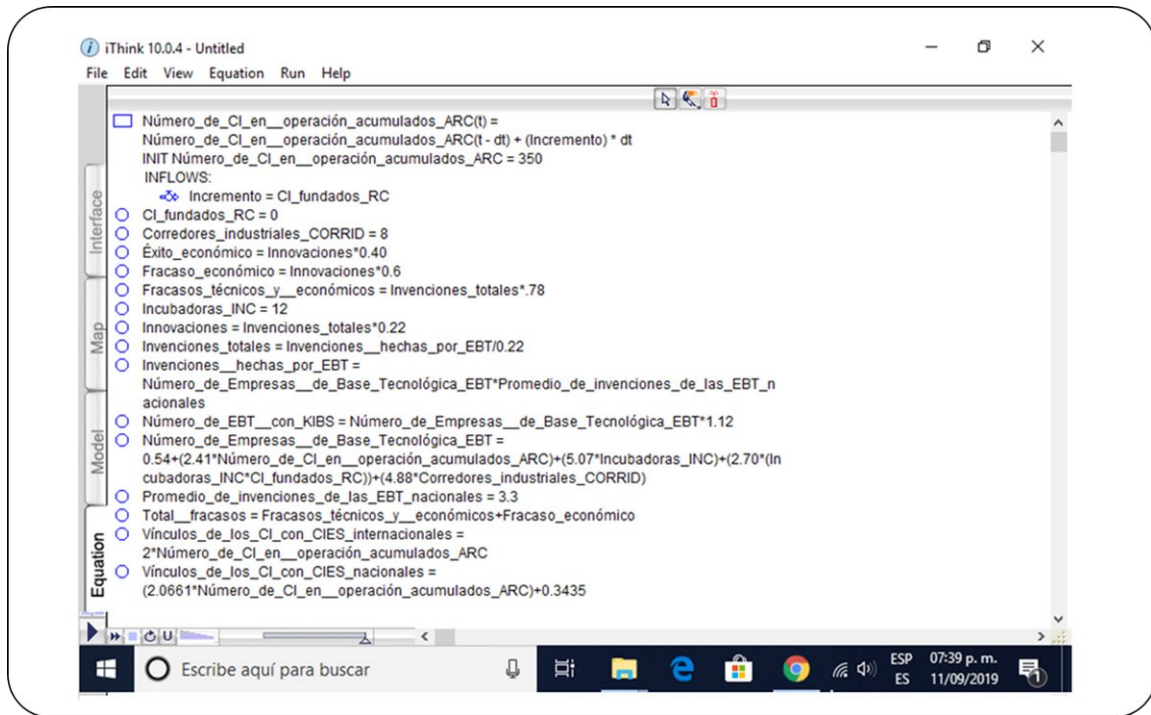


Figura 12.1 Ecuaciones del modelo. Elaboración propia con base en el software Ithink

Con las condiciones iniciales de la Figura 12.3(a), resultan 944 empresas de base tecnológica, con 1,888 innovaciones y 755 éxitos económicos. Por otro lado, con los parámetros de la Figura 12.3(b), como resultado se tienen 2,063 empresas de base tecnológica, con 12,379 innovaciones y 4,952 éxitos económicos. Todos resultados estimados.

12. Estimación de la Innovación de Empresas de Base Tecnológica en México

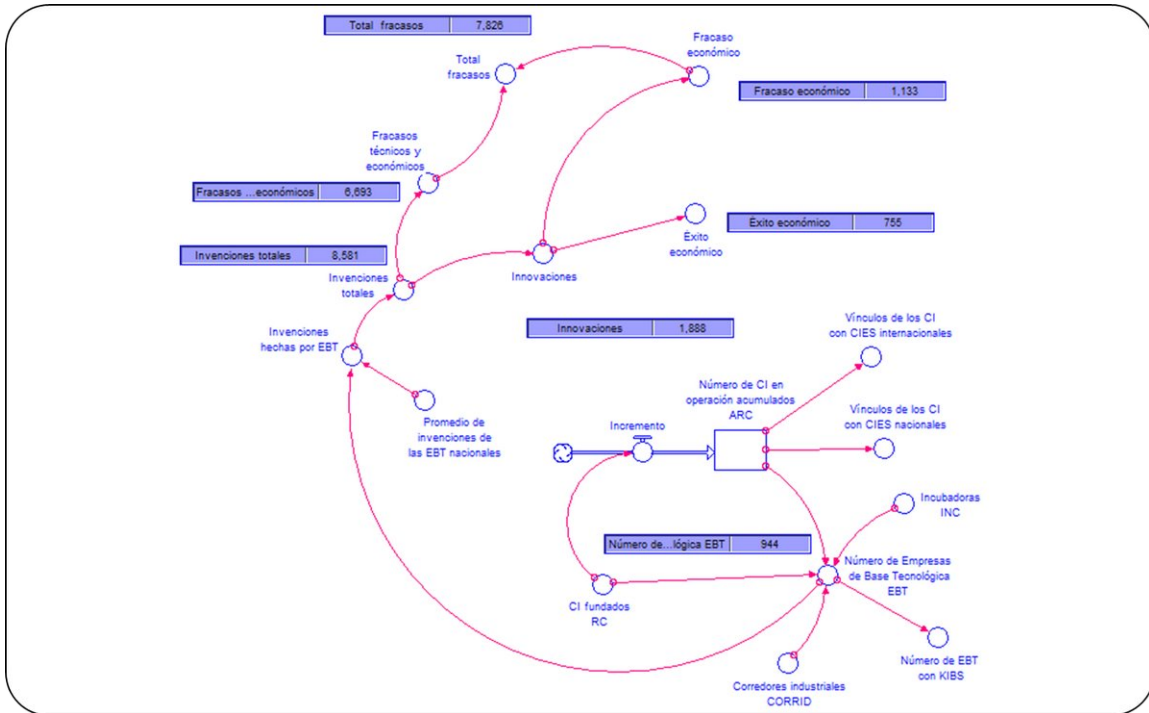


Figura 12.2. Modelo general. Elaboración propia con base en el software Ithink

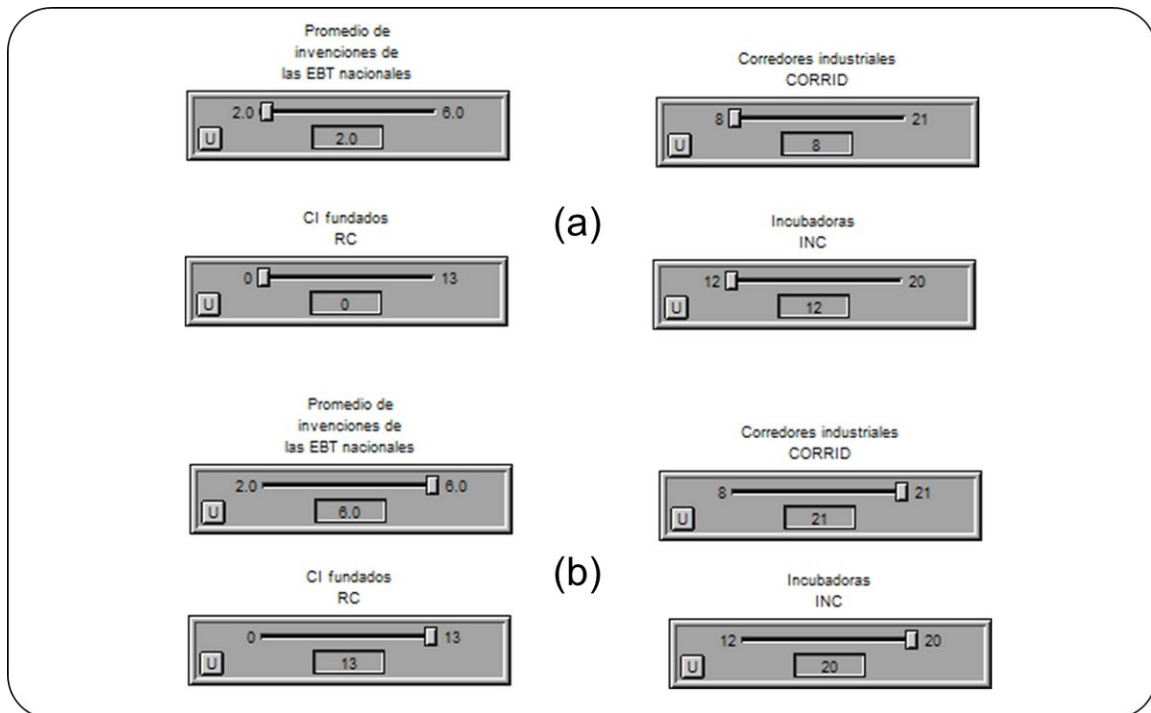


Figura 12.3. Variables dinámicas (valores iniciales (a) y valores finales (b)).
Elaboración propia con base en el software Ithink

Reflexiones

De lo anterior, se presentan algunos mensajes para la política de tecnología e innovación en México (para el incremento de innovaciones de productos y procesos):

- Se valida la importancia estratégica de crear incubadoras de empresas, corredores industriales y centros de investigación (Corona, 2005).
- Casi un tercio de las innovaciones se convierte en éxitos económicos.

- c) Una quinta parte de las invenciones en la esfera tecnocientífica, se convierte en innovación tecnológica.

Finalmente, quedan algunos futuros trabajos por ejecutar. Uno de ellos es el diseño de un modelo (suprasistema) que integre la mayor parte de los sistemas y subsistemas que intervienen la producción de innovaciones de procesos y productos, a nivel nacional. Otro sería que dicho modelo sea representado, también, de forma dinámica, como el del presente documento. Derivado de las experimentaciones con el modelo dinámico, es posible, también, diseñar, evaluar, aplicar y retroalimentar estrategias y políticas públicas, para la mejora del progreso tecnológico en México.

Referencias

- Corona, L. (2005). México: El Reto de Crear Ambientes Regionales de Innovación (Primera ed.). México: FCE.
- Coyle, R. G. (1979). Management System Dynamics (First ed.). UK: Wiley.
- Coyle, R. G. (1992). A System Dynamics Model of Aircraft Carrier Survivability. *System Dynamics Review*, 8(3), 193-213.
- Coyle, R. G. (2000). Qualitative and Quantitative Modelling in System Dynamics: Some research questions. *System Dynamics Review*, 16, 225-244.
- Dosi, G., Orsenigo, L., & Silverberg, G. (1988). Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-organisation Model. *Economic Journal*, 98(393), 1032-1054.

- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J., Puchet, M., Santiago, F., & Vera-Cruz, A. (2010). El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos (Primera ed.). México: UAM-X.
- Fagerberg, J., Mowery, D., & Nelson, R. (2005). The Oxford Handbook of Innovation (First ed.). USA: Oxford University Press.
- FCCT. (2013). Diagnóstico de la Política Científica, Tecnológica y de Fomento a la Innovación en México (2000-2006). México: FCCT.
- Flood, R., & Jackson, M. (1991). Creative Problem Solving (First ed.). UK: Wiley.
- Ford, A. (1999). Modeling the Environment: An Introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems (First ed.). USA: Island Press.
- Forrester, J. W. (1961). Industrial Dynamics (First ed.). USA: Pegasus Communications.
- Forrester, J. W. (1968). Principles of Systems (First ed.). USA: Pegasus Communications.
- García, R. (2013). Sistemas Complejos (Primera ed.). México: Gedisa.
- Iwai, K. (1984a). Schumpeterian Dynamics I. An Evolutionary Model of Innovation and Imitation. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 5(2), 159-190.
- Iwai, K. (1984b). Schumpeterian Dynamics II. Technological Progress, Firm Growth and 'Economic Selection'. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 5(3), 321-351.
- Jackson, M. (2003). Systems Thinking: Creative holism for managers (First ed.). UK: Wiley.
- Lane, D. (2001). Rerum Cognoscere Causas: Part I - How do the ideas of system dynamics relate to traditional social theories and the voluntarism/determinism debate? *System Dynamics Review*, 17, 97-118.

- Luna-Reyes, L. F., & Andersen, D. L. (2003). Collecting and Analyzing Qualitative Data for System Dynamics: Methods and models. *System Dynamics Review*, 19, 271-296.
- Lundvall, B.-Å. (2010). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (First ed.). USA: Anthem Press.
- Lundvall, B.-A., Joseph, K. J., Chaminade, C., & Vang, J. (2009). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries. Building Domestic Capabilities in Global Setting* (First ed.). UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Maani, K. (2009). System Dynamics and Organizational Learning. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Complexity and Systems Science* (First ed.). USA: Springer.
- Maani, K. E., & Cavana, R. Y. (2007). *Systems Thinking, System Dynamics: Managing Change and Complexity* (First ed.). New Zealand: Pearson Education.
- Metcalfe, J. S. (1990). The Diffusion of Innovations: An Interpretative Survey. In G. Dosi (Ed.), *Technical Change and Economic Theory* (First ed.). UK: Pinter Pub Ltd.
- Morecroft, J. (2007). *Strategic Modelling and Business Dynamics: A Feedback Systems Approach* (First ed.). UK: Wiley.
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* (First ed.). USA: Oxford University Press.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change* (First ed.). USA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Ogata, K. (2004). *System Dynamics* (Fourth ed.). USA: Pearson.
- Olaya, C. (2009). System Dynamics Philosophical Background and Underpinnings. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Complexity and Systems Science* (First ed.). USA: Springer.

- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, European Commission, & Eurostat. (2006). Manual de Oslo. Guía para la Recogida e Interpretación de Datos Sobre Innovación (Tercera ed.). Francia: OECD.
- Prigogine, I. (2009). ¿Tan Sólo una Ilusión? (Sexta ed.). España: Tusquets Editores.
- Richardson, G., & Pugh, J. (1981). Introduction to System Dynamics Modeling (First ed.). USA: Pegasus Communications.
- Roberts, E. B. (1978). System Dynamics. An introduction. In E. B. Roberts (Ed.), Managerial Applications of System Dynamics (First ed.). USA: Pegasus Communications Inc.
- Roberts, N., Andersen, D. F., Deal, R. M., Grant, M. S., & Schaffer, W. A. (1983). Introduction to Computer Simulation: a System Dynamics Modeling Approach (First ed.). USA: Addison Wesley.
- Silverberg, G. (1990). Modelling Economic Dynamics and Technical Change: Mathematical Approaches to Self-Organisation and Evolution. In G. Dosi (Ed.), Technical Change and Economic Theory (First ed.). UK: Pinter Pub Ltd.
- Silverberg, G., & Lehnert, D. (1993). Long Waves and 'Evolutionary Chaos' in a Simple Schumpeterian Model of Embodied Technical Change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 4(1), 9-37.
- Silverberg, G., & Verspagen, B. (1994a). Collective Learning, Innovation and Growth in a Boundedly Rational, Evolutionary World. *Journal of Evolutionary Economics*, 4(3), 207-226.
- Silverberg, G., & Verspagen, B. (1994b). Learning, Innovation and Economic Growth: A Long-run Model of Industrial Dynamics. *Industrial and Corporate Change*, 3, 199-224.
- Soete, L. L., & Turner, R. (1984). Technology Diffusion and the Rate of Technical Change. *Economic Journal*, 94(375), 612-623.

- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. USA: McGraw-Hill/Irwin.
- Sterman, J. D. (2006). Learning from Evidence in a Complex World. *American Journal of Public Health*, 96, 505-514.
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A Dynamic Model of Process and Product Innovation. *Omega, The Int. Jl. of Mgmt. Sci.*, 3(6), 639-656.
- Vanderminden, P. (July 23 - 27, 2006). System Dynamics. A field of study, a methodology or both. Paper presented at The Twenty-Fourth International Conference of the System Dynamics Society, Nijmegen School of Management, Radboud University Nijmegen, The Netherlands.
- Wolstenholme, E. F. (1990). *System Enquiry* (First ed.). UK: Wiley.
- Woolthuisa, R. K., Lankhuizenb, M., & Gilsing, V. (2005). A System Failure Framework for Innovation Policy Design. *Technovation*, 25(6), 609-619.

13. Modelo de sistemas viables para la gestión del crecimiento económico

F. J. García-Barrios* e I. Badillo-Piña

Versión adaptada del documento presentado en la edición 63 del congreso de la Sociedad Internacional de Ciencias de Sistemas.

Resumen

En este trabajo presentamos un enfoque de Modelo de Sistema Viable (MSV) aplicado en el campo de la economía con el propósito de plantear estrategias de gestión del crecimiento económico. La contribución de este trabajo es en el diseño de una MSV en ciencia económica. El crecimiento económico tradicionalmente se ha modelado para demostrar cuáles son los principales factores que lo explican y para comprender su comportamiento; sin embargo, no para administrar el proceso de cambio. La mayoría de los países buscan aumentar el crecimiento económico porque otras variables económicas mejoran, por ejemplo, el aumento del número de empleos, el aumento de los salarios o la disminución de la pobreza. Esta investigación revisa primero el estado del arte, luego explica la metodología y el proceso seguido, y finalmente presenta una

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

propuesta de modelo de gestión; este modelo alternativo sirve para gestionar y entender el crecimiento económico. Los resultados contribuyen a la teoría del crecimiento económico.

Palabras clave: MSV, Metodología de Sistemas Suaves, Crecimiento Económico, Función de Producción.

Introducción

El sistema de crecimiento económico puede describirse por el conjunto de relaciones que permiten aumentar las capacidades productivas. Esta serie de relaciones en su conjunto permiten incrementar la producción a una determinada velocidad. En el presente documento visualizamos el crecimiento económico como un medio, no como un fin, para lograr mejores niveles de bienestar humano.

En la actualidad, los fenómenos económicos son cada vez más complejos e inciertos. Altos niveles de incertidumbre están llevando a la ciencia económica a buscar respuestas en otras disciplinas. La ingeniería de sistemas ofrece una visión integral para hacer frente a la complejidad de los sistemas económicos.

Para gestionar con la complejidad en esta investigación proponemos el uso de un Modelo de Sistema Viable (MSV). Por sus características, los sistemas económicos requieren información micro y macroeconómica, ya sea a nivel nacional, regional o local, que es proporcionada tanto por el gobierno como por las empresas, y el dinamismo produce un impacto social (Li, 2009).

El MSV se caracteriza por su capacidad para la gestión de sistemas; se le considera como una derivación de la Teoría de la Cibernética Organizacional que se centra en las funciones y la cohesión del sistema para asegurar su viabilidad (Adham et al., 2012). A pesar de la eficiencia que MSV para tratar con problemas complejos, no muchas aplicaciones de este modelo se han llevado a cabo, las razones pueden ser las siguientes: 1) la velocidad con que ocurren los cambios en la actualidad es mucho más rápida y 2) los problemas cada vez son más complejos (Pfiffner, 2010).

Las aplicaciones que se han desarrollado en años recientes en torno a MSV, si bien no han sido muchas, han sido variadas; en este sentido, el modelo se ha utilizado para alinear los objetivos de las organizaciones con el fin de mejorar su cohesión interna (Awuzie and McDermott, 2016). Asimismo, también se ha utilizado para mejorar la calidad de las investigaciones, específicamente para seleccionar el enfoque de investigación apropiado (Awuzie y McDermott, 2017).

En el ámbito empresarial, el MSV ha servido para diagnosticar los problemas de las empresas financieras, integrando la comunicación, la optimización y mejorando la capacidad de gestión y resolución de problemas (Cesarino and Beltrán, 2009). Este modelo también ha combinado el análisis de redes para la identificación de patologías empresariales (Cardoso Castro and Espinosa, 2019). El MSV también ha sido utilizado en conjunto con modelos basados en inteligencia artificial tales como redes neuronales artificiales y sistemas neurodifusos (Azadeh, Ziaei and Moghaddam, 2012; Álvarez-Molina et al., 2015).

En el sector público, el modelo ha ayudado en la coordinación y administración de programas de talento (Fang, Zhu and Zheng, 2015), así como en la comunicación de información deportiva a los jóvenes por parte del ministerio correspondiente (Ben-Ali,

2011), y también en el diseño de comunidades humanas con criterios de sostenibilidad (Leonard, 2008). El MSV se ha utilizado para proponer modelos de gestión del desarrollo económico a través de cooperativas para integrarse con otros sectores de manera adecuada (Guarda et al., 2018), al igual que en la gestión del capital humano y la innovación en la industria hotelera (Núñez-Ríos et al., 2018; Sánchez-García, Núñez-Ríos and Badillo-Piña, 2018).

En el campo de la economía, el crecimiento económico atrae gran parte de los esfuerzos organizativos tanto de las empresas como de los gobiernos, especialmente en los países subdesarrollados. Por su parte, la velocidad del crecimiento económico juega un papel preponderante y este se debe principalmente al progreso tecnológico, entendido como productividad-innovación, lo que significa que, con los mismos recursos tanto de capital como de mano de obra, insumos y energía, se puede producir más y con mayor valor (Spence, 2012).

El crecimiento económico es uno de los problemas importantes que enfrenta la ciencia económica. Esta evidencia empírica indica que los principales factores que influyen en su comportamiento son los siguientes: 1) de forma positiva, el desarrollo del capital humano (Ahsan y Haque, 2017; Altinok y Aydemir, 2017; Alvarado, Iñiguez y Ponce, 2017; Castells-Quintana, 2017); 2) la inversión en infraestructura (Ahsan and Haque, 2017); 3) la forma en la que se distribuye el ingreso (Rezai, Taylor and Foley, 2018); 4) la diversidad cultural derivada de la inmigración (Bove and Elia, 2017); 5) de manera negativa, con el incremento de los impuestos (Chen et al., 2017); 6) positivamente con la inversión realizada por las empresas (Burger et al., 2017); 7) los efectos positivos que tiene el desarrollo tecnológico y su papel en el aumento de la productividad (Andergassen, Nardini and Ricottilli, 2017); y 8) el impacto ambiental sobre el crecimiento económico (Bretschger, 2017; Damania et al., 2017).

Del contexto hasta aquí presentado, podemos asumir que el crecimiento económico puede ser modelado bajo el marco del MVS. El objetivo del presente trabajo es diseñar un MVS para la gestión del crecimiento económico basado en la teoría endógena del crecimiento económico (Romer, 1986, 1990).

Teoría del enfoque sistémico

Las ciencias modernas se han caracterizado por la hiper especialización; para ello se han desarrollado sofisticadas técnicas y métodos que permiten profundizar cada vez más en el conocimiento de cada uno de los campos de estudio; sin embargo, este tipo de análisis comprende solamente una parte de esa realidad, dejando de lado elementos que juegan un papel importante en el fenómeno estudiado; frente a esto, Mobus and Kalton (2015) nos dice que la ciencia de sistemas sigue las ramas de las redes de relaciones existentes, lo que la hace cada vez más inclusiva. Por su parte, Badillo-Piña (2011) señala que la ciencia de sistemas es interdisciplinaria y transdisciplinar ya que estudia los sistemas abstractos de acuerdo con una cosmovisión.

De acuerdo con Van Gigch (2006), “un sistema es una reunión o conjunto de elementos relacionados” de tal forma que la mayoría de los elementos, sean estos organismos vivos o no, son un sistema, algunos son subsistemas de otro sistema más estructurado y al mismo tiempo estos pueden ser el sistema de otros subsistemas. Para Espejo y Reyes (2011) un sistema es el conjunto de partes interrelacionadas que expresamos como un todo. El estudio de los sistemas, entonces, es el estudio del todo, de las partes que lo integran y las relaciones que entre ellas se presentan.

Las definiciones de sistemas aquí presentadas dejan ver que los fenómenos estudiados bajo el enfoque sistémicos son complejos, por lo que es necesario desarrollar un pensamiento sistémico para poder desarrollar esta visión. Jackson (2003) señala que los pensadores sistémicos consideran que las soluciones simples fracasan cuando se enfrentan con problemas complejos, ya que el todo emerge de la interacción de las partes y es esta interacción la que le da sentido a lo que emerge. Frente a esto se encuentra la tradición reduccionista, que coloca a las partes como el elemento central; de ahí que se fragmenten para poder entender el todo. Este mismo autor considera que los sistemas son más que la suma de sus partes; esto no significa que no le interesen las partes, les interesan, pero particularmente las que conforman las redes de relaciones y los términos en los que se da esa relación y cómo sostienen la nueva entidad, es decir, el todo.

Mobus y Kalton (2015) señalan que la complejidad está vinculada con las estructuras jerárquicas de los sistemas; estos mismos autores distinguen entre dos tipos de complejidad, la potencial y la realizada. La primera toma en cuenta el número y tipo de componentes, así como el número y tipo de objetos contenidos dentro de su frontera; la segunda considera que la complejidad potencial es la antesala a la complejidad realizada; una vez que ya es complejidad realizada, después pasa a ser complejidad potencial.

Derivado de lo anterior, podemos añadir que lo simple es lo que no tiene muchas relaciones ni estructura; en consecuencia, lo complejo se definiría como todo aquello que tiene una cantidad importante de relaciones, es muy estructurado y estas relaciones tienen muchos estados posibles.

La Teoría General de Sistemas se confunde a menudo con la cibernética; al respecto Von Bertalanffy (1976) argumenta que esto es incorrecto, porque la cibernética se basa en el control de la información y la retroalimentación que los sistemas envían y reciben; a su vez, estos sistemas pueden ser más o menos complejos. Peón-Escalante (2015) señala que “las organizaciones complejas tienen un impacto importante en la transformación integral del planeta y de todos sus seres vivos, para bien o para mal. Los sistemas de carácter social son más complejos u organizados son los que causan el mayor impacto en el ritmo, la orientación y la magnitud de los cambios evolutivos del hombre; son determinantes para el futuro del planeta y la calidad de vida de sus habitantes”. El sistema económico según Luhmann (1996) es autopoietico, en el sentido de que se reproduce por medio de pagos; el comercio es la representación clara de tal hecho, implica que puede ser al mismo tiempo un sistema cerrado o abierto si se considera desde un enfoque social.

El MSV fue desarrollado por Beer (1972) y se inspira en la investigación de Weiner sobre el control y la comunicación entre animales y máquinas. Por su parte, Ashby (1957) describió los mecanismos de la cibernética, así como los elementos que la hacen diferente; propone el concepto de variedad, también conocido como Ley de Ashby. La variedad se refiere al número de estados que un sistema puede presentar; esta mide su complejidad, es decir, cuanto mayor es la variedad mayor es la complejidad; se señala que la variedad interna y externa debe ser la misma (Adham et al., 2012).

El MSV busca integrar las condiciones necesarias para que cualquier sistema complejo sea viable, ajustando la variedad externa al sistema con su variedad interna (Leonard, 2008). Este modelo busca disminuir la diferencia virtual entre la estructura organizacional y sus procesos (Pfiffner, 2010).

Con este modelo se puede garantizar la supervivencia del sistema a través del tiempo, producto del cambio en el entorno (Lewis, Feeney and O'Sullivan, 2007). Los sistemas viables no solo tienen la capacidad de sobrevivir, sino también de responder a la incertidumbre producida por su propio entorno (Awuzie and McDermott, 2017).

El MSV según Stich y Blum (2015) se basa en tres principios:

1. *Viabilidad* es la capacidad que tienen los sistemas de reaccionar a problemas internos y externos de manera adecuada.
2. *Recursividad* es la habilidad que tiene el Sistema para autoorganizar su estructura.
3. *Autonomía* para que el sistema puede actuar de forma autónoma.

El MSV propuesto por Beer (1972) tiene como objetivo corregir los problemas de las organizaciones. Los requisitos de viabilidad se resumen en los cinco sistemas que Beer (1985) describe brevemente a continuación:

- Sistema 1 (S1). Este sistema está formado por todas las operaciones relevantes que lo definen. Se integra por unidades operativas y de gestión que interactúan directamente con el entorno para lograr sus objetivos y mantener la viabilidad del sistema; este sistema puede ser recursivo (Lewis, Feeney and O'Sullivan, 2007).
- Sistema 2 (S2). Es el sistema anti-oscilación, evita el conflicto de S1 derivado de su funcionamiento y mantiene la cohesión del sistema a través de la comunicación y coordinación.

- Sistema 3 (S3). Este sistema es la dirección local, del control interno. Presenta una derivación. Sistema 3* (S3*) que realiza funciones de monitorización/auditoría. Se concibe como el auditor, que obtiene información de S1; verifica el cumplimiento de las actividades diarias y se posiciona en el aquí y ahora del sistema.
- Sistema 4 (S4). Este sistema lleva a cabo la gestión estratégica, debe tener la capacidad de adaptarse al cambio, producto de la tendencia del entorno externo que puede comprometer su viabilidad, es el sistema de inteligencia.
- Sistema 5 (S5). En este se asegura la identidad y viabilidad del sistema, armoniza la relación entre el sistema interno S3 de control y el sistema externo de adaptación e innovación S4 frente a los cambios dinámicos del entorno, es el sistema de gobernanza del pueblo en cada nivel recursivo, es el sistema de sabiduría.

Teoría endógena del crecimiento económico

En el presente documento adoptamos la teoría endógena del crecimiento; en ese sentido, Barro and Sala-i-Martin (2004) parte del supuesto de la existencia de dos factores para la producción de un bien, los cuales son: trabajo (Λ) y capital (K) en la función de producción, donde Ψ es el producto nacional:

$$\Psi = \Phi (K, \Lambda)$$

Dentro de este modelo se supone también una función de producción tipo Coob-Douglas.

$$\Psi = AK^{\alpha}\Lambda^{\beta}$$

Donde A es un índice de progreso tecnológico; es constante en el tiempo (esto para medir los efectos de la acumulación de capital que es mayor a 0); los coeficientes α y β miden la elasticidad del producto nacional con respecto a los stocks de los factores. En este modelo se consideran los rendimientos crecientes si y solo si $\alpha + \beta > 1$, rendimientos decrecientes si $\alpha + \beta < 1$ y constantes si $\alpha + \beta = 1$. Sin embargo, para la escuela neoclásica la tecnología presenta rendimientos constantes en K y Λ . Si $\beta = 1 - \alpha$ y $0 < \alpha < 1$, entonces la función de producción con rendimientos constantes sería de la siguiente forma.

$$\Psi = AK^{\alpha}\Lambda^{1-\alpha}$$

Dado que A es constante y fluye del exterior gracias a la apertura comercial, podemos decir que los únicos elementos que pudieran influir sobre el crecimiento del producto serían los factores K y Λ , siendo esto uno de los supuestos del modelo neoclásico en donde la tecnología es exógena.

Modelo de sistemas viables para la gestión del crecimiento económico

Uno de los esfuerzos más importantes en la intervención de un sistema económico fue realizado por Stafford Beer en Chile durante el gobierno de Salvador Allende entre 1971 y 1973. Espejo and Reyes (2011) señalan que en este esfuerzo de implementación del MSV se trató de adoptar un enfoque holístico para dirigir la gobernabilidad del país. Lo que Beer proponía, según los autores, no era un enfoque socialista centralizado clásico, ni el clásico *laissez-faire* del libre mercado era una tercera vía. Beer dejó claro que una sociedad extremadamente compleja no podía planificarse de forma centrali-

zada ni dejarse al libre juego de las fuerzas del mercado que asumen la información y las capacidades son uniformes en la sociedad. La tercera vía propuesta por Beer pone especial énfasis en las redes de información y comunicación distribuidas en una plataforma que proporcionaba a los responsables de la toma de decisiones los recursos para coordinar sus acciones a través de la economía.

Los sistemas relevantes propuestos en el MSV que aquí presentamos emergen de las primeras tres etapas de la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) propuesta por Checkland (1999). Estas etapas, que por cuestiones de espacio no están consideradas en el presente trabajo, se enuncian enseguida:

- Etapa 1: Situación problema no estructurada
- Etapa 2: Situación problema estructurada
- Etapa 3: Definición raíz de los sistemas relevantes

Este autor señala que la definición de raíz se obtiene de los sistemas relevantes y tiene el propósito de nombrar el sistema; esto es necesario para entender claramente de qué estamos hablando y para definir su estructura.

Para esta investigación, la definición de raíz de dos de los principales sistemas relevantes encontrados en la etapa 2 del MSS es la siguiente:

Sistema de gestión del crecimiento económico sostenible para lograr mayores tasas de crecimiento, mediante el diseño de acciones y estrategias pertinentes para las inversiones de capital y la gestión eficaz de los recursos humanos.

Como ya se ha mencionado, la importancia del sistema de crecimiento económico que aquí proponemos radica en que una correcta gestión mejora la calidad de vida de quienes participan en este proceso; aumentando los beneficios de las empresas generadoras de empleo; incrementando así los ingresos de los trabajadores y, en consecuencia, reduciendo los niveles de pobreza, es decir, mejorando la calidad de vida en su conjunto.

Sistema 1: instrumentación. De acuerdo con la teoría endógena del crecimiento, el sistema está integrado por tres factores principales que determinan el crecimiento económico: 1) el progreso tecnológico (A), 2) el capital (K) y 3) el trabajo (L). En este sistema asumiremos que el progreso tecnológico está dado gracias a la apertura comercial, por lo tanto, este atributo del Sistema se mantiene constante en el tiempo. Por lo tanto, los dos factores que se integran al MSS serán el capital y el trabajo, cada uno como Sistema 1. La decisión de incluirlos como sistemas relevantes se justifica en la mencionada teoría del crecimiento.

Los sistemas desarrollados a continuación toman en consideración MSV planteado por Beer (1985). En la Figura 13.1 se muestran los dos S1; en el primero es el de capital y en el segundo se muestra el S1 de trabajo. También se visualizan las integraciones del entorno con las unidades operativas representadas en el círculo y este, a su vez, la unidad de gestión representada en la figura cuadrada.

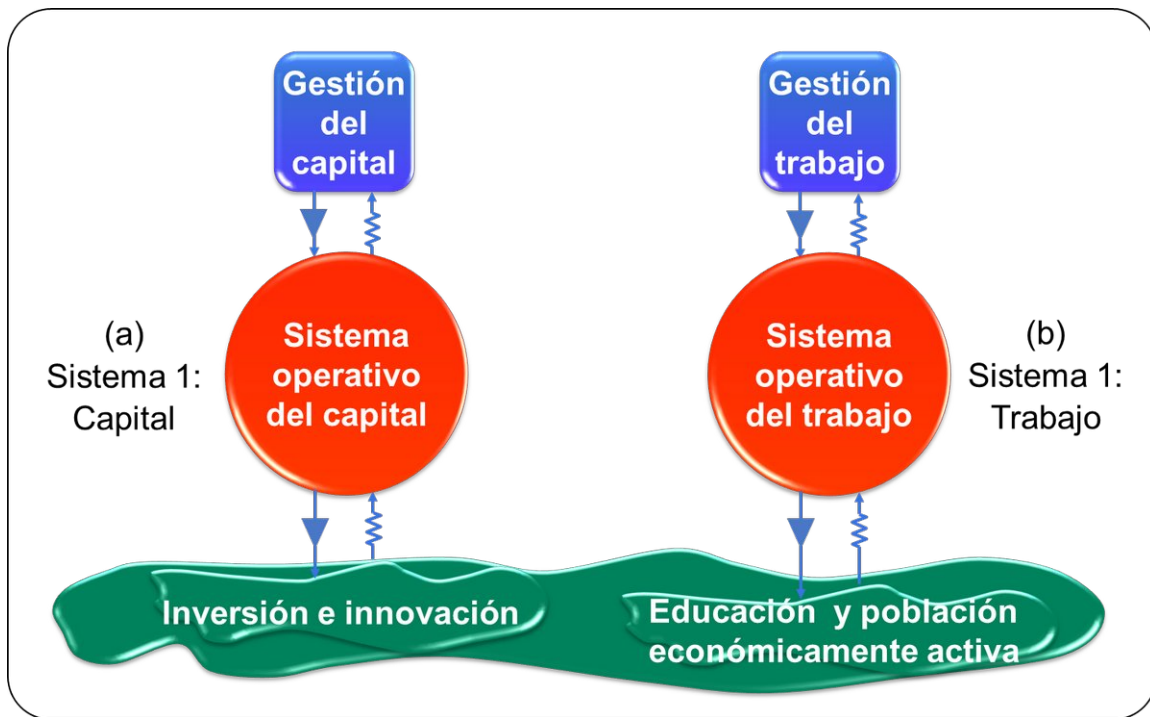


Figura 13.1. Sistemas 1: sistemas operativos de capital y trabajo

El primer S1 llamado capital opera atributos principales; por un lado, la inversión y por el otro la innovación productiva. En cuanto a la inversión, esta se financia con el ahorro privado (S); por su parte, el superávit presupuestario (T-G) es definido como la diferencia entre los ingresos tributarios (T) y los gastos incurridos (G), mientras que el endeudamiento externo (X-M) se define como la diferencia entre las exportaciones (X) y las importaciones (M). La innovación es una medida que se traduce en innovación y que también se representa como progreso tecnológico.

El segundo S1 llamada trabajo; se refiere a la actividad que se realiza con el propósito de producir y/o agregar valor a la producción. En relación con el trabajo, los principales elementos que lo componen son la Población Económicamente Activa (PEA) y el capital humano representado por el nivel de educación. La integración de los S1 se

realiza a través de canales de comunicación llamados atenuadores de variedad y los amplificadores de variedad. El objetivo es que dicha variedad del ambiente sea igual o menor que la variedad operativa de cada S1. Además, la variedad de los sistemas operativos es igual o menor que las variedades administrada. Citando a Beer (1985), "Las variedades gerenciales, operativas y ambientales, difundidas a través de un sistema institucional, tienden a equipararse; deben ser diseñadas para hacerlo con el mínimo daño a las personas y al menor de los costos".

Sistema 2: coordinación. Dado que el objetivo de este Sistema es el funcionamiento óptimo de sus unidades, en la unidad laboral se coordinan los esfuerzos que promueven la formación de capital humano tanto en las instituciones educativas como en las empresas; en la unidad de capital se coordinan las estrategias que permiten incrementar la inversión a través del ahorro privado, el superávit público y el endeudamiento externo, de la misma manera que las estrategias que aumentan la innovación para mejorar la productividad. S2 supervisa la planificación, la variedad y el cultivo del sistema.

Sistema 3: gestión operacional. El Sistema tres, correspondiente a la unidad operativa de política, tiene las siguientes funciones:

- Hace cumplir las leyes, normas y reglamentos,
- Comprueba la sostenibilidad del S1,
- Verifica que los objetivos se logren en cada una de las unidades operativas de proceso,

- Negocia los recursos aplicados en cada unidad operativa del sistema y su dosificación, y
- Realiza auditorías para verificar el cumplimiento en lo que se denomina S3*.

Sistema 4: gestión estratégica. Llamaremos a este sistema la Comisión para el Crecimiento Económico Sistémico (COCRES). Compara el objetivo del sistema ideal con la realidad. Tiene en cuenta las condiciones que prevalecen en el entorno externo para adaptar los cambios en el sistema de crecimiento económico. Diseña e implementa el plan estratégico que permite adaptar las respuestas del sistema a las adversidades externas para alcanzar los objetivos propuestos.

Sistema 5: gobernanza teórico-práctica interna (S3) – externa (S4) en todos los niveles recursivos, es el gobierno democrático del pueblo en todos los niveles tomando en cuenta las condiciones internas y externas. Aquí es donde se toman las decisiones de alto nivel que afectan al sistema de crecimiento económico. Es el cerebro colectivo (S3 y S4) del sistema, y como tal establece y pone en práctica las políticas, misión, visión y valores del sistema.

La integración de los cinco Sistemas antes mencionados constituye el MSV. Este modelo nos permite dirigir todos los esfuerzos para hacer viable el crecimiento económico sostenible a través de la interconexión de todos los roles y funciones del sistema. Esta integración se puede ver en la Figura 13.2.

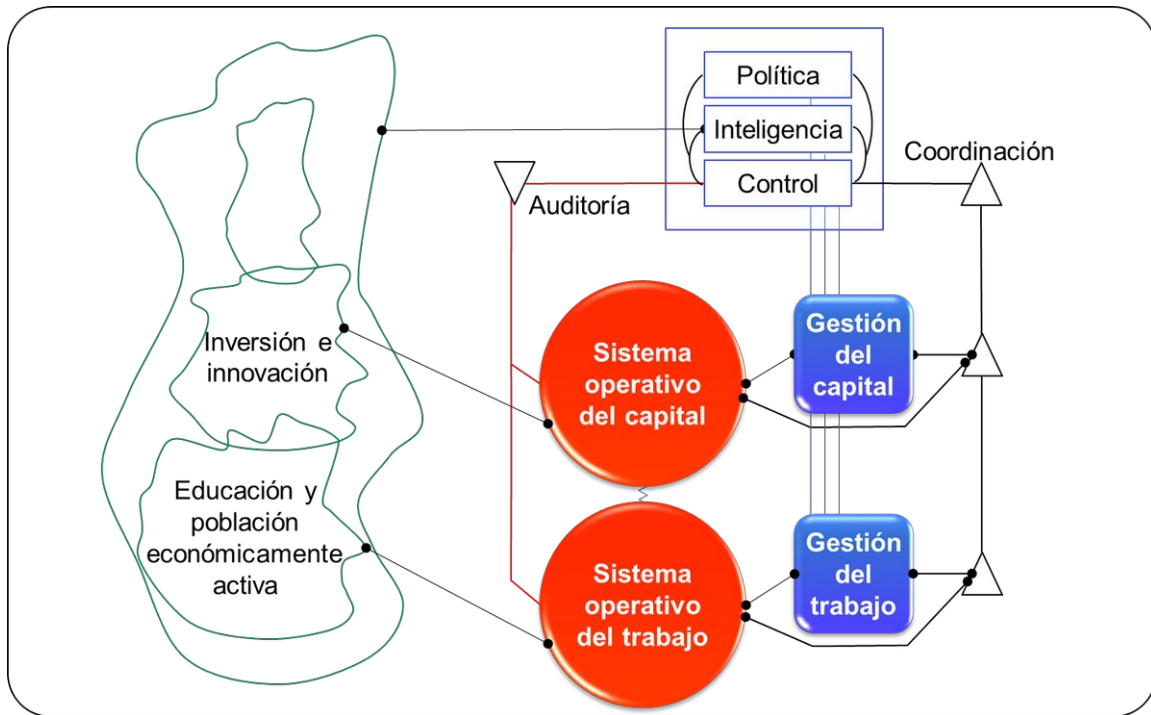


Figura 13.2. Modelo de sistemas viables para la gestión del crecimiento económico

Conclusiones

Este documento propone un enfoque sistémico del MSV para gestionar la transformación integral de las organizaciones que incluye la dimensión económica. Se utiliza en la teoría del crecimiento económico endógeno con el propósito de integrar los sistemas relevantes. El sistema de crecimiento económico fue diseñado para lograr los objetivos propuestos mediante la integración del MSV en la MSS de Checkland. Se describen cada uno de los roles y funciones del sistema, integrándolos para lograr sus propósitos. Esto puede mejorar las condiciones del sistema económico en beneficio de su propio crecimiento.

El MSV puede ser recursivo; sin embargo, en la presente investigación solo se desarrolla el modelo con una sola recursión. Los trabajos futuros nos permitirían ampliar el número de recursiones del sistema para alcanzar un nivel óptimo de gestión y control del crecimiento económico.

Referencias

- Adham, K. A. et al. (2012) 'Functions and inter-relationships of operating agencies in policy implementation from a viable system perspective', *Systemic Practice and Action Research*, 25(2), 149-170. doi: 10.1007/s11213-011-9215-7.
- Ahsan, H. and Haque, M. E. (2017) 'Threshold effects of human capital: Schooling and economic growth', *Economics Letters*. Elsevier B.V., 156, 48-52. doi: 10.1016/j.econlet.2017.04.014.
- Álvarez-Molina, E. R. et al. (2015) 'A Neuro-Fuzzy System as a complex system of emergent behavior in organizations', 2014 2nd World Conference on Complex Systems, WCCS 2014. IEEE, 463-468. doi: 10.1109/ICoCS.2014.7060893.
- Andergassen, R., Nardini, F. and Ricottilli, M. (2017) 'Innovation diffusion, general purpose technologies and economic growth', *Structural Change and Economic Dynamics*. Elsevier B.V., 40, 72-80. doi: 10.1016/j.strueco.2016.12.003.
- Ashby, W. R. (1957) *An introduction to cybernetics*. London: Chapman and Hall LTD.
- Awuzie, B. and McDermott, P. (2016) 'A systems approach to assessing organisational viability in project based organisations', *Built Environment Project and Asset Management*, 6(3), 268-283. doi: 10.1108/BEPAM-08-2014-0037.
- Awuzie, B. and McDermott, P. (2017) 'An abductive approach to qualitative built environment research', *Qualitative Research Journal*, 17(4), 356-372. doi: 10.1108/qrj-08-2016-0048.

- Azadeh, A., Ziaei, B. and Moghaddam, M. (2012) 'Expert Systems with Applications A hybrid fuzzy regression-fuzzy cognitive map algorithm for forecasting and optimization of housing market fluctuations', *Expert Systems With Applications*. Elsevier Ltd, 39(1), 298–315. doi: 10.1016/j.eswa.2011.07.020.
- Badillo-Piña, I. (2011) *Fundamentos Epistemológicos y tendencias de la Ciencia de Sistemas Contemporánea*. México: Instituto Politecnico Nacional.
- Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X. (2004) *Economic growth*. Massachusetts: The MIT Press.
- Beer, S. (1972) *The Brain of the Firm: The Managerial Cybernetics of Organization*. London: Allen Lane, The Penguin Press.
- Beer, S. (1985) *Diagnosing the system for organizations*. Chichester: John Wiley.
- Ben-Ali, F. M. (2011) 'Structural design of a national youth and sports information system using the viable system model', *Kybernetes*, 40(3), 394–404. doi: 10.1108/03684921111133647.
- Von Bertalanffy, L. (1976) *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bove, V. and Elia, L. (2017) 'Migration, Diversity, and Economic Growth', *World Development*. The Author(s), 89, 227–239. doi: 10.1016/j.worlddev.2016.08.012.
- Bretschger, L. (2017) 'Climate policy and economic growth', *Resource and Energy Economics*. Elsevier B.V., 49, 1–15. doi: 10.1016/j.reseneeco.2017.03.002.
- Burger, A. et al. (2017) 'Determinants of firm performance and growth during economic recession: The case of Central and Eastern European countries', *Economic Systems*, 41(4), 569–590. doi: 10.1016/j.ecosys.2017.05.003.
- Cardoso Castro, P. P. and Espinosa, A. (2019) 'Identification of organisational pathologies', *Kybernetes*, p. K-10-2018-0557. doi: 10.1108/K-10-2018-0557.

- Cezarino, L. O. and Beltrán, A. C. (2009) 'Diagnosis of organizational soft problems in a peruvian financial institution by systemic thinking', *Systemic Practice and Action Research*, 22(2), 101-110. doi: 10.1007/s11213-008-9115-7.
- Chen, P. ho et al. (2017) 'Short-run and long-run effects of capital taxation on innovation and economic growth', *Journal of Macroeconomics*. Elsevier Inc., 53, 207-221. doi: 10.1016/j.jmacro.2017.07.002.
- Damania, R. et al. (2017) 'The Road to Growth: Measuring the Tradeoffs between Economic Growth and Ecological Destruction', *World Development*, 101, 351-376. doi: 10.1016/j.worlddev.2017.06.001.
- Espejo, R. & Reyes, A. (2011) *Organizational systems: Managing complexity with the viable system model*. NY: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-19109-1.
- Fang, Y., Zhu, D. and Zheng, Y. (2015) 'The current status and systematic framework of talent programmes in basic research in China: a system theory perspective', *Technology Analysis and Strategic Management*, 27(6), 722-738. doi: 10.1080/09537325.2014.957665.
- Van Gigch, J. P. (2006) *Teoría general de sistemas*. México: Trillas.
- Guarda, T. et al. (2018) 'Territorial intelligence in the impulse of economic development initiatives for artisanal fishing cooperatives', in *International Conference of Research Applied to Defense and Security*. Springer, Cham, 105-115. doi: 10.1007/978-3-319-78605-6.
- Jackson, M. C. (2003) *Systems thinking: Creative holism for managers*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Leonard, A. (2008) 'Integrating Sustainability Practices Using the Viable System Model', *System Research and Behavioral Science*, 25(October), 643-654. doi: 10.1002/sres.

- Lewis, D., Feeney, K. and O'Sullivan, D. (2007) 'Integrating the policy dialectic into dynamic spectrum management', 2007 2nd IEEE International Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks, 390–398. doi: 10.1109/DYSPAN.2007.57.
- Li, J. (2009) 'Surviving the economy', in 53rd Annual Meeting of the ISSS, 1–38.
- Luhmann, N. (1996) *Introducción a la teoría de sistemas*. México: Universidad Iberoamericana.
- Mobus, G. E. and Kalton, M. C. (2015) *Principles of systems science*. New York: Springer Science & Business Media. doi: 10.1007/978-1-4939-1920-8.
- Núñez-Ríos, J. E. et al. (2018) 'Human Capital Management Innovation for Mexican Lodging Through Autopoiesis and Self-Organization', in Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the ISSS-2018. Corvallis, Or. USA.
- Peón-Escalante, I. E. (2015) *Transformación Integral de Organizaciones Complejas*. Ciudad de México: Sociedad Cooperativa de Producción Taller Abierto S.C.L.
- Pfiffner, M. (2010) 'Five experiences with the viable system model', *Kybernetes*, 39(9), 1615–1626. doi: 10.1108/03684921011081196.
- Rezai, A., Taylor, L. and Foley, D. (2018) 'Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change', *Ecological Economics*. Elsevier, 146(August 2017), 164–172. doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.10.020.
- Romer, P. M. (1986) 'Increasing Returns and Economic Growth', *American Economic Review*, 94(5), 1002–1037. doi: 10.1086/261420.
- Romer, P. M. (1990) 'Endogenous technological change', *Economic Growth and the Environment*, 98(5), 61–80. doi: 10.1093/acprof:osobl/9780199663897.003.0004.

Sánchez-García, J. Y., Nuñez-Ríos, J. E. and Badillo-Piña, I. (2018) 'Innovation in Services: a Viable System Model Design for Tourist MSMEs Integration in México', in 62nd Annual Meeting of the ISSS-2018, 1-13.

Spence, M. (2012) *The next convergence: The future of economic growth in a multispeed world*. Picador. New York: Farrar, Straus and Goroux.

Stich, V. and Blum, M. (2015) 'A Cybernetic Reference Model for Production Systems Using the Viable System Model', in International Federation for Information Processing 2015, 169-176. doi: 10.1007/978-3-319-22756-6.

14. Aplicación organizacional sobre la Transformación Organizacional hacia la Calidad Integral y Sustentable (TOCIS) de complejas redes organizacionales socioambientales ecosistémicas

I. E. Peón-Escalante*

Contexto coevolutivo del proceso de transformación organizacional en la gran historia coevolutiva de todos los sistemas hacia estados de mayor complejidad cualitativa

Un punto de partida en el camino hacia una cultura sistémica y ecosistémica es conocer, comprender y manejar de forma más adecuada el concepto sistémico de *complejidad* (Gell-Mann, 1994), esencial para los procesos de transformación de los sistemas de estados poco organizados a más organizados. En la gran historia (Spier, 2015) de los sistemas desde el Big Bang, toda la realidad tiene un comportamiento dinámico coevolutivo o de *complejificación-concientización* (De Chardin, 1963), hacia la posible unidad total al final de los tiempos que propuso De Chardin, con el nombre de punto Omega. El proceso de unificación es cada vez más acelerado a través de una dinámica cualitativa de diferenciación complementaria para la integración sinérgica (Lawrence, Lorsch, 1967) (Corning, 2005). Mientras más complejo o integrado es un sistema, es más interactivo, dinámico o turbulento.

* IPN - ESIMEZ - SEPI - PIS

Según la teoría de la evolución, el comportamiento de todos los sistemas de la realidad es dinámico. Gradualmente se transforman los distintos tipos de sistemas de estados simples o poco integrados u organizados a estados más complejos a través de un proceso permanente cada vez más acelerado de complejificación, que genera un mayor nivel de consciencia y calidad. Al principio de la gran historia (Spier, 2015) de todos los sistemas a partir del Big Bang, solo existían en el espacio-tiempo sistemas no vivos de energía y posteriormente de materia-energía e información, con un bajo nivel de integración, organización o complejidad.

En la etapa evolutiva inicial y más larga, la de los sistemas no vivos, la integración se produjo por el efecto de las cuatro fuerzas de la naturaleza (la débil, la fuerte, el electromagnetismo y la gravedad) las partículas subatómicas se integraron en partículas atómicas y estas, a su vez, en moléculas inorgánicas y orgánicas de creciente nivel de organización o de complejidad (Gell-Mann, 1994) a través de un proceso holodinámico.

En la segunda etapa evolutiva, la de los seres vivos abiertos y dinámicos que surge a partir de la integración de moléculas orgánicas emergen y coevolucionan los seres vivos simples o monocelulares, que eventualmente al integrarse más dan un brinco evolutivo al convertirse en seres vivos pluricelulares más complejos. Los seres vivos más complejos inician su integración grupal de mayor complejidad al actuar de forma conjunta como parvadas, manadas y otras formas de organización social que les permite actuar de forma colectiva.

Al integrarse, los sistemas abióticos y bióticos surgen del proceso coevolutivo los ecosistemas naturales (Armijo, Gaso, Nava, 1996), con todavía mayor nivel de complejidad que los seres vivos y sus organizaciones sociales más evolucionadas con geometría fractal (Mandelbrot, 1982). El conjunto de ecosistemas territoriales, al inte-

rrelacionarse, conforman el planeta vivo o Gaia (Lovelock, 1991). El macrosistema de la biósfera, de la vida planetaria, tiene como propiedad emergente un comportamiento cibernético de equilibrio dinámico adaptativo u homeostático para adecuarse a las condiciones dinámicas de su medio local y global.

Al consolidarse un medio con las condiciones adecuadas para la vida, la biósfera, ocurre un nuevo brinco coevolutivo de los seres conscientes y sus sistemas civilizatorios hace unos cinco mil años. La emergencia de las organizaciones y civilizaciones humanas de mayor complejidad acelera el proceso coevolutivo de complejificación-concientización que se manifiesta en su propiedad emergente de creatividad.

Al emerger los sistemas conscientes, gradualmente se expanden por el planeta a través de sus migraciones para adaptarse a las condiciones cambiantes de cada medio natural. Gracias a su creatividad, los seres conscientes organizados, que al principio eran solo abiertos y dinámicos adaptativos como los demás seres vivos, inician el proceso de transformación de la naturaleza a través de su revolución agropecuaria innovadora que transforma a las pequeñas sociedades nómadas familiares y tribales en sociedades sedentarias de mayor tamaño y nivel de organización.

Al emerger los sistemas sociales organizados más grandes y sus ciudades, se inicia el proceso civilizatorio colectivo de forma casi paralela en distintas regiones del planeta, sobre todo en el continente Euroasiático. Los distintos pueblos y civilizaciones autónomas que surgen en paralelo gradualmente se conectan cada vez más a partir del avance de las tecnologías de transporte.

Al conectarse los diferentes pueblos y civilizaciones por medio del intercambio comercial, e inclusive de los conflictos bélicos, se inicia un proceso de integración o de mestizaje racial y cultural cada vez más amplio que genera civilizaciones híbridas más complejas.

A partir de la interconexión de las civilizaciones, sobre todo de Europa y Asia, emergen y se intercambian soluciones culturales de tecnología vernácula junto con productos y herramientas para resolver con mayor eficacia las situaciones problema de supervivencia diaria, de forma paralela a la creación de filosofías y religiones. Los códigos de conducta filosóficos y religiosos también evolucionan de formas simples territoriales a formas más amplias transterritoriales y transcivilizatorias, primero de forma local o regional politeísta, y luego de forma más amplia e integrada monoteísta, creando códigos de conducta colectivos políticos y religiosos como guía trascendente para la convivencia humana de pueblos e imperios de mayor tamaño y complejidad. Se inicia un proceso cada vez más complejo de gobernanza que interconecta el poder legal o normativo de modelos que orientan las acciones de los poderes ejecutivos y los regulan a través del poder judicial, que compara los modelos con las acciones buscando su congruencia bajo las condiciones cambiantes de contextos dinámicos en ámbitos locales y de los imperios de mayor amplitud, complejidad y dimensión territorial.

Gracias a los avances tecnológicos de las comunicaciones, las civilizaciones (Diamond, 2005) que viven en diferentes regiones y continentes del planeta se conectan e interrelacionan de manera cada vez más amplia o global a través de una combinación de procesos bélicos, comerciales, políticos y culturales de los que surgen nuevos imperios de tal magnitud que en sus fronteras no se oculta el sol en la primera mitad del segundo milenio.

En la mitad del segundo milenio se inicia la modernidad con una serie de brincos culturales trascendentes, como lo fueron el Renacimiento, el encuentro de las culturas europeas, americanas y de otros continentes, el inicio de la era científica-tecnológica, que marca una nueva etapa de intercambio global más acelerado entre los pueblos y los grandes imperios y civilizaciones, así como un acelerado proceso de innovación que genera la era industrial y el crecimiento explosivo de las ciudades y megalópolis, al igual que de la población en general, gracias a los avances en los sistemas de salud.

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XX se inicia la etapa posmoderna con las revoluciones francesa, rusa y mexicana, que cuestionan los sistemas económicos y de poder, así como la forma de gobernanza vertical monárquica en todos los ámbitos, explorando formas más democráticas de gobernanza. A mediados del siglo XX se inicia la era de la información, la comunicación y los servicios que acelera los complejos procesos de organización en distintos medios desde el local hasta el global interconectados.

Se inicia una era turbulenta de acelerados cambios inclusive a nivel planetario, como los conflictos nucleares, las enfermedades crónicas, el tráfico de drogas y armas, los profundas desigualdades económicas, raciales, de género, etc., el cambio climático y las migraciones, situaciones problema que solo se pueden abordar de forma adecuada y suficiente a través de un sistema global de gobernanza desde los pueblos organizados, ya que los sistemas verticales de gobernanza son los principales culpables de los peligrosos desequilibrios existentes (Meadows & Meadows, 2004).

En síntesis, el proceso de complejificación o de organización de todos los sistemas, los no vivos, los vivos y los conscientes civilizatorios en la gran historia, gradualmente, pero de forma cada vez más acelerada, adquieren mayor nivel de organización, de

complejidad y de velocidad como un creciente huracán. Los huracanes inician su desarrollo de forma pequeña y crecen en dimensión y velocidad de forma cada vez más acelerada.

Las turbulentas (Ing, 2008) situaciones problema de un mundo más interconectado y globalizado requieren con urgencia la formación de un proceso de gobernanza cibernética democrática global con la variedad necesaria para dar respuesta oportuna y de suficiente alcance a situaciones problema tan graves como el cambio climático, que pone en riesgo la permanencia de la vida en todas sus manifestaciones (Klein, 2014).

Contexto práctico crítico y propositivo de cuatro décadas de experiencia sobre Transformación Organizacional de Calidad Integral y Sustentable (TOCIS) o con enfoque Ecosistémico

Después de un proceso de dos décadas de formación académica y profesional en ingeniería y en ciencia administrativa, en 1980 entré en contacto con el pequeño laboratorio socioambiental experimental de cambio de la Casa Ecológica Autosuficiente en Ozumba, Estado de México, encabezado por el Fisicomatemático del IPN Jesús Arias Chávez. Al conocer este proyecto alternativo, mi visión sobre los procesos de desarrollo cambió de forma radical. Me di cuenta del fracaso de los sistemas de cambio cupulares científicos-tecnológicos y profesionales corporativos públicos, privados y sociales, en los que había estudiado y trabajado en organizaciones pequeñas y grandes y me di cuenta de sus graves limitaciones.

Participé en la construcción de hospitales, hoteles, conjuntos industriales, en escuelas, en su proceso técnico y administrativo. La realización de obras de infraestructura de gran utilidad venía acompañada por un proceso corrupto de bajo nivel de conciencia y de explotación de la mano de obra, sin tomar en cuenta sus efectos ambientales.

Hasta la fecha, para la mayor parte de las personas el camino vertical de transformación de gobiernos, corporaciones, religiones y élites académicas e intelectuales es la única alternativa posible, sin darle importancia a su efecto concentrador de los beneficios en unos cuantos, excluyendo a la mayor parte de la población marginada.

Pude percibir que la transformación cualitativa del sistema no se puede realizar desde los ambiciosos grupos de poder cupular con muchos recursos que promueven el desarrollismo neoliberal económico-tecnológico con una mirada corta y con un ínfimo nivel de consciencia, puesto que privilegian su beneficio inmediato sobre las necesidades a mediano y largo plazo de los menos favorecidos, es decir, de la mayoría de la población, sin importarles su grave costo socioambiental.

La orientación del pequeño proyecto experimental de tecnología integral aplicada con enfoque socioambiental integral contextual, de ecotecnias para el ecodesarrollo, implicaba un cambio radical de enfoque en varias dimensiones; el principal es el del diseño y gestión de soluciones de forma no dependiente autogestiva desde una base horizontal de organización. En lugar de soluciones cupulares que generan dependencia se orientó a soluciones autogestivas que generan procesos de autosuficiencia y autodeterminación de los grupos marginados, que con sus recursos e información alternativa sociotécnica-ambiental pueden resolver de forma organizada sus principales situaciones problema, tales como el abastecimiento de agua, energía, alimentos y vivienda con los recursos naturales y conocimientos culturales de cada territorio geo-

cultural, a través de procesos de organización solidarios hacia el buen vivir, a través de la armonización entre sociedad y naturaleza. En lugar de soluciones especializadas de la ciencia analítica reduccionista, se diseñaron y aplicaron soluciones integrales o sistémicas cibernéticas de transformación (Espejo, Shanigann, Schuman, 1996), es decir, de ciencia sistémica aplicada mediante acciones e investigaciones prácticas y teóricas cibernéticas grupales incluyentes bajo las condiciones de cada contexto real.

Como todos los procesos integrales o sistémicos de organización o complejificación, el cambio fue por etapas graduales que a continuación se describen como un camino holodinámico de creciente complejidad bajo una visión crítica y propositiva, como se muestra en la Figura 14.1:

- De procesos técnicos especializados a *procesos técnicos integrados con enfoque ambiental o de ecotécnicas adecuadas* a las condiciones y recursos naturales, humanos y geoculturales territoriales que se iniciaron en un proyecto de ciencia aplicada integral a principios de la década de los setenta.
- De procesos ecotécnicos a procesos *sociotécnicos-ambientales* a través del uso métodos pedagógicos participativos de acción-investigación cibernéticos inspirados por el método concientizador de Reflexión-Acción Participativa (PAR) de Paulo Freire para la educación de adultos (Fals Borda, 1998).
- De transformaciones personales y locales con bajo nivel de organización, complejidad y consciencia a procesos complejos de transformación organizacional en sistemas no lineales con arquitectura de redes y redes de redes cualitativas de unidad en la diversidad en ámbitos locales, nacionales e internacionales, y

entre ellos hacia procesos globales de autogobernanza cibernética (Yoles, 2002) de los pueblos autónomos e interrelacionados en y entre distintos ámbitos territoriales con distintas identidades complementarias plurales.

Esto solo se podrá lograr conforme el pueblo, la gente común adquiera mayor conciencia y organización horizontal o democrática para dar respuesta integral autogestiva con visión a largo plazo o sustentable a las problemáticas personales y locales socioambientales con mayor impacto global, y entrelazándolas en redes plurales incluyentes en distintas escalas y entre ellas, redes ecosistémicas de unidad en la diversidad. Los cambios cualitativos con mayor consciencia ecocéntrica son procesos lentos de abajo hacia arriba por su complejidad cualitativa, que solo pueden aumentar de forma gradual a través de la organización comunitaria e intercomunitaria a través de redes horizontales comunitarias y procesos de integración y transformación holodinámica, que implica brincos evolutivos o cambios de fase de estados simples a estados más integrales o complejos.

Las personas y grupos humanos organizados pueden resolver su problemática integral de forma autogestiva con los recursos materiales y humanos con los que cuentan, ya que es la única vía posible para la mayor parte de la población del planeta que ha sido marginada de las soluciones de grupos económicos y políticos de poder, que no tienen la voluntad política ni el suficiente nivel de consciencia para dar respuesta adecuada y oportuna a las crecientes necesidades de la población y del planeta.

De procesos técnicos especializados de organización a procesos sociotécnicos socioambientales de organización o complejificación ecosistémica

Todavía predomina en el medio académico y profesional la orientación de la magia tecnocrática especializada simplista que pretende dar solución a situaciones problema complejas por sus interrelaciones dinámicas bajo las condiciones interactivas del mundo real. Todas las soluciones científicas y tecnológicas son aportaciones valiosas, pero en su mayor parte poco efectivas, por estar fraccionadas y por lo mismo ser simplistas poco aprovechadas; mucho se investiga y documenta, pero poco se aterriza en la práctica bajo condiciones reales hacia su mejora continua. En vista de lo anterior se ejemplifica un camino alternativo de cambio que se describe de forma breve a continuación en una experiencia concreta exitosa, el proyecto integral o sistémico de la Casa Ecológica Autosuficiente.

La experiencia sobre la casa Ecológica Autosuficiente de Ozumba, Estado de México

El proceso autogestivo de investigación aplicada integral de la Casa Ecológica Autosuficiente surgió por iniciativa del Fisicomatemático del IPN Jesús Arias Chávez y su familia, como forma de vida alternativa en armonía con la naturaleza a partir del año 1970, en el pueblo de Ozumba, en la zona de los volcanes del Estado de México.

El pequeño proyecto personal de vida y de investigación aplicada se realizó con una orientación tecnoambiental integral autogestiva, con el fin de construir y habitar una casa ecológica autosuficiente mediante la utilización de tecnologías adecuadas a esta zona rural fría y su contexto geocultural. En el proyecto de la casa ecológica, se dise-

ñaron y aplicaron ecotécnicas o tecnologías ambientales integrales para la construcción de la vivienda, de sus servicios y de un sistema de agroecología para obtener alimentos nutritivos de calidad.

Además de la construcción de la casa y su auto climatización, se buscó integrar los servicios de agua, tratamiento y reciclaje de desechos orgánicos, líquidos y sólidos, con generación de energía por medio de la ecotecnia SUTRANE (Sistema Unitario de Tratamiento y Reciclaje de Agua, Nutrientes y Energía). El reciclaje de los desechos orgánicos líquidos y sólidos se realizó a través de un sistema de biodigestores anaeróbicos en la vivienda y en el establo, y de aprovechamiento de los desechos líquidos orgánicos mediante un proceso de hidroponía orgánica como eje del sistema agroecológico para la producción de alimentos de alta calidad nutritiva.

Se logró la autosuficiencia en agua para usos humanos y agropecuarios a través de la captación de agua de lluvia para usos humanos, y del reciclaje de agua y nutrientes para fines agroecológicos. También se usaron formas de energía limpia y renovable para usos domésticos.

En la década de los ochenta se expandió el proyecto del nivel familiar al comunitario, por medio de su documentación y difusión en el ámbito nacional mediante el apoyo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que generó y difundió cartillas para la autoconstrucción de casas ecológicas autosuficientes.

Al realizar un autodiagnóstico sobre la difusión del proyecto alternativo de autosuficiencia autogestivo, se llegó a la conclusión de que no había sido suficiente la documentación, ya que el proyecto no se había reproducido, por lo que se decidió en el año 1980 iniciar una nueva fase del mismo, un sistema de capacitación práctico-teó-

rico denominado: “Ecotécnicas para el Ecodesarrollo”, con duración de 90 días, dirigido a comunidades rurales y suburbanas de las distintas regiones de México y algunos países centro y sudamericanos. Ocurrió algo semejante a lo que ocurre de forma general en el medio académico en el que se documentan de manera formal estricta muchas investigaciones especializadas, y casi ninguna se lleva a la práctica. A ese poco efectivo proceso Jesús Arias lo describió como: “Los zopilotes estreñidos que planean y planean, pero no obran”; un proceso generalizado de investigación que se estanca en la dimensión teórica de la planeación de modelos desarticulados y discontinuos, orientado esencialmente a la documentación rigurosa de las investigaciones, dando importancia sumamente secundaria a su aplicación.

Cuando se inició el proceso de capacitación para la construcción autogestiva de casas ecológicas autosuficientes adecuadas a su contexto, se realizó inicialmente a través del proceso tradicional vertical de enseñanza-aprendizaje teórico-práctico a las comunidades organizadas, las cuales buscaban resolver sus necesidades básicas de vivienda, alimentos y energía en armonía con su medio natural y cultural. Como el método resultó poco efectivo, se buscó y aplicó el método pedagógico de educación concientizadora de adultos de ERCA (Experienciación, Reflexión, Concientización y Acción) del pedagogo brasileño Paulo Freire, con el apoyo del pedagogo guatemalteco Roberto Díaz Rodas, con mucha experiencia sobre su aplicación en comunidades rurales de su país.

En la etapa de difusión sociotécnica-ambiental se desarrolló un método participativo incluyente o transdisciplinario de acción-investigación (Cliff, Whitehead, 2006), a partir del rediseño del método ERCA, que se transformó en un método cibernético holónico de transformación integral de sistemas de estados simples a complejos ASID (Acciones, Sentimientos, Ideas y Decisiones), orientado hacia procesos autogestivos

comunitarios para la solución de los problemas comunitarios básicos de agua, alimentos, energía y vivienda, tomando en cuenta las condiciones específicas geoculturales de cada región donde se aplica.

Uno de los resultados más importantes de la aplicación del método ASID para la enseñanza de ecotécnicas para el codesarrollo fue la multiplicación de los centros de capacitación para la autoconstrucción de viviendas ecológicas autosuficientes y sus sistemas de producción agroecológicos en distintos estados del país, además del diseño y construcción de muchas ecotécnicas, sobre todo para el manejo integral del agua hacia la autosuficiencia, a través del trabajo comunitario o tequio en distintas comunidades, desde el nivel familiar hasta el local, sobre todo en el período entre 1980 y 1990.

A partir de ese método y de métodos no sistémicos de acción-investigación participativa, así como de herramientas de transformación cibernéticas transdisciplinarias, se diseñó y aplicó en muchos proyectos sistémicos de investigación el Método Ecosistémico (PAP) (D3-A3) (Peón, Aceves, 2005) de Planeación-Acción Participativa y sus técnicas de apoyo para la investigación, documentación, diagnóstico, diseño, operación y mejoramiento de todo tipo de sistemas de vivienda, escuelas y sistemas agroecológicos de producción, con base en la observación de los ecosistemas naturales (Fukuoka, 2003).

El método ecosistémico PAP se utiliza sobre todo en los ámbitos personal y local, así como instrumento de diagnóstico de herramientas sistémicas y no sistémicas y sus componentes para su diferenciación crítica (Peón, 2000) e integración creativa sinérgica en la Metodología Ecosistémica C5 de métodos adecuados a las situaciones problema complejas en las que se interviene.

No es lo mismo la organización de unidad en la diversidad compleja cualitativa o ecosistémica de una tecnología integral o de ecotécnicas interrelacionadas, documentadas y aplicadas, que un conjunto de investigaciones teóricas fraccionadas sobre subsistemas como los del agua, la producción de alimentos, la energía y los sistemas de construcción de una casa ecológica autoconstruida y autosuficiente, que integra no solo los aspectos técnicos sino también los sociales y ambientales, para lo cual es necesario trabajar en equipo en el diseño, construcción y mejoramiento de cada uno de los subsistemas y sus interrelaciones como sistema sociotécnico ambiental de mayor complejidad cualitativa. La mayor parte de los proyectos especializados y documentados de investigación no se aterrizan en la práctica con la intervención participativa de los usuarios en todas las fases del proyecto a distintas escalas. El método ecosistémico PAP se orienta a proyectos integrales en los que participan un conjunto de actores sociales con conocimientos prácticos y teóricos complementarios con visión socioambiental.

Origen y transformación de las Redes Socioambientales Ecosistémicas

El sismo que sacudió a la Ciudad de México y al centro del país en 1985, después de la crisis económica del 1982, cuando México suspendió el pago de su deuda internacional, generó una crisis política vinculada a la crisis económica; se cayó el sistema económico y político con un importante impacto en la consciencia ciudadana solidaria con las víctimas del gran desastre natural.

Previo al sismo del 85, a principios de la década, el líder social Luis López-Llera trajo a México la forma innovadora y compleja de organización de las redes sociales horizontales con una forma de organización no centrada y concentrada ni lineal de las organizaciones y burocracias verticales del sector público, privado, religioso, así como de las organizaciones sociales sindicales y académicas dominantes, que supuestamente debían proporcionar soluciones a los principales problemas de la sociedad, pero que habían sido rebasadas por las nuevas condiciones complejas y dinámicas del contexto contemporáneo turbulento. En vista de lo anterior, a pequeña escala de forma cualitativa surgieron y se multiplicaron grupos organizados de ciudadanos que trabajaban en diferentes dimensiones temáticas de las situaciones problema socioambientales de forma independiente e interdependiente con organizaciones públicas, privadas e internacionales.

Cuando ocurrió el sismo de 1985 en México, el estado se vio rebasado por la dimensión de la crisis, por lo cual en ese momento surgieron múltiples iniciativas solidarias organizadas desde muchos sectores de la sociedad mexicana, sobre todo en la Ciudad de México, en forma de organizaciones no gubernamentales, ONGs de solidaridad. Poco tiempo después se inició su organización más compleja para proporcionar ayuda oportuna a las víctimas a través de la conformación de redes de organizaciones. La respuesta social cada vez más grande y organizada surgió de ese contexto desastroso cuando el estado se vio rebasado por su dimensión. Las pequeñas ONGs que ya existían desde hacía varias décadas, tuvieron un crecimiento explosivo en número y en sus procesos en paralelo horizontales de organización compleja cualitativa en forma de redes y redes de redes.

En el año de 1988, el sistema político se cimbró al perder las elecciones el partido en el poder y tener que recurrir a un fraude masivo para mantener su hegemonía, debilitada a veinte años de la revuelta popular de 1968, que marcó el inicio del cambio político, del despertar del pueblo que fue reprimido en la década de los setenta; la crisis en parte tuvo origen en los nuevos procesos de organización ciudadana descritos anteriormente.

A finales de la década de los ochenta, algunas redes de ONGs que trabajábamos en distintos temas iniciamos un proceso de redes de redes intertemáticas de unidad en la diversidad ecosistémica. Una de esas redes fue la de “ESPACIOS de Reflexión, Comunicación y Acción” que agrupó a líderes sociales y sus redes temáticas sobre agroecología y ecologismo, economía solidaria, derechos humanos, educación, etc. A esa red se le puso el nombre de “espacios” en vez de espacio, para recalcar que era una red auténtica sin centro, un espacio de planeación integral o de reflexión colectiva, de comunicación o de diálogo plural entre líderes con distintas visiones de acción.

La principal acción de la red heterogénea ESPACIOS fue la publicación de un pequeño periódico internacional mensual sobre los grupos y redes solidarias que trabajaban en distintos temas y proyectos locales nacionales e internacionales; esta publicación que duró 10 años tuvo el nombre de “La Otra Bolsa de Valores”, o de valores socioambientales alternativos, de los grupos organizados más conscientes de distintos países que trabajaban en pequeños laboratorios de cambio sobre diversas dimensiones de la problemática global, en muchas regiones del planeta.

Este proyecto marcó el inicio de una red de redes compleja cualitativa (Smith & Jenks, 2006) sin centro, no lineal, de unidad en la diversidad cimentada en relaciones personales sólidas, hace casi 30 años. Aunque nunca se le puso el nombre de organización ecosistémica ya tenía la característica de unidad sinérgica entre redes con identidades y trayectorias diferentes complementarias con procesos de comunicación y de retroalimentación en distintos ámbitos, desde el local hasta el global.

La década de los noventa tuvo uno de sus inicios significativos con la cumbre ambiental mundial de Rio en el año 1992, que congregó a los grupos y redes ambientalistas de todo el planeta junto a líderes y organizaciones políticas, económicas y religiosas; a partir de entonces, el tema ambiental se volvió prioritario en todos los sectores de las sociedades, se globalizó. El lema de las redes ambientalistas de base ante la globalización del movimiento que ganó mayor influencia en las políticas públicas y privadas fue: Hay que pensar y actuar local y globalmente o de forma GLOCAL.

En esa misma época se globalizó mucho más la economía con los tratados regionales e internacionales como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, TLCAN en 1994, y el de la Organización Mundial de Comercio, OMC en 1995. Con el crecimiento masivo de la red de comunicaciones por Internet, se aceleró el proceso de globalización económico, político, social y ambiental. Esta década marcó la ampliación del ámbito y la complejidad de las organizaciones, redes y redes de redes interrelacionadas del nivel nacional al global, a través de la comunicación por Internet a mediados de la década de los noventa, con proyectos internacionales de líderes civiles de diferentes organizaciones independientes internacionales como el *International Forum on Globalization* (IFG) (Foro Internacional sobre la Globalización), red internacional independiente, crítica y propositiva hacia un proceso alternativo de globalización con visión socio-ambiental sustentable.

En 1993, en México se inició un proyecto tripartito impulsado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, el PNUD, buscando después del encuentro internacional de Río de 1992, armonizar las relaciones entre las redes sociales y ambientales y el gobierno. En el proyecto participaron organismos internacionales como el PNUD y otros, así como el gobierno mexicano con la Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL, y otros organismos públicos, junto con un grupo heterogéneo de redes sociales de México por los temas que manejaban y las tendencias ideológicas de las Organizaciones Sociales (sindicatos), Indígenas y ONGs (organizaciones civiles independientes); a ese grupo se le puso el nombre de OSINGs.

Al proyecto que buscaba la transparencia en las relaciones se le puso el nombre de "Ba'Asolay" (agua transparente en yaqui). Por casi una década se hicieron unos 160 pequeños proyectos en diferentes regiones del país sobre distintos temas y se estableció la comunicación de las 15 redes a través de Internet. En el proyecto tripartito Ba'Asolay se experimentó la relación organizacional más compleja entre redes de OSINGs, organizaciones públicas, privadas, religiosas e internacionales, con las que estaban ligadas las redes de OSINGs. Sin duda un proyecto de comunicación y acción organizacional ambicioso, de unidad en la diversidad, que buscaba la armonización ecosistémica de las relaciones entre diferentes sectores, actores y organismos públicos, privados y sociales en ámbitos locales, nacionales e internacionales en el convulso medio económico, político y ambiental de esa década.

El comienzo del siglo XXI fue particularmente violento por acontecimientos bélicos como la destrucción de las torres gemelas en Nueva York y la guerra en Irak. Casi al mismo tiempo que esto ocurría se inició en Brasil, en el año 2001, el Foro Social Mundial, (FSM) (Whitaker, 2004), una compleja propuesta organizacional global de las redes autónomas de la sociedad civil organizada internacional al monopolio del poder

económico y político del Foro Económico Mundial (FEM) que se globalizó en 1987. Este foro, que tiene más de tres décadas de existencia, reúne cada año a los líderes de las grandes corporaciones internacionales con los líderes políticos, sobre todo de los países económicos más desarrollados en Davos, Suiza para fijar las políticas de desarrollo económico mundial bajo el modelo económico neoliberal. Con la organización en forma de red compleja plural del foro social mundial FSM, mediante una visión y propuesta crítica, propositiva y activa, se busca transformar de forma radical el modelo de desarrollo polarizante y excluyente de los países y sectores de la población más rica, que tiene efectos sumamente destructivos en las sociedades marginadas y en el medio ambiente, lo que está generando un peligroso cambio climático y conflictos armados en todo el planeta.

Amenazas y oportunidades en el proceso de complejificación-concientización consciente cualitativa de las organizaciones humanas en distintos ámbitos y entre ellos

La aguda situación de crisis socioambiental es la amenaza más grande del planeta, ya que puede provocar la desaparición de todas las formas de vida, sobre todo por el acelerado cambio climático (Meadows, Meadows, 2004). Por esa razón existen muchas organizaciones conscientes, provenientes de una gran variedad de países en el mundo, las cuales buscan que se declaren la emergencia y justicia climática como medida preventiva de alcance global, ya que la crisis ambiental puede provocar, en un plazo cada vez más corto, un sexto gran desastre socioambiental de carácter antropocéntrico.

La emergencia climática está vinculada de forma directa con la justicia climática, provocada en su mayor parte por grupos corporativos que manejan violentos e impositivos procesos de gobernanza cupular, los cuales han profundizado las diferencias económicas entre personas y países y acelerado los procesos de explotación humana y de los bienes naturales. La amenaza del modelo corporativo de gobernanza con visión neoliberal económica, como lo maneja el Foro Económico Mundial (FEM) de Davos, ha demostrado que es inviable para la sustentabilidad del planeta en continuo y rápido deterioro.

La aguda crisis existente es una oportunidad de cambio organizacional en el ámbito global, hacia una nueva forma de gobernanza que garantice los derechos humanos y de la naturaleza, armonizándolos para lograr la sustentabilidad del planeta, que solo es viable cuando se manejan procesos de gobernanza democráticos participativos desde la base de los pueblos organizados, tomando en cuenta sus contextos naturales y visiones culturales.

El propósito de acelerar el proceso alternativo de organización compleja consciente cualitativa ya se inició en el ámbito global a través de organizaciones con redes de redes horizontales diversas, con procesos no lineales de organización en muchas regiones y, en el ámbito mundial, a través de organizaciones como el Foro Social Mundial (FSM) (Whitaker, 2000), en donde se está construyendo otro mundo posible en el que se busca cambiar el sistema (de gobernanza ecosistémica) y no el clima.

Síntesis del proceso de complejificación del que surgió la forma ecosistémica de conocimiento

Buscando comprender el origen de esta forma emergente de conocimiento orientada a la transformación organizacional creativa como proceso permanente de sistemas abiertos, coevolutivo holodinámico de complejificación-concientización, gradualmente me di cuenta de las distintas etapas de transformación personal prácticas-teóricas del conocimiento con orientación integrador o sintético (Hammond, 2003) como actor social del mundo contemporáneo. Fue un resultado de un proceso gradual personal, local y global en la acción y el pensamiento de más de medio siglo.

La primera etapa de este proceso de integración o complejificación holodinámico tuvo su origen en mi evolución académica, profesional e ideológica. Primero obtuve una formación técnica de ingeniero, y humanística de la ciencia administrativa, bajo la visión evolutiva del proceso de complejificación-concientización (De Chardin, 1963) que adquirí en forma paralela a mis conocimientos técnicos ingenieriles. Durante cerca de dos décadas, apliqué mis conocimientos primero ingenieriles y posteriormente administrativos en mi actividad profesional. Al final de esa etapa, a principios de la década de 1980 entré en contacto con el conocimiento sistémico y con la visión y práctica socioambiental. Mi conocimiento se transformó de técnico especializado en transdisciplinario sociotécnico-ambiental abierto.

Mis experiencias académicas, profesionales y socioambientales se enriquecieron con el conocimiento de la ciencia de sistemas sobre Administración Sistémica (Katz, Kahn, 1974), la Teoría General de Sistemas (Van Gigch, 1990) (Wheatley, 1999), con el conocimiento Cibernético (Von Foerster, 1995) (Beer, 1985) y con el transdisciplinario (Nicolescu, 1996) (Morin, 1992).

Una importante aportación de la ciencia de sistemas son sus herramientas sistémicas de transformación integral, como la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) (Checkland, 1993) y la Metametodología de Intervención Total de Sistemas (ITS) (Jackson, 1992). En los congresos internacionales sobre sistemas se expuso la forma alternativa no lineal de las organizaciones complejas cualitativas en redes horizontales que manejan de forma flexible procesos adaptativos (De Greene, 1982) y creativos de transformación integral, desde grupos organizados de base, en contraste con las organizaciones verticales corporativas (Stamps, Lipnack, 2000).

La creatividad de la Metametodología C5 para el diseño de herramientas ecosistémicas de transformación integrando instrumentos de cambio sistémicos y no sistémicos bajo la guía teórica de la metáfora ecosistémica adecuadas a cada situación contextual problemática

A partir de la influencia del desarrollo de herramientas sistémicas de transformación y su clasificación en la Metametodología ITS de Jackson para la elección adecuada de metodologías y herramientas sistémicas de transformación para cada tipo de situación problema, Jackson clasificó las herramientas sistémicas en tres categorías principales: las duras, bajo la metáfora mecanicista para situaciones problema técni-

cas y económicas con información objetiva; las suaves, bajo la metáfora orgánica con orientación sociocultural, que requiere el manejo de interpretaciones culturales para enfrentar situaciones socioculturales problema; y la crítica heurística, para enfrentar situaciones de conflicto por diferencias culturales, políticas e ideológicas. Para poder usar de forma adecuada este Metametodología de transformación de mayor alcance, es necesario tener una cultura sobre las herramientas sistémicas de transformación y sus conceptos sistémicos para su correcta selección y aplicación. En el diseño de la Metametodología C5 se utilizó como metáfora (Morgan, 1997) de referencia la Ecosistémica como guía teórica para la acción transformadora.

En el capítulo 7 del libro sobre herramientas de transformación sistémicas y ecosistémicas se describe el diseño de la Metametodología Ecosistémica C5 para el diseño de instrumentos de transformación de situaciones problema hacia resultados de mayor complejidad cualitativa, nivel de consciencia y calidad integral y sustentable en la creación de ecosistemas socioambientales. Es un diseño para la integración organizacional o complejificación permanente de instrumentos de transformación a través de un proceso crítico de diferenciación crítica de las herramientas de transformación sistémica y no sistémica y sus componentes, con el fin de compensar sus debilidades con las fortalezas de distintos componentes de instrumentos de cambio, para generar de forma permanente nuevos instrumentos de transformación prácticos y teóricos. El proceso creativo que se utiliza en el diseño ecosistémico C5 es semejante a lo que ocurre en la música fusión de jazz, en la que se integra creativamente en cada presentación distintos géneros e interpretaciones de la música del mundo. La música de jazz es un ejemplo de un proceso de complejificación cualitativo permanente para dar respuesta adecuada a las situaciones problema dinámicas en distintos temas y contextos y en sus interrelaciones.

Como se puede observar, el origen del conocimiento ecosistémico y su aplicación organizacional de complejificación cualitativa a través de instrumentos creativos de transformación tiene cuatro fuentes de conocimiento que se representan en la Figura 14.1.

- La observación directa del proceso coevolutivo de todos los sistemas naturales y sus ecosistemas, complementada con el uso del conocimiento ecológico (Margalef, 2002) documentado y actualizado de los científicos sistémicos y no sistémicos.
- Los avances tecnológicos de distintas índoles para enfrentar la problemática.
- La teoría administrativa sociotécnica tradicional y de la administración integral, abierta y cibernética de gobernanza. La orientación general de este proceso de transformación organizacional es pasar de estados simples poco organizados a estados de mayor complejidad, consciencia (Kelly, 1999) y calidad (CCC) como proceso crítico, propositivo y de comunicación cibernética activa (Habermas, 1987).
- La guía de la metáfora ecosistémica para los procesos integrales de transformación compleja cualitativa tienen cuatro dimensiones complementarias del espacio-tiempo, de las identidades cualitativas de sus componentes y del proceso abierto dinámico coevolutivo con arquitectura helicoidal: la *territorialidad* e interterritorialidad con identidad estructural viable (Beer, 1994) o autopoietica (Maturana, 1979); la *Sustentabilidad* temporal, la integración sinérgica de unidad en la diversidad de identidades complementarias, conforman el proceso cualitativo de diferenciación-integración hacia la *Unidad en la Diversidad* y del

proceso abierto y dinámico de *Autoecoorganización* holodinámica coevolutivo) hacia un mayor nivel de Complejidad, Consciencia y Calidad (CCC) Ecosistémica a largo plazo o Calidad Integral y Sustentable (CIS) (Peón, 1996b).



Figura 14.1 Proceso holodinámico de integración, organización o Complejificación-Concientización hacia la Calidad Integral y Sustentable (CIS) en la gran historia natural y civilizatoria de los sistemas sociotécnicos-ambientales (Peón, 2019)

La segunda etapa PLOCAL es el de los ámbitos geoculturales del proceso holodinámico con arquitectura helicoidal proporcional áurea (Corbalán, 2010) de complejificación creciente en los ámbitos Personal, Local y Global, en la Acción y el Pensamiento interrelacionados por la retroalimentación o proceso Cibernético

En una tercera etapa de la evolución del estado del arte del conocimiento sistémico en su fase inicial, Cibersistémica (CS) o de conocimientos abiertos, integrales y teórico-prácticos, en su fase intermedia de conocimiento amplio transcultural de la cibersistémica-transdisciplinaria (CST) y finalmente en su etapa de complejidad cualitativa, con base en una visión ecocéntrica o de armonización entre sociedad-naturaleza, tomando como referencia teórica la visión ecocéntrica representada por la metáfora ecosistémica, que sirve de guía para la acción socioambiental en la etapa de la forma de conocimiento ecocibersistémico-transdisciplinario (ECST).

Reflexiones finales

1. El origen de la forma Ecosistémica de conocimiento tuvo su inicio hace cerca de seis décadas, cuando por primera vez entré en contacto con el concepto de *complejificación* (De Chardin, 1963) en su libro "El Fenómeno Humano". En el libro se describe la evolución de todos los sistemas de la gran historia, desde el Big Bang hasta la fecha, y de forma prospectiva como un proceso de diferenciación-integración hacia la unidad organizacional dinámica o de la complejificación de todos los sistemas. Está vinculada directamente con el proceso complejo cualitativo de integración de los sistemas que componen la realidad en un medio dinámico e interactivo.

2. Una segunda influencia que dio origen a la forma ecosistémica de conocimiento fue el enfoque de *complejidad y consciencia cualitativa* (Spier, 2015), de integración de sistemas con identidades complementarias que tiene como marco de referencia a la metáfora (Morgan, 1997) ecosistémica (Peón-Escalante, 2015). Su representación o modelo teórico es del proceso dinámico abierto coevolutivo de unidad en la diversidad.

3. A principios de la década de los ochentas se generó el proceso técnico integral ambiental o ecotécnico aplicado al diseño y construcción de la casa ecológica autosuficiente. El diseño de su estructura y proceso complejo cualitativo implicó una diferenciación crítica de identidades estructurales de los subsistemas técnicos, diferenciando sus alcances complementarios y limitaciones que fue necesario superar para buscar su integración, organización o complejificación cualitativa sinérgica, a fin de generar propiedades emergentes. Lo anterior se ejemplifica en dos sistemas del mundo real que son: el cuerpo humano y los ecosistemas naturales. El cuerpo humano y los ecosistemas naturales son a su vez subsistemas de sistemas más complejos, como los sistemas organizacionales humanos sociotécnicos abiertos en distintos ámbitos, y entre ellos desde el nivel local hasta el global, los ecosistemas naturales son subsistemas de la biósfera que conforman Gaia, la esfera de la vida planetaria, sustentable mientras se conserve su equilibrio holodinámico cibernético.

4. En este subcapítulo del libro, las aplicaciones sobre el proceso de organización o complejificación cualitativo que se han experimentado en México y otros países incluyen tres etapas secuenciales: una primera etapa de complejificación cualitativa de integración tecnológica con enfoque ecosistémico o de *ecotécnicas* usadas en la construcción de una casa ecológica integral y sustentable, con sus subsistemas interrelacionados de autoconstrucción, de abastecimiento y tratamiento de agua y desechos orgánicos y su aprovechamiento en sistemas de producción agroecológica, así como el uso de energías alternas y renovables, junto con su bioclimatización, etc., en el que se usa el método ecosistémico PAP (D3-A3). En una segunda etapa de transformación organizacional complejo cualitativo, las *ecotécnicas* se convirtieron en subsistemas de un sistema más amplio de carácter sociotécnico ambiental a nivel local mediante la incorporación de procesos de formación integral prácticos-teóricos

participativos y de organización comunitaria autogestiva con enfoque socioambiental, en los ámbitos familiar y comunitario bajo las condiciones reales de cada contexto natural y cultural, con su identidad característica y entre ellos. Forma parte de su proceso de transformación organizacional que, al adquirir formas de redes complejas territoriales e interterritoriales de organización, trascendieron ámbitos nacionales por medio de la formación de redes de redes internacionales de unidad en la diversidad intertemáticas, como ocurrió en la conformación del Foro Social Mundial (FSM) en el año 2001 (Whitaker, 2000) bajo el lema: *Otro mundo es posible*, proceso en el que se puede usar el método ecosistémico MESOCCC (Peón, 1995). En una tercera etapa de esta dinámica de cambio planeado, se describe el proceso de diseño de métodos cibernéticos adecuados a cada situación contextual por medio de la integración sinérgica complementaria de las partes o elementos de herramientas sistémicas y no sistémicas. Mediante esta dinámica creativa de diseño sinérgico complementario se conforman métodos más complejos cualitativos adecuados de transformación bajo la guía del marco teórico ecosistémico de unidad en la diversidad complejo, a través de la aplicación de la Metametodología Ecosistémica C5 (Peón, Badillo, Aceves, 2008).

5. Lo descrito en este capítulo es producto de un proceso práctico-teórico de transformación radical de sistemas tecnológicos, de salud, educación y organización apoyado por el pensamiento y herramientas cibernéticas de transformación, en el que la metáfora ecosistémica de transformación compleja cualitativa integral con visión a largo plazo o sustentable trascendente sirvió de inspiración para la generación de aplicaciones sobre salud, educación y organización.

6. Lo esencial del proceso evolutivo dinámico (holodinámico) de reingeniería de las formas de conocimiento, fue la generación de una forma integral socioambiental o ecosistémica de diseño creativo sinérgico de métodos ecosistémicos para la transfor-

mación práctica-teórica integral adecuada al contexto de todo tipo de sistemas en sus distintos ámbitos, desde el personal hasta el global. El diseño ecosistémico surge de la integración de tres formas de conocimiento interrelacionadas: la observación directa de los ecosistemas naturales con el apoyo de conocimientos científicos actualizados (Stikker, 1992); el pensamiento filosófico, científico y tecnológico de expertos teóricos especializados y sistémicos y del conocimiento contextual de expertos prácticos tomando en cuenta el conjunto de sus visiones culturales interrelacionadas.

7. El pensamiento sistémico trascendente iluminó las acciones y las acciones han enriquecido el pensamiento al encarnarlo y coevolucionarlo bajo condiciones reales cambiantes con el apoyo de la forma ecosistémica de conocimiento. El proceso de transformación organizacional creativa contextual desde la base tiene múltiples manifestaciones en gran cantidad y variedad de comunidades locales de los diferentes estados nacionales del planeta. Gradualmente, los grupos comunitarios con procesos locales de autogobernanza se están enredando, se están organizando en complejas redes y redes de unidad en la diversidad ecosistémica, apoyadas por el uso intensivo de los medios de información y comunicación globales, como se describe en el presente trabajo-testimonio. Una de las manifestaciones globales más trascendentes es la conformación y desarrollo del Foro Social Mundial (FSM) en las dos últimas décadas como organismo complejo cualitativo global de unidad en la diversidad ecosistémica, el cual aglutina una enorme variedad y cantidad de personas y organizaciones del ámbito global orientadas a la transformación organizada autogestiva desde la base del ecosistema global socioambiental hacia su sustentabilidad trascendente, en sus diversas dimensiones complementarias interrelacionadas.

8. En el capítulo 7 del libro sobre herramientas sistémicas y ecosistémicas de transformación se describen como procesos organizados complejos cualitativos dos modelos, un método y una Metametodología de transformación sistémica, así como dos métodos ecocibersistémicos transdisciplinarios (ECST) o ecosistémicos y una metametodología ecosistémica de diseño de métodos. Todos estos instrumentos implicaron procesos de complejificación de herramientas sistémicas y no sistémicas por medio de una integración cibernética, transdisciplinaria complementaria de unidad sinérgica (Corning, 2005) en la diversidad bajo una visión crítica, propositiva y activa.

9. De forma semejante, en las aplicaciones sistémicas de la sección 4 sobre salud, educación y de transformación organizacional de raíz o radical se hacen propuestas de cambio ecosistémico de fondo en los sistemas de salud, educación, organización y entre ellos.

Referencias

- Armijo, R., Gaso, J., Nava, R. (1996). *Ecosistema: La unidad de la naturaleza y el hombre*. México: Trillas.
- Beer, S. (1994). *Viable System Model*. Wiley 157-158.
- Burrell, B., Morgan, G. (1979). *Sociological Paradigms and Organizational Analysis*.
- Checkland, P. (1993). *La Metodología de Sistemas Suaves en Acción*. México: Limusa.
- Corbalán, F. (2010). *La proporción áurea*. RBA Coleccionables S. A.

Corning, PA. (2005). *Holistic Darwinism: Synergy, Cybernetics and the Bioeconomics of Evolution*. Chicago: University of Chicago Press 2005 [ISBN 0-226-11613-1](#).

De Chardin, PT. (1963), *El fenómeno humano*, Madrid: Taurus.

De Greene, K. (1982). *The Adaptive Organization*. NY: Wiley

Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. NY: Viking Books.

Espejo, R., Schuhmann, W., Shaniger, M., Bielello, U. (1996). *Organizational Transformation and Learning*. Chichester: Wiley.

Fals-Borda, O. (1998). *Peoples participation challenges ahead*. TM: Bogotá. Freire P, *La educación como práctica de la libertad*. Montevideo, Uruguay: Siglo XXI Editores.

Fukuoka, M. (1985). *The natural way of farming: The theory and practice of green philosophy*. Tokyo: Japan Publications, Inc.

Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar- Adventures in the simple and the complex*. NY: Freeman.

Habermas, J. (1987). *The Theory of Communicative Action*. Vol. I & II. Boston: Beacon.

Hammond, D. (2003). *The Science of Syntesis: Exploring the social implications of General Systems Theory*. Colorado: University Press.

Ing, D. (2008). *Building Resilience: Responding to a Turbulent World*. UK Systems Society. Retrieved 1 October 2012.

Jackson, M. (1992). *Systems Methodology for the Management Sciences*. NY: Plenum.

Jenks, C., Smith, J. (2006). *Qualitative Complexity: Ecology, cognitive processes and the re-emergence of structures in post-humanist social theory*. NY: Rutledge.

- Kast, F., Rosenzweig, E. (1974). *Organization and management, a systems approach*. NY: McGraw Hill.
- Kelly, SM. (1999). *From the complexity of Consciousness to the Consciousness of Complexity*. Paper 99142 submitted for the ISSS Meeting. P. R.
- Klein, N. (2014). *This changes everything*. Canada: Knopf.
- Lawrence, Lorsch (1967). *Differentiation and Integration in Complex Organizations*, *Adm. Sci. Q.*, 12(1), 1.
- Lovelock, J. (1991). *Healing Gaia: A practical medicine for the planet*. NY: Harmony Books.
- Margalef (2002). *Teoría de los sistemas ecológicos*. Barcelona: Alfa Omega.
- McNiff, J. & Whitehead, J. (2006). *All You Need To Know About Action Research*. London: Sage.
- Meadows, D., Randers, J., Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30 year update*. Chelsea Green.
- Morgan, G. (1997). *Imaginization: New mindsets for seeing, organizing and managing*. San Francisco: Barret Koheler.
- Morin, E. (1992). *From the concept of system to the paradigm of complexity*. *Journal of Social, and Evolutionary Systems* 15(4), 371-385.
- Nicolescu, B. (1996). *La Transdisciplinariedad, Manifiesto*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C.
- Peón-Escalante, I., Aceves, FJ. (2005). *An auto-eco-organizational process, using the ecosystemic approach to address complex, and dynamic environmental disasters*. Annual Meeting of the ISSS Cancun, Mexico.

- Peón, IE. (1996b). *Calidad Integral y Sustentable: la 4a etapa de la calidad*. 63-73, sis-09, México: SEPI, ESIME Z, IPN.
- Peón, IE. (1995). *Evolution methodology toward Complex Organizational Systems*, MESOCCC. Memoirs of the colloqy, SEPI, ESIMEZ, IPN, Mexico.
- Peón-Escalante, IE. (2015). *Transformación Integral de Organizaciones. Complejas*. Mexico City: Sociedad Cooperativa de Produccion de Taller Abierto.
- Peón, IE. (2000). *A Critical Systemic Participatory Action-Research Approach, for a interorganizational network development process, toward a holistic and sustainable transformation of Mexican communities*. ISSS, Annual Meeting: Toronto.
- Peón, IE., Aceves, F., Badillo, I. (2008). *Systemic Metamethodology for Methods Design*. Proceedings of the 52th Annual Conference The International Society for the Systems Science
- Smith, J., Jenks, C. (2006). *Qualitative Complexity: Ecology, cognitive processes and the re-emergence of structures in post-humanist social theory*. NY: Routledge.
- Spier, F. (2015). *Gran historia y el futuro de la humanidad*, 2^a edición. Chichester, West Sussex, Reino Unido, Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Stikker, A. (1992). *The transformation factor, toward an ecological consciousness*. NY: Element.
- Stamps, JC., Lipnack, J. (2000). *A systems science of networked organizations*. Toronto: Paper submitted for the 2000 International ISSS Meeting. 1-15.
- Van Gigch, J. (1990), *Teoría General de Sistemas*. México: Trillas.
- Von Foerster, H. (1995). *Cybernetics of Cybernetics*. Second Edition. Minneapolis: Future Systems Inc.

Wheatley, M.J. (1999). *Leadership and the new science: Discovering order in a chaotic world*. Berkeley: Barret-Koehler.

Wilber, K. (2005). *Sexo, ecología y espiritualidad: el alma de la evolución*. España: Gaia.

Whitaker, F. (2000). *O desafio do Forum Social Mundial. Um modo de ver*. Sao Paolo: Edicoes Loyola.

Yoles, M. (2002). *A Cybernetic model for Action-Research*. Paper submitted for the 2002 ISSS Meeting in Beijing, China.

15. Las necesidades no vistas durante la pandemia en zonas rurales de México bajo una visión sistémica socio-técnica

F. S. Vela Vázquez, F. O. Castillo Aniceto,
I. E. Peón Escalante y S. Álvarez Ballesteros

Resumen

Una nueva emergencia mundial se reportó a causa de la pandemia por COVID-19, en donde a nivel mundial se ha movilizadado de manera inmediata el sector salud, dando a conocer que gran parte del mundo no tiene un sistema de salud capaz de afrontar situaciones extensas y agudas de emergencia sanitaria. Algunos motivos son la falta de recursos médicos, falta de infraestructura adecuada en los hospitales, desigualdad en prestación de servicios, entre otros, siendo las zonas rurales las más afectadas debido a deficiencias que antes ya se presentaban y ahora se acentúan. Pero ¿realmente el país se encontraba en condiciones óptimas para afrontar esta pandemia? ¿Cómo se está afrontando la pandemia en zonas rurales? Este trabajo de investigación pretende dar a conocer la importancia de contar con estrategia de salud específicas en zonas rurales, que permitan la igualdad de atención médica y acceso al servicio con calidad, mostrando el panorama de cómo México ha atendido a los pobladores de zonas rurales.

Palabras Clave: COVID-19, rural, pandemia, tecnología.

Introducción

La pandemia que se está viviendo en estos días refleja que gran parte de los países del mundo no han invertido lo suficiente en su sector salud, ocasionando que los mismos comiencen a colapsar. Esto aúna a su fragmentación, impidiendo que los países cuenten con una cobertura universal en su servicio de salud (OMS, 2019), además de la falta de recursos médicos (CEPAL, 2020). Estos son algunos de los problemas que han sobresalido, siendo México uno de los países que presentan esas deficiencias.

No es novedad que el sistema de salud en México se encuentra fragmentado, sin contar otros factores que lo hacen deficiente, motivo por el cual es difícil prestar una atención de calidad y de manera oportuna a la población. La situación actual en la que se encuentra el país por la pandemia enfatiza aún más estos problemas, lo que agudiza la vulnerabilidad de las zonas rurales ante esta nueva enfermedad (OECD, 2016) (Secretaría de Salud, 2019).

Las localidades rurales son más vulnerables debido a las condiciones en las que viven, ya que el porcentaje de pobreza que presentan es mayor al de los centros urbanos. En el año del 2018, la cifra de pobreza moderada en localidades rurales era del 38.9%, comparado con un 34.4% en zonas urbanas (CONEVAL, 2019). Otra de las carencias que presentan estas comunidades es el difícil acceso a la educación, tecnología y a los servicios médicos, siendo estos últimos esenciales para poder afrontar la presente situaciones de posibles contagios por el COVID-19 (CONEVAL, 2016; INEGI, 2019).

No todas las zonas rurales cuentan con instalaciones para la atención médica, ya que gobiernos anteriores no han prestado la suficiente atención a estas zonas, teniendo aproximadamente 326 obras hospitalarias sin concluirse en donde gran parte de ellas se encuentran en estas zonas. Debido a esto, el gobierno actual enfrenta un desafío para poder brindar la atención oportuna a estas comunidades (La Jornada del Campo, 2020).

Fortalecer el sistema de salud mediante el pensamiento sistémico

Los sistemas de salud en gran parte del mundo se encuentran fragmentados, por lo que este problema podría ser abordado desde el pensamiento sistémico con la finalidad de que se pueda comprender la complejidad que conlleva un sistema de salud. Por lo general, estos se llegan a ver como un macrosistema, sin tener en cuenta la sinergia que se encuentra dentro de este, ignorando las interrelaciones entre los sistemas y subsistemas que lo conforman. Por lo anterior, es importante tener en cuenta que los sistemas de salud se encuentran integrados de diversos subsistemas, los cuales deben estar interconectados y en constante comunicación para que puedan trabajar en armonía (OMS, 2009).

La Organización Mundial de la Salud en su documento Aplicación del pensamiento sistémico para el fortalecimiento de los servicios de salud menciona los diez pasos que se deben considerar para poder encaminarse a un pensamiento sistémico; estos son los siguientes (OMS, 2009):

Diseño de la intervención

1. Convocar a las partes interesadas
2. Celebrar una reunión de prospección
3. Conceptualizar los efectos
4. Adaptar y rediseñar

Diseño de la evaluación

5. Determinar los indicadores
6. Escoger los métodos
7. Seleccionar el diseño
8. Elaborar un plan
9. Establecer un presupuesto
10. Dotarse de fondos

Por ello, la urgencia de aplicar de manera oportuna este enfoque para el sector salud es indispensable y podría mitigar varios de los problemas que se están presentando actualmente por la pandemia en los diferentes países.

Contexto del COVID-19

Actualmente se enfrenta un grave problema de salud a nivel mundial desde la aparición del nuevo virus SARS-CoV-2. Este virus pertenece a la familia de los coronavirus, los cuales pueden provocar enfermedades que van desde un resfriado hasta otras de mayor riesgo (Organización Panamericana de la Salud, 2020; Peña, Díaz, De la Rosa, Bello, 2020).

Este virus tuvo su origen en la localidad de Wuhan en China el día 31 diciembre del 2019, en donde se presentaron los primeros casos de neumonías, siendo hasta el día 7 de enero del 2020 cuando se menciona que las neumonías son consecuencias de un nuevo coronavirus. Posteriormente, esta nueva enfermedad fue nombrada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el día 11 de febrero como COVID-19 (OMS, 2020).

El primer caso oficial confirmado fuera de China fue en Tailandia, el día 13 de enero del 2020. En días posteriores, la OMS en China realiza un recorrido sobre Wuhan, siendo el día 22 de enero del 2020 cuando se confirma la transmisión entre seres humanos en Wuhan, pero aún se desconocía realmente la dimensión de la transmisión (OMS, 2020).

De acuerdo con un informe de la OMS, el día 30 de enero se comunica que hasta ese momento se tenían 7,818 casos confirmados en todo el mundo, de los cuales la mayoría se ubicaban en China y 82 en 18 países diferentes. Sin embargo, el día 11 de marzo del 2020 el COVID-19 se declaró pandemia (Organización Panamericana de la Salud, 2020; OMS, 2020).

El IMSS-Bienestar es una de las instituciones que está atendiendo los casos de COVID-19 en zonas marginadas en donde habita la mayoría de la población indígena y rural en México. El día 31 de marzo se registró el primer caso, como lo señaló la titular del programa Gisela Lara Saldaña en la conferencia de prensa, el cual se trataba de un hombre de 54 años. Para evitar propagar el virus se le realizaron las pruebas a las personas que tuvieron contacto con el enfermo, dando estas un resultado negativo (IMSS, 2020a).

Método

Se presenta un contexto sobre la situación actual frente a la pandemia en cómo se está viviendo en zonas rurales en México, y de las alternativas que se han utilizado para mitigar los contagios en estas zonas, además de evitar colapsos en el sistema de salud al mostrar la importancia de contar con estrategias o herramientas que se deben tener para evitarlo. Para la propuesta se menciona el uso de la metametodología C5, como se muestra en la Figura 15.1; está basada en la metáfora ecosistémica. Esta metametodología permite diseñar métodos basados en herramientas o técnicas sistémicas y no sistémicas.

La metodología se conforma por tres partes las cuales son las entradas que toman en cuenta el contexto geo-cultural y temporal, integrando todos los factores que influyan en el sistema. La segunda etapa es la de transformación, de poder pasar de un estado simple a un estado complejo; en esta parte se pueden hacer uso de herramientas tanto sistémicas como no sistémicas, por lo que se puede hacer uso del método PAP (D3, A3). Finalmente, en la última parte se muestra las salidas, donde se tienen en

cuenta la concientización y complejificación, las cuales están estrechamente ligados a la calidad, recordando que entre más consciente sea un sistema más complejo se volverá.

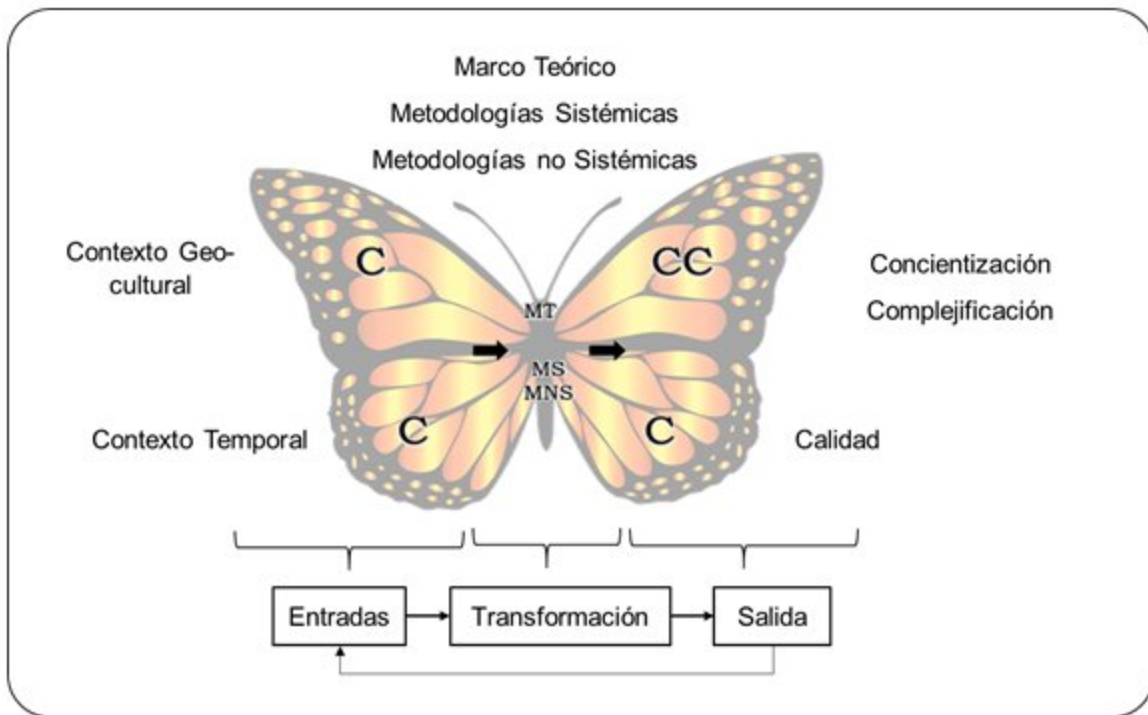


Figura 15.1 Metametodología C5 (Peón)

Zonas rurales en México frente a la pandemia

En México, el mayor número de infectados por COVID-19 se registraron en zonas urbanas debido a la concentración de gente que se desplaza en los diferentes medios de transporte hacia sus trabajos, escuelas y/o actividades diarias, sumado a la falta de precaución por parte de la población en tomar en cuenta las medidas de prevención.

A pesar de que uno de los factores importantes de esta pandemia es la movilidad de la sociedad, es cierto que, en las zonas rurales, aunque se encuentran alejadas del medio urbano, los pobladores no quedan excluidos del problema, sin importar que sean zonas con menor número de pobladores. Tan solo en el mes de abril se confirmaron siete casos de COVID-19 (IMSS, 2020a)(La Jornada del Campo, 2020).

Algunos de los principales problemas que enfrentarían los pobladores rurales, como se muestra en la Figura 15.2 (La Jornada del Campo, 2020), son la falta de centros de salud y personal médico, ya que algunas comunidades no cuentan con un centro de salud cerca de sus hogares, por lo que deben recorrer distancias largas para poder recibir la atención. Otro problema es que no se tiene una cultura de la prevención, ocasionando que las visitas al médico sean para curar algún malestar o padecimiento, más que para un chequeo de rutina; esto ocasiona que la gente presente enfermedades crónicas. Estos dos últimos problemas se presentan también con frecuencia en zonas urbanas.

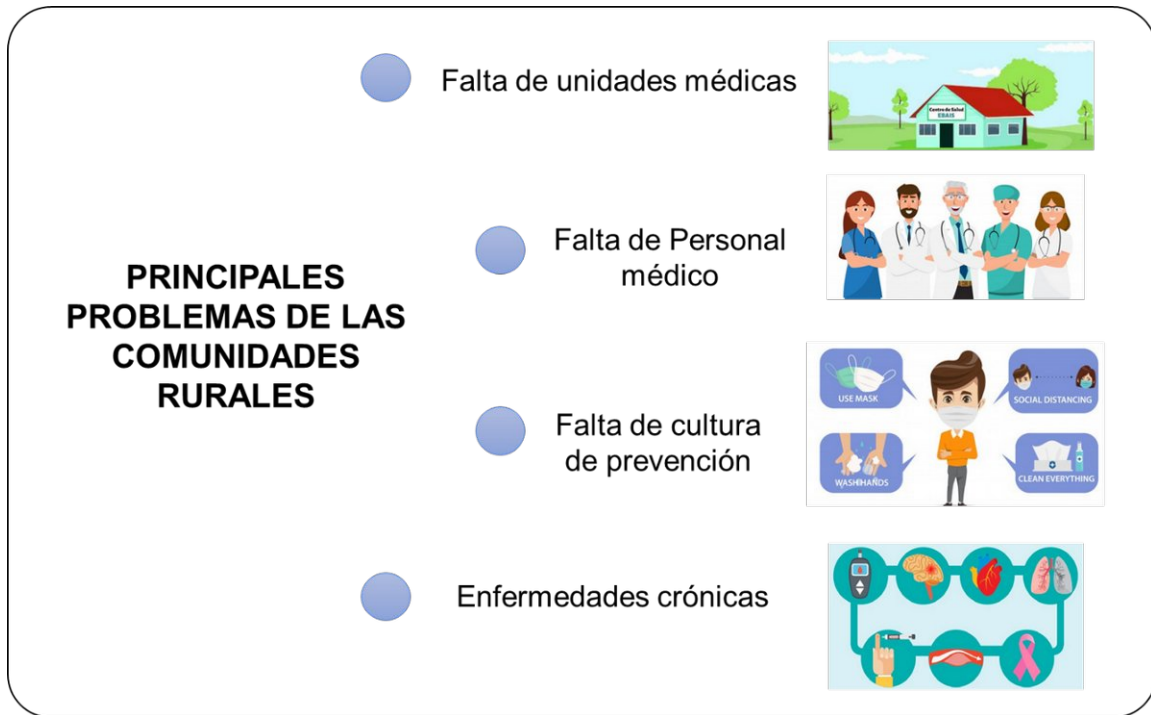


Figura 15.2 Problemas que enfrentan las zonas rurales ante la pandemia

La manera en la que el gobierno está afrontando la pandemia en zonas marginadas es mediante el programa IMSS-Bienestar, el cual está presente en 19 entidades de la república. La doctora Gisela Lara Saldaña, titular del programa, menciona que cuenta con un equipo médico de aproximadamente 24 mil personas que recibieron capacitación para afrontar los casos de COVID-19 en este tipo de zonas (IMSS, 2020a; IMSS, 2020b; Gobierno de México, 2020d).

El programa ha optado por llevar a cabo una estrategia de acción comunitaria, la cual ayuda a los pobladores indígenas a elaborar los recursos indispensables para evitar contagiarse de COVID-19, como son los cubrebocas y gel antibacterial; además se les

explican las medidas que deben seguir para mantenerse sanos; también es el caso de los habitantes de la Selva Lacandona y comunidades cercanas (IMSS, 2020a; IMSS, 2020b).

Un caso que se presentó en una de las comunidades de la Selva Lacandona en el mes de mayo se atendió mediante una visita al domicilio, ya que presentaba síntomas característicos de la enfermedad, por lo que fue valorado por el médico de una unidad médica móvil perteneciente al programa del IMSS-Bienestar (IMSS, 2020b).

Una de las maneras en que se puede abordar la pandemia en zonas rurales es por medio de estrategias, las cuales consideren el contexto de cada una de ellas para abordar de manera oportuna los casos que se presenten. Es de gran importancia llevar a cabo la difusión a todas partes para crear conciencia y prevenir el mayor número de contagios; la manera en la que se está realizando este tipo de actividades a nivel mundial es principalmente mediante los medios de comunicación y aplicaciones móviles.

Tecnología en tiempos de la pandemia

Como se mencionó al final de la sección anterior, la tecnología ha estado jugando un rol muy importante para distribuir tanto la información, como campañas para prevenir los contagios, por lo que la tecnología ha generado un impacto favorable durante la pandemia a varias empresas, como es el caso de empresas tecnológicas que se dedican al entretenimiento, las cuales no han tenido pérdidas frente a la crisis que se vive. Sin embargo, no es un escenario favorecedor para todas, como es el caso de aplicaciones móviles dedicadas al transporte u hospedaje (Forbes, 2020).

La pandemia ha obligado a recurrir al uso de la tecnología, desde la difusión por radio, televisión o aplicaciones móviles. En el caso de México, la Secretaría de Salud ha mantenido a la población informada sobre la forma en la que se está trabajando, además de las herramientas que están disponibles para estar informados sobre la situación en la que el país se encuentra.

Algunas de las herramientas médicas que se han estado utilizando en México son la difusión de campañas de prevención en la página oficial del gobierno de México, como se muestra en la Figura 15.3, teniendo una sección exclusiva de información para las niñas y niños; también han creado infografías que abordan recomendaciones dependiendo a la fase en que se encuentre el país (Gobierno de México, 2020c; Gobierno de México, 2020e).

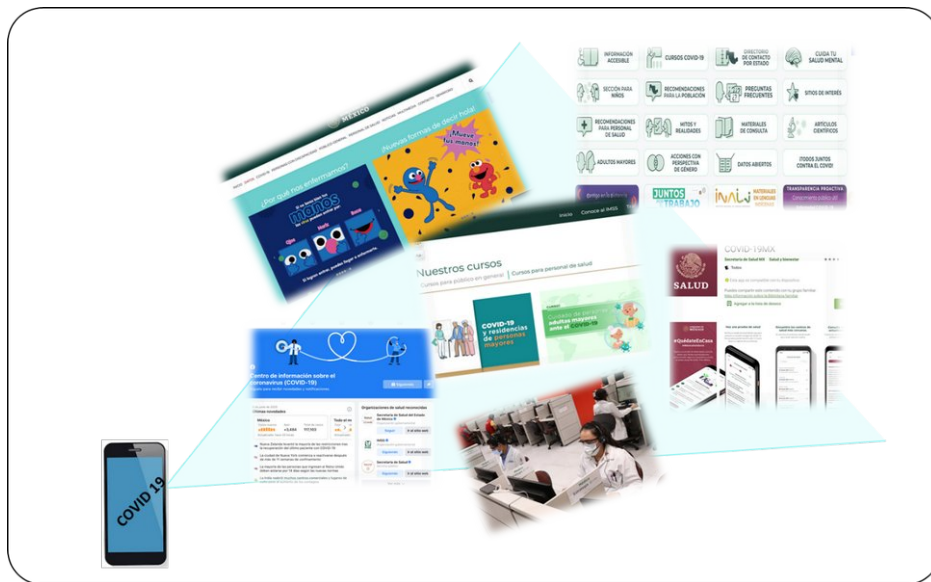


Figura 15.3 Recursos tecnológicos para afrontar el COVID-19 (Infobae, 2020; BBVA, 2020; Gobierno de México, 2020a; Gobierno de México, 2020b; Saleh et al., 2018; Facebook, 2020).

Para que los hospitales no se saturen se ha puesto a disposición de la población una aplicación móvil, la cual es administrada por el gobierno, llamada “COVID-19MX”. Esta app ofrece la información de prevención y la opción de realizarse un autodiagnóstico, que consiste en ingresar tus datos personales, para que posteriormente se realicen una serie de preguntas relacionadas a los síntomas del COVID-19; dependiendo del resultado de la prueba, recibes una serie de consejos. Otra de las alternativas que se consideraron es el envío de mensajes SMS con la palabra COVID-19, y la atención mediante telemedicina al llamar al número de Locatel, que cuenta con un área destinada para el asesoramiento médico (Infobae, 2020; BBVA, 2020).

En el caso de las zonas rurales, la estrategia de acción comunitaria ha estado trabajando en conjunto con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI). Este se encarga de transmitir mediante 110 radiodifusoras diversos mensajes en diferentes

lenguas indígenas, en el que se calcula un aproximado de 26 lenguas diferentes. En la comunidad de Lacanjá, el IMSS-Bienestar menciona las medidas de prevención que se deben tomar en cuenta desde una Unidad Médica Móvil mediante perifoneo (IMSS, 2020a; IMSS, 2020b).

Estas son algunas de las iniciativas que se tomaron para poder difundir las medidas de prevención e información a la población en México, dando a notar un incremento de la tecnología en diferentes sectores, no solo en el de salud.

Estrategias para afrontar problemas de salud en zonas rurales

La pandemia muestra la realidad en que se encuentra gran parte de los países que no cuentan con estrategias de salud para poder atender problemas de esta magnitud. En el caso de México, las zonas vulnerables son las que se encuentran con mayor deficiencia en los servicios de salud.

Por lo anterior, es importante que se cuenten con estrategias que ayuden a mitigar la desigualdad en la prestación de servicios, sin excluir los servicios básicos como son el agua potable, el suministro eléctrico, la falta de infraestructura de telecomunicaciones, entre otros desafíos que se presentan (INEGI, 2000; ITU, 2017).

Las estrategias de salud que se generen de hoy en adelante, sin duda tendrán que contemplar el uso de la tecnología para potencializar el manejo de información del paciente, reducir las distancias entre el médico y el paciente, que es indispensable y funcional para las zonas rurales, evitando también desplazamientos innecesarios en

caso de una atención especializada, como algunos países lo han realizado (National rural health alliance INC., 2009; TulaFoundation, 2018; Nyamtema et al., 2017; Centers for Medicare & Medicaid Services, 2019).

También el uso de la telemedicina para la atención a distancia es una alternativa para la inclusión en estrategias de salud enfocadas en zonas rurales; actualmente se está trabajando en el posgrado de ingeniería en sistemas del Instituto Politécnico Nacional en las bases de una metodología que ayude a crear estrategias de salud rural basadas en la tendencia de salud electrónica, nombrada eHealth.

El objetivo es crear una cultura de salud holística que permita crear conciencia sobre la prevención de enfermedades, ya que como se ha visto, las personas con mayor riesgo ante el COVID-19 son personas de la tercera edad e individuos que presenten enfermedades crónicas, especialmente diabetes, hipertensión y obesidad (Centro Nacional de Vacunación y Enfermedades Respiratorias, 2020).

De igual manera se recomienda reforzar la atención primaria de salud en zonas rurales mediante equipos de trabajo con un proceso dinámico, abierto y participativo como lo recomienda la Organización Panamericana de la Salud, ya que es recomendable que estos grupos se puedan formar dependiendo del contexto social de cada zona, con la finalidad de que se puedan atender las necesidades de salud de los diferentes tipos de comunidades rurales en México (Organización Panamericana de la Salud, 2017).

La situación actual ha demostrado que es de gran importancia tomar en cuenta el pensamiento sistémico en el sector salud. Esta propuesta no es del todo nueva; sin embargo, hasta el día de hoy no se ha podido integrar en los sistemas de salud. El

hacer uso de un pensamiento sistémico permite entender más allá del propio sistema: permite tomar en cuenta las relaciones existentes entre los elementos que integran el sistema.

Realizar una estrategia de salud rural es un trabajo que se debe retroalimentar constantemente debido a los cambios que se producen en el contexto en el que se busque implementar; un ejemplo claro de cambio es la pandemia. La estrategia se debe adaptar a los cambios constantes, y basarse en una metodología con la finalidad de que se tenga una guía que permita que se adapte a las variaciones del entorno, permitiendo también que sirva como orientación para otras comunidades que busquen realizar una estrategia de salud rural.

Para realizar el diseño de la metodología que permita crear una estrategia de salud rural se toman en cuenta los diferentes enfoques de sistemas y se considera la meta-metodología C5, la cual fue descrita anteriormente, haciendo uso como primer paso del análisis mediante el método de transformación cibernética PAP (D3-A3). Esta herramienta de Planeación-Acción Participativo, permite manejar los detalles de procesos teóricos de planeación y prácticos de acción (Peón, n.d.), por lo que, para crear un primer paso que permita visualizar cuales son las acciones que podrían ser fundamentales en una estrategia de salud rural, se realiza el proceso PAP (D3-A3, ver Figura 15.4) de nueve programas los cuales son enfocados en zonas rurales.

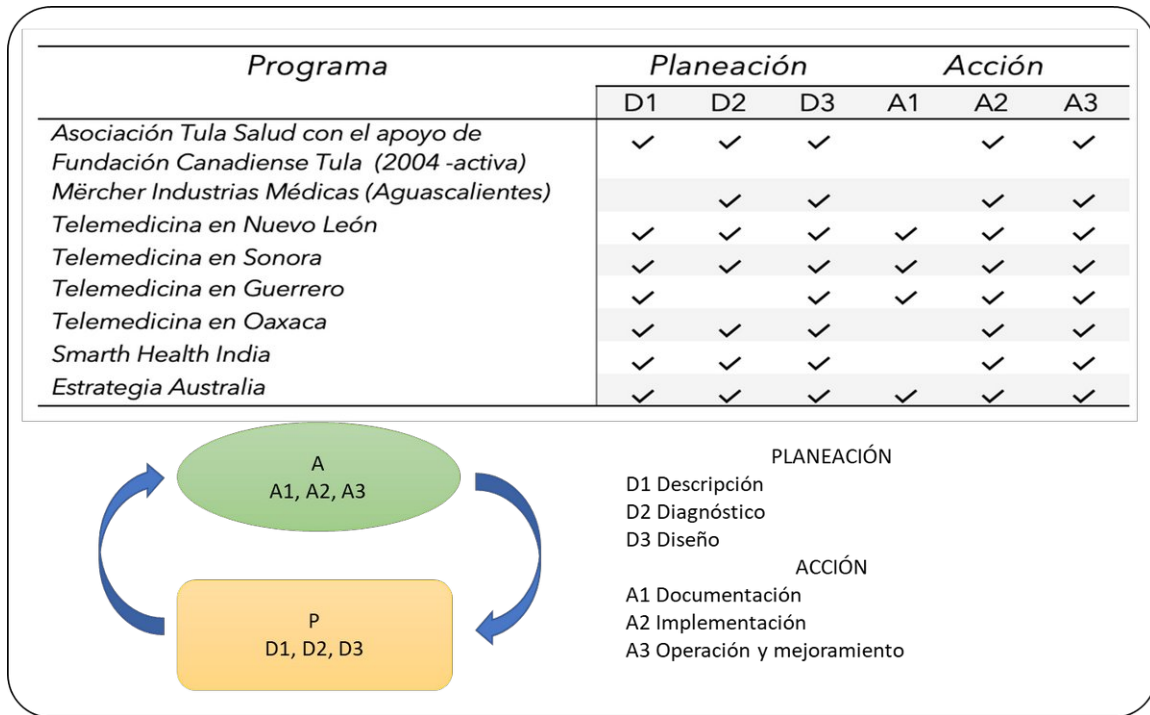


Figura 15.4 Aplicación del Método PAP3 a programas de salud rural.

Este análisis ayudó a identificar y a confirmar que las bases esenciales para que se logre una salud integral comienzan con prestar atención a la salud preventiva como primera instancia, evitando que se lleguen a generar enfermedades crónicas, para generar una consciencia en la población que podría mitigar problemas económicos y emocionales. La pandemia ha demostrado que la población en México no tiene hábitos de prevención, el más claro ejemplo es el uso del tapabocas al salir de casa.

Reflexiones finales

Es evidente que varios de los países del mundo no estaban preparados para afrontar una situación de esta magnitud. La situación actual que presenta el sector salud frente a la pandemia muestra la importancia de incorporar la tecnología para evitar colapsos en la atención médica. A pesar de que en algunas de las comunidades rurales se ha difundido la información, es de importancia mirar y tomar en cuenta las deficiencias que sufren estas zonas.

La falta de estrategias de salud enfocadas a zonas rurales ocasiona que los servicios de salud sean escasos, deficientes y en varios casos nulos. Es esencial contar con una estrategia de salud rural para tener un marco de referencia que ayude a atender las necesidades de las comunidades, contemplando el contexto geocultural de estas, teniendo en cuenta que la forma de pensamiento de los habitantes de estas localidades puede diferir de los habitantes de zonas urbanas, siendo esencial la incorporación de tecnología en las estrategias de salud rural.

Referencias

- BBVA. (2020). BBVA y Santander entregan "app" a Ciudad de México para enfrentar al COVID-19. Retrieved June 8, 2020, from <https://www.bbva.com/es/mx/bbva-mexico-y-santander-entregan-una-app-a-la-cdmx-para-hacer-frente-al-covid-19/>
- Centers for Medicare & Medicaid Services. (2019, December 18). Rural Health Council | CMS. Retrieved April 10, 2020, from <https://www.cms.gov/About-CMS/Agency-Information/OMH/equity-initiatives/rural-health/rural-health-council>

- Centro Nacional de Vacunación y Enfermedades Respiratorias. (2020). Personas con mayor riesgo de enfermarse gravemente. Retrieved June 8, 2020, from <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/people-at-higher-risk.html>
- CEPAL. (2020). América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19. Cepal, 1, 1-15.
- CONEVAL. (2016). Anexo Estadístico pobreza 2016 | CONEVAL. Retrieved January 4, 2019, from https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2016.aspx
- CONEVAL. (2019). 10 años de medición de pobreza en México, avances y retos en política social, (10).
- Facebook. (2020). Centro de información COVID-19 | Facebook. Retrieved June 8, 2020, from https://www.facebook.com/coronavirus_info/?page_source=bookmark
- Forbes. (2020, April 7). Por qué el Covid-19 nos obliga a innovar. Retrieved June 8, 2020, from <https://www.forbes.com.mx/por-que-el-covid-19-nos-obliga-a-innovar/>
- Gobierno de México. (2020a). Coronavirus - gob.mx. Retrieved June 8, 2020, from <https://coronavirus.gob.mx/>
- Gobierno de México. (2020b). Cursos para el personal de salud. Retrieved June 8, 2020, from <https://coronavirus.gob.mx/personal-de-salud/cursos/>
- Gobierno de México. (2020c). Niñas y Niños - gob.mx. Retrieved June 8, 2020, from <https://coronavirus.gob.mx/ninas-y-ninos/>
- Gobierno de México. (2020d). Versión estenográfica. Conferencia de prensa. Informe diario sobre coronavirus COVID-19 en México. Retrieved June 8, 2020, from <https://www.gob.mx/presidencia/articulos/version-estenografica-conferencia-de-prensa-informe-diario-sobre-coronavirus-covid-19-en-mexico-240384?idiom=es>

- Gobierno de México. (2020e, April 2). Susana Distancia | Telecomunicaciones de México |. Retrieved June 8, 2020, from <https://www.gob.mx/telecomm/galerias/susana-distancia-239604>
- IMSS. (2020a, April). IMSS-BIENESTAR cuenta con instalaciones y personal capacitado para atender la emergencia sanitaria por COVID-19. Retrieved June 7, 2020, from <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202004/198>
- IMSS. (2020b, May 24). IMSS-BIENESTAR realiza acciones de atención y prevención de COVID-19 en comunidades de la Selva Lacandona | Sitio Web "Acercando el IMSS al Ciudadano." Retrieved June 8, 2020, from <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202005/329>
- INEGI. (2000). Distribución de la población mexicana y su economía sectorial. Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, 31.
- INEGI. (2019). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019. Retrieved April 7, 2020, from <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/default.html#Tabulados>
- Infobae. (2020). Coronavirus en CDMX: cómo la telemedicina ha ayudado para evitar saturación hospitalaria - Infobae. Retrieved June 8, 2020, from <https://www.infobae.com/america/mexico/2020/05/15/coronavirus-en-cdmx-como-la-telemedicina-ha-ayudado-para-evitar-saturacion-hospitalaria/>
- ITU. (2017). Telecomunicaciones/ TIC para las zonas rurales y distantes. Retrieved from https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG01.05-2017-PDF-S.pdf La jornada del campo. (2020). El Coronavirus y el campo, 13.
- National rural health alliance INC. (2009). The rural and remote implications of a national e-health strategy, (July).

- Nyamtema, A., Mwakatundu, N., Dominico, S., Kasanga, M., Jamadini, F., Maokola, K., van Roosmalen, J. (2017). Introducing eHealth strategies to enhance maternal and perinatal health care in rural Tanzania. *Maternal Health, Neonatology and Perinatology*, 3(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40748-017-0042-4>
- OECD. (2016). *OECD Reviews of Health Systems Mexico*. Health (San Francisco). <https://doi.org/10.1787/9789264230491-en>
- OMS. (2009). Aplicación del pensamiento sistémico al fortalecimiento de los servicios de salud, 115.
- OMS. (2019). Cobertura sanitaria universal. Retrieved June 8, 2020, from [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-\(uhc\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-(uhc))
- OMS. (2020, April 27). COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. Retrieved June 8, 2020, from <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline--covid-19>
- Organización Panamericana de la Salud. (2017). La renovación de la atención Primaria de Salud en las Américas. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Organización Panoamericana de la Salud. (2020). Enfermedad por el Coronavirus (COVID-19) | Retrieved June 8, 2020, from <https://www.paho.org/es/tag/enfermedad-por-coronavirus-covid-19>
- Peña, D. O., Díaz, D. P., De la Rosa, D. C., & Bello, S. D. (2020). ¿Preparados para el nuevo coronavirus? *GEF Bulletin of Biosciences*, 1(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.010>
- Peón, I. (n.d.). Introducción y contexto crítico, 1-146.

Saleh, S., Alameddine, M., Farah, A., El Arnaout, N., Dimassi, H., Muntaner, C., & El Morr, C. (2018). eHealth as a facilitator of equitable access to primary healthcare: the case of caring for non-communicable diseases in rural and refugee settings in Lebanon, 8(2018), 577-588.

Secretaría de Salud. (2019). Programa Sectorial de Salud 2019-2024.

TulaFoundation. (2018). TulaSalud. Retrieved November 20, 2018, from <http://www.tulasalud.org/Home>

Reflexión final

Sin duda, por la magnitud y turbulencia global del contexto actual, el año 2020 es un parteaguas para la humanidad y para el planeta. La velocidad e impacto de la pandemia del Coronavirus en los sistemas de salud y económico globales, marcan el final de una etapa de normalidad: todo ha cambiado, por lo cual es necesario cambiar todo. Ante un contexto sumamente distinto al anterior es necesario el rediseño radical o de raíz de un nuevo sistema multidimensional integral o sistémico para adecuarnos a un contexto turbulento, que tiene un profundo impacto planetario, para lo cual es necesaria una amplia renovación de los sistemas de pensamiento y gobernanza para enfrentar las nuevas condiciones del entorno, con el fin de alcanzar un equilibrio sustentable que armonice la relación entre sociedad y naturaleza, para reconstruir el sistema global con nuevas normalidades.

Los sistemas de conocimiento y de gobernanza global, fragmentados y conflictivos, han sido rebasados por la profunda y compleja crisis socioambiental contemporánea; es indispensable renovar de forma radical los dos sistemas entrelazados de conocimiento y gobernanza para evitar una catástrofe sistémica, con probable impacto destructivo sobre la mayor parte de las distintas formas de vida en el planeta durante el presente siglo.

El presente libro sobre transformación creativa compleja cualitativa de los sistemas documenta para su difusión una propuesta emergente de conocimiento sistémico con visión ecocéntrica o ecosistémica, que busca dar respuesta adecuada a las nuevas condiciones del entorno actual. Ante una crisis, un parteaguas con dimensión global es necesaria una respuesta integral oportuna y adecuada a las nuevas condiciones del contexto en el pensamiento, y sobre todo en la acción. Implica el diseño y puesta en

práctica de un nuevo sistema administrativo de gobernanza con retroalimentación o comunicación cibernética, adecuada a las condiciones turbulentas del entorno actual. El conocimiento amplio o integral de la ciencia sistémica de segundo nivel, abierta e integral, sirve de guía para la acción bajo las condiciones sumamente complejas y turbulentas del medio actual.

Es necesario integrar las formas de gobernanza y de conocimiento actuales de forma compleja cualitativa, como un gran rompecabezas en el que todas las piezas encajan. Es necesario integrar de forma interdisciplinaria las distintas disciplinas teóricas, de forma abierta y dinámica o coevolutiva a cada sistema con su medio, los conocimientos de expertos teóricos con los de los expertos prácticos de forma transdisciplinaria, tomando en cuenta las distintas visiones culturales.

Implica rebasar la visión del cambio centrada en el hombre, o antropocéntrica, con una visión trascendente que armonice los sistemas naturales con los hechos por el hombre, o visión ecocéntrica. Para generar una transformación radical del sistema actual es necesario diseñar una forma de gobernanza global socioambiental con la variedad requisita para enfrentar los retos del complejo y dinámico entorno planetario en sus distintas dimensiones con visión estratégica sustentable.

Al pensamiento integral, abierto, práctico-teórico y plural del conocimiento sistémico, a la forma Ciber-Sistémica Transdisciplinaria (CST) de conocimiento contemporáneo, es necesario agregarle la dimensión ecológica Eco-Ciber-Sistémica Transdisciplinaria (ECST) o Ecosistémica, para armonizar los procesos de transformación entre sociedad-naturaleza, actualmente en profundo desequilibrio, que amenaza la sustentabilidad del mundo a través de un sistema global de gobernanza cualitativo complejo y consciente de unidad en la diversidad.

El libro incluye cuatro dimensiones del conocimiento ecosistémico que son:

1. Contexto natural y civilizatorio de los sistemas, las amenazas y oportunidades contemporáneas del contexto actual.
2. Pensamiento sistémico y ecosistémico (el qué, la visión).
3. Herramientas de transformación sistémicas y ecosistémicas (el cómo, los métodos).
4. Aplicaciones interrelacionadas en salud holística, educación integral y organización (gobernanza cibernética ecosistémica).

El contexto de todos los sistemas es la gran historia co-evolutiva de los mismos, que fue el origen de los complejos ecosistemas naturales y que posteriormente está generando ecosistemas socioambientales en todos los ámbitos, incluyendo el global, en un proceso acelerado de transformación, bajo un conjunto de procesos fragmentados y en conflicto por su débil nivel de gobernanza. Las limitaciones de los procesos regionales, nacionales e internacionales actuales de gobernanza están generando una serie de amenazas sistémicas como la del cambio climático, los problemas de salud por pandemias y enfermedades crónicas, una profunda y creciente polarización económica que induce a la violencia. En paralelo se están generando una serie de oportunidades con los avances tecnológicos multidimensionales, sobre todo en los sistemas de información y comunicación, transporte y salud, así como una mayor visión social y ambiental en los grupos más conscientes de la sociedad. El conocimiento y gobernanza ecosistémica es una oportunidad emergente para los que estén preparados para usarla.

El pensamiento ecosistémico que está emergiendo en el siglo XXI desde México, país mestizo o integrador genético cultural, megadiverso y con gran riqueza natural y cultural, ofrece oportunidades creativas de transformación compleja y consciente cualitativa, como un gran proceso abierto e incluyente de unidad en la diversidad transdisciplinaria de conocimientos hacia la gobernanza democrática. Sirve para diseñar y operar organizaciones democráticas e incluyentes de mayor nivel de complejidad en forma de redes plurales ecosistémicas heterogéneas en distintos territorios geoculturales y entre ellos. El pensamiento ecosistémico surge de la integración del conocimiento presistémico con el sistémico y de la visión ecocéntrica de la realidad; sirven de guía para los procesos de cambio aplicado o práctico-teórico, bajo la guía de la metáfora ecosistémica.

Los procesos cibernéticos transdisciplinarios de acción-investigación participativa o de gobernanza, son los cómo, los procesos planeados e implementados de forma permanente hacia la transformación de y entre todo tipo de sistemas bajo condiciones reales. Los deben realizar las personas directamente afectadas por las intervenciones integrales o sistémicas, por medio de grupos interdisciplinarios de expertos teóricos en coordinación con expertos prácticos con distintas experiencias y habilidades en su contexto, respetando las distintas visiones culturales de los grupos heterogéneos que diseñan, implementan y mejoran los procesos de transformación de distintos tipos de sistemas, tomando en cuenta las condiciones cambiantes de cada contexto territorial geocultural y sus interrelaciones con otros contextos.

De forma inicial, para este primer libro electrónico sobre el conocimiento sistémico y ecosistémico, se eligieron tres tipos temáticos de aplicaciones en los campos de salud, educación y organización entrelazados. Existen muchas más aplicaciones entre otros campos del conocimiento bajo el enfoque ecosistémico. Las aplicaciones sisté-

micas y ecosistémicas sobre salud, educación y organización tienen en común su orientación sociotécnica, así como su proceso educativo gradual de transformación personal, local y global en el pensamiento y la acción de gobernanza cibernética. Algunas de las aplicaciones son en el medio de investigación académica de Ingeniería de Sistemas y en organizaciones socioambientales integrales con la participación de líderes comunitarios con visión integral participativa e incluyente.