

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina

Desafíos, contribuciones
y compromisos para
abordar los problemas complejos
del siglo XXI

Leonardo G. Rodríguez Zoya
Coordinador general

Con prólogo de
Edgar Morin

Tomo II



Comunidad Editora
Latinoamericana

LA EMERGENCIA DE LOS ENFOQUES DE LA COMPLEJIDAD EN AMÉRICA LATINA

TOMO II

Leonardo G. Rodríguez Zoya
(Coordinador General)

COLECCIÓN PENSAMIENTO COMPLEJO DEL SUR



TÍTULOS DE LA COMUNIDAD EDITORA LATINOAMERICANA

Colección Pensamiento complejo del sur

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina. Tomo I
Leonardo G. Rodríguez Zoya (Coordinador)

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina. Tomo II
Leonardo G. Rodríguez Zoya (Coordinador)

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina. Tomo III
Leonardo G. Rodríguez Zoya (Coordinador)

Colección Pensar la complejidad

Filosofía de la complejidad. Giuseppe Gambillo y Annamaria Anselmo

Colección Conocer y actuar en la complejidad

Experiencias de colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad
Juliana Merçon, Bárbara Ayala-Orozco y Julieta A. Rosell García (Coords.)

Colección Caminar en la complejidad

La simulación social de problemas complejos. Leonardo G. Rodríguez Zoya

Colección Educar en la complejidad

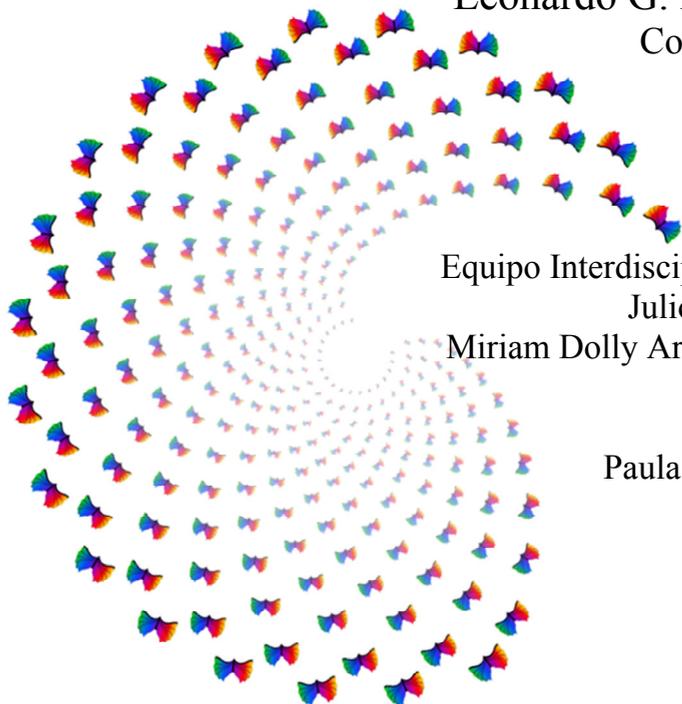
La educación transdisciplinaria. Nahuel A. Luengo y Fidel Martínez Álvarez

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina

Desafíos, contribuciones y compromisos para abordar los problemas complejos del siglo XXI

TOMO II

Leonardo G. Rodríguez Zoya
Coordinador General



Equipo Interdisciplinario de Trabajo:
Julio Leonidas Aguirre,
Miriam Dolly Arancibia de Calmels,
Valeria M. Elizalde
Belén Ramet y
Paula G. Rodríguez Zoya

Rodríguez Zoya, Leonardo Gabriel

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina : desafíos, contribuciones y compromisos para abordar los problemas complejos del siglo XXI Tomo II / Leonardo Gabriel Rodríguez Zoya; coordinación general de Leonardo Gabriel Rodríguez Zoya; editor literario Paula Gabriela Rodríguez Zoya; ilustrado por Giselle Goicovic Madriaza. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Comunidad Editora Latinoamericana, 2018.

Libro digital, PDF - (Pensamiento complejo del sur)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-46964-3-4

1. Complejo. 2. Pensamiento. 3. Pensamiento Crítico. I. Rodríguez Zoya, Leonardo Gabriel, coord. II. Rodríguez Zoya, Paula Gabriela, ed. Lit. III. Goicovic Madriaza, Giselle, illus. IV. Título. CDD 160

Leonardo G. Rodríguez Zoya ~ Editor

Comunidad Editora Latinoamericana

Matheu 1225, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C1249AAA), Argentina

Tel. +54 911 5001 8099

www.comunidadeditora.org

cel@comunidadeditora.org

Colección: Pensamiento Complejo del Sur

Coordinación editorial: Paula G. Rodríguez Zoya

Diseño editorial: Giselle Goicovic Madriaza

Diseño de la cubierta: Giselle Goicovic Madriaza

ISBN del Tomo II: 978-987-46964-3-4

ISBN de la obra completa: 978-987-45216-5-1



Esta obra se encuentra protegida por derechos de autor © Leonardo G. Rodríguez Zoya y se distribuye bajo Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial - Compartir Obras Derivadas Igual 2.5 Argentina.



Usted es libre de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra, hacer obras derivadas bajo las siguientes condiciones:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciente (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Compartir bajo la Misma Licencia — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

Para más información ver aquí: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar/>

Si tiene dudas sobre la licencia, comuníquese a cel@comunidadeditora.org

Este libro se terminó de imprimir en *Docuprint*, Buenos Aires, Argentina, Octubre de 2018.

Impresión bajo demanda.

Impreso en la Argentina ~ Printed in Argentina

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

Esta obra ha sido el resultado de un proyecto internacional animado por la



Comunidad de Pensamiento Complejo

COORDINADOR GENERAL DEL PROYECTO

Leonardo G. Rodríguez Zoya

CONSEJO CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Edgar Morin

Presidente honorario del consejo

Pedro Sotolongo

Cátedra Complejidad
Instituto de Filosofía de La Habana
Cuba

Rafael Pérez-Taylor

Instituto de Investigaciones Antropológicas
Universidad Nacional Autónoma de México
México

Jean-Louis Le Moigne

Programme européen
Modélisation de la Complexité
Réseau Intelligence de la Complexité
(RIC-MCX-APC)
Francia

Carlos Eduardo Maldonado

Universidad del Rosario
Colombia

Pascal Roggero

Institut du Droit de l'Espace, des Territoires et de
la Communication (IDETCOM)
Université de Toulouse 1-Capitole
Francia

José Antonio Castorina

Instituto de Ciencias de la Educación
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires
Argentina

EQUIPO DE TRABAJO RESPONSABLE

Julio Leonidas Aguirre
Miriam Dolly Arancibia de Calmels
Valeria Elizalde
Belén Ramet
Paula G. Rodríguez Zoya

COORDINACIÓN TECNOLÓGICA

Yamil Salinas Martínez

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL

Paula Rodríguez Zoya

DISEÑO EDITORIAL
Giselle Goicovic Madriaza

COORDINADORES DE LOS EJES TEMÁTICOS (ESPAÑOL)

Eje 1. Paradigma, teorías y métodos de la complejidad:

Elba Riera, Argentina
Álvaro Malaina Martín, España
Josefina Fantoni, Argentina
Fernando Almarza-Rísquez, Venezuela

Eje 2. Complejidad de los problemas de América Latina en el Siglo XXI:

- 2.1. Educación:
 - Bernardo Castro Sáez, Chile
 - Jorge Hernán Calderón López, Colombia
- 2.2. Política:
 - Alberto Montbrun, Argentina
 - Antonio Elizalde, Chile
- 2.3. Sociedad:
 - Gabriel Ríos, Uruguay
 - Arlet Rodríguez, México
 - Marcelo Chacón Reyes, Cuba
- 2.4. Ecología, ambiente y desarrollo sustentable:
 - Juan Pablo Martínez Davila, México
 - Silvina Corbetta, Argentina
 - José Otocar Reina Barth, Colombia
- 2.5. Ciencia y Tecnología:
 - Eduardo Glavich, Argentina
 - Lionel Lewkow, Argentina

Eje 3. Proyectos de investigación y programas de acción:

Rubén José Rodríguez, Argentina
Susana Deiana, Argentina

COORDINADORES DE LOS EJES TEMÁTICOS (PORTUGUÉS)

Sérgio Luís Boeira, Brasil
Antônio Sales, Brasil
Julio Torres, Brasil

INSTITUCIONES ADHERENTES AL PROYECTO



Réseau Intelligence de la Complexité, Programme européen MCX "Modélisation de la CompleXité", Association pour la Pensée Complexe (RIC-MCX-APC), Francia
<http://www.mcxapc.org/>



Cátedra Complejidad, Instituto de Filosofía de La Habana, Cuba
<http://www.complejidadhabana.com/>



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Universidad del Rosario, Colombia
<http://www.urosario.edu.co/>



Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Argentina
<http://iigg.sociales.uba.ar/>



Unidad de Estudios Regionales, Universidad de la República, Uruguay
<http://www.unorte.edu.uy/>



Facultad de Educación, Universidad de Santiago de Cali, Colombia
<http://educacion.usc.edu.co/>



Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan, Argentina
<http://www.faud.unsj.edu.ar/>



Centre interdisciplinaire d'étude et de recherche sur les systèmes sociaux (CIRESS) du Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur l'Economie, les Politiques et les Systèmes Sociaux (LEREPS), Université de Toulouse 1, Francia
<http://lereps.sciencespo-toulouse.fr/>



Instituto de Ciencias de la Educación, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina
<http://iice.institutos.filo.uba.ar>



Comité de recherche 5 "Sociologie de la complexité: relations et systèmes" de l'Association internationale des sociologues de langue française (AISFL), Francia
<http://www.aislf.org/>



Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Brasil
<http://www.univali.br/>



Centro de Estudios para la Gestión de Sistemas Complejos, Mendoza, Argentina
<http://www.cegesco.org/>



Departamento Provincial de Educación - Valdivia (Deproveduc), Región de Los Ríos, Ministerio de Educación, Chile
<http://www.mineduc.cl/ministerio/departamentos-provinciales/>



Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires
<http://www.sociales.uba.ar/>



Escola da Complexidade, Brasil
<http://complexidade.ning.com/>



Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y de la Salud, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina
<http://fhu.unse.edu.ar/>



Instituto Peruano del Pensamiento Complejo Edgar Morin (IPCEM), Universidad Ricardo Palma
<http://www.ipcem.net/>



Instituto Andino de Sistemas (IAS), Peru
<http://www.iasvirtual.net/>

AUTORES

Denise Najmanovich

Schelica Mozobancyk

Enrique G. Herrscher

Martín de Lellis

Fidel Martínez Álvarez

Graciela Nozica

Pedro Luis Sotolongo

Griselda Henriquez

Martín Andrés Díaz

José Otocar Reina Barth

Lisette Bustillo García

Oscar Alonso Herrera Gutierrez

Juan Pablo Martínez Dávila

Heimar Quintero Vargas

Elvira A. Suarez Montenegro

Oscar Chaparro Anaya

Rafael Pérez-Taylor y Aldrete

Ramón Morán

Leonardo G. Rodríguez Zoya



ÍNDICE

Índice	13
Prólogo.....	15
<i>Edgar Morin</i>	

PRIMERA PARTE

PARADIGMAS, TEORÍAS Y MÉTODOS DE LA COMPLEJIDAD

Capítulo I.....	21
Pensar con, contra y más allá de Edgar Morin	
<i>Leonardo G. Rodríguez Zoya</i>	
Capítulo II.....	47
Configurazoom. Los enfoques de la complejidad	
<i>Denise Najmanovich</i>	
Capítulo III	79
Los enfoques de la complejidad y de la sistémica: coincidencias y diferencias	
<i>Enrique G. Herrscher</i>	
Capítulo IV.....	95
Los estudios de la complejidad en la nueva revolución del saber	
<i>Fidel Martínez Álvarez</i>	

SEGUNDA PARTE

COMPLEJIDAD DE LOS PROBLEMAS DE AMÉRICA LATINA EN EL SIGLO XXI

Capítulo V	127
El vivir bien: una contribución autóctona desde el hondón sudamericano al pensamiento complejo del Sur	
<i>Pedro Luis Sotolongo</i>	
Capítulo VI.....	135
De la sequía al cambio climático	
<i>Martín Andrés Díaz</i>	

Capítulo VII	159
Agroecosistemas, autopoiesis y complejidad	
<i>Lisette Bustillo García y Juan Pablo Martínez Dávila</i>	
Capítulo VIII	169
La evaluación de la complejidad del espacio geográfico desde el enfoque sistémico	
<i>Elvira Aidee Suarez Montenegro</i>	
Capítulo IX	183
Las ciencias de la vida: una perspectiva transdisciplinar	
<i>Rafael Pérez-Taylor y Aldrete</i>	

TERCERA PARTE

INVESTIGACIÓN Y PROGRAMAS DE ACCIÓN DESDE LOS ENFOQUES DE LA COMPLEJIDAD EN AMÉRICA LATINA

Capítulo X	205
Aspectos psicosociales del cambio climático	
<i>Schelica Mozobancyk y Martín de Lellis</i>	
Capítulo XI	229
Identificación de procesos de deterioro ambiental.	
Valle de Tulum, Provincia de San Juan	
<i>Graciela Nozica y María Griselda Henriquez</i>	
Capítulo XII	247
Transformaciones del discurso agronómico para el desarrollo de sistemas de cultivo para piña en terrenos restringidos por pendiente y sequedad	
<i>José Otocar Reina Barth, Oscar Alonso Herrera Gutierrez, Heimar Quintero Vargas y Oscar Chaparro Anaya</i>	
Capítulo XIII	261
La pesca en América Latina: un acercamiento desde la complejidad	
<i>Ramón Morán</i>	
Apartado I	285
Resúmenes de Capítulos	
Apartado II	293
Índice de autores	

PRÓLOGO

Esta obra colectiva testimonia la vitalidad de la *Comunidad de Pensamiento Complejo* y el compromiso de su animador, Leonardo G. Rodríguez Zoya, con el desarrollo del pensamiento complejo. *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina* constituye uno de los trabajos colectivos más significativos sobre complejidad que se han producido en el último tiempo y, sin duda, uno de los más relevantes en América Latina.

En la emergencia de esta obra veo el retoño de un pensamiento que se abre a la complejidad de la vida como un árbol que se ramifica en múltiples direcciones, religando los conocimientos dispersos en disciplinas incomunicadas para dar sentido a la complejidad del mundo. El florecer de este trabajo colectivo constituye un meta-punto de vista a través del cual puedo pensar la búsqueda de un método de la complejidad que animó mi aventura intelectual desde mediados de la década de 1970. En *Mis demonios* escribí: “no soy de los que tienen una carrera sino de quienes tienen una vida”. La complejidad de la vida ha nutrido el desarrollo de mi obra, la cual ha alimentado la itinerancia de mi camino vital e intelectual. En esta aventura del método he procurado problematizar la complejidad del mundo físico, biológico y antropológico como problema epistemológico, ético y político. Ahora bien, el método del pensamiento complejo no sustituye ni reemplaza los métodos científicos, sino que constituye con respecto a éstos un meta-punto de vista que procura estimular un pensamiento reflexivo de la ciencia sobre sí misma.

Uno de los principios de la complejidad señala que todo lo que no se regenera se degenera, es preciso regenerarse para no degenerar. Este principio que se manifiesta claramente en la complejidad biológica, en la regeneración de las células y la auto-eco-organización de la vida, es igualmente válido para los conocimientos y los sistemas de ideas. La racionalidad degenera en racionalización cuando abandona el diálogo

incierto e inacabable con lo real; la teoría degenera en doctrina cuando expulsa los argumentos que la contradicen o las evidencias que la refutan; el pensamiento complejo degenera en pensamiento simplificante cuando renuncia a la búsqueda permanente de una racionalidad abierta y auto-crítica. En tal sentido, creo que uno de los aportes de *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina* es contribuir a la regeneración del pensamiento complejo a través de una crítica y una reflexión sobre las posibilidades, límites y alcances del conocimiento complejo.

En *Introducción al pensamiento complejo* he afirmado que la complejidad es una palabra-problema y no una palabra-solución. El pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un saber no parcelado, no dividido, no reduccionista, y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento. Ahora bien, el problema de la complejidad no comprende solamente un desafío cognitivo, sino que constituye, además, un problema práctico que abarca la vida del ser humano. Es por ello que el desafío de la complejidad no puede reducirse al terreno científico sino que convoca también un pensamiento sobre la ética, la política, la educación y la vida.

En consecuencia, se vuelve fundamental articular la complejidad restringida y la complejidad general. La primera se despliega a nivel científico a través de la formalización, modelización y simulación de sistemas complejos pero tiende a excluir de su interrogación una reflexión epistemológica y ética sobre la complejidad de los problemas fundamentales que no resulta matematizable ni cuantificable. La complejidad general, por su parte, reconoce los aportes de las ciencias de la complejidad pero insiste en un replanteo epistemológico que lleve a la reorganización del conocimiento. Es en este plano donde emerge el verdadero desafío de un paradigma de la complejidad como paradigma civilizatorio de una sociedad-mundo. Pues bien, considero que esta obra inaugura, asimismo, un diálogo constructivo entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad al procurar simultáneamente una reflexión paradigmática y epistemológica de la complejidad sin descuidar los desafíos científicos que la complejidad plantea ni las implicancias éticas, políticas y educativas del pensamiento complejo. Creo que uno de los aportes teóricos más relevantes de esta obra es la apuesta por introducir el concepto de *problemas complejos* en el repertorio reflexivo de la complejidad. El porvenir de la humanidad y la emergencia de la Tierra-Patria como comunidad de destino planetaria están ligados a la posibilidad de reformar nuestro modo de pensamiento sobre los problemas más graves que son, desde luego, problemas complejos.

El pensamiento complejo no es propiedad de un autor sino que constituye un desafío colectivo que es, al mismo tiempo, científico y filosófico, ético y político, teórico y práctico, académico y ciudadano para comprender la complejidad del ser humano y regenerar el porvenir de la humanidad. En el Tomo 6 de *El Método* he planteado que el pensamiento complejo es un pensamiento que religa y que la ética compleja es una ética de la religancia. Así, considero que esta obra es una obra que religa: religa saberes de distintas disciplinas y religa a varios autores de distintos países en un trabajo de pensamiento colectivo. Esta obra procura asumir el desafío de la complejidad y expresa la práctica del pensamiento complejo en el plano epistemológico y ético. *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina* es, decididamente, una invitación al pensamiento y la acción.

Edgar Morin

París, 23 de septiembre de 2016

PRIMERA PARTE

Paradigmas, teorías y métodos de la complejidad

CAPÍTULO I

Pensar con, contra y más allá de Edgar Morin[#]

Leonardo G. Rodríguez Zoya^{*}

1. Introducción

El desarrollo del pensamiento y del conocimiento sigue un proceso controversial y dialéctico (Nudler, 2009). La *controversia*, a diferencia de la polémica, implica un ejercicio crítico basado en el diálogo y contraposición argumental (sentido etimológico de la palabra dialéctica proveniente del vocablo *dialégomai*). La *crítica* es “el juego serio de las preguntas y de las respuestas” y constituye un verdadero trabajo para el pensamiento (Foucault, 1999b: 353). La crítica es, pues, una actitud general del pensamiento que busca problematizar los límites de nuestros modos de conocer y de actuar. La *polémica*, por el contrario, es una argumentación de apariencia crítica pero, a diferencia de ésta, quien la enuncia “no tiene ante él a un interlocutor en la búsqueda de la verdad, sino a un adversario, un enemigo que es culpable que es nocivo y cuya existencia misma constituye una amenaza” (Foucault, 1999b: 354). Con todo, mientras que la crítica implica una posición de simetría comunicativa y un diálogo argumentativo entre dos participantes (para retomar la imagen habermasiana); la polémica

[#] Este trabajo fue publicado originalmente en la revista *Gazeta de Antropología* bajo el título “Contribución a la crítica del pensamiento complejo de Edgar Morin. Bases para un programa de investigación sobre los paradigmas”, Universidad de Jaén, Vol. 33, núm. 2, artículo 05, ISSN: 0214-7564, Disponible en: <http://www.gazeta-antropologia.es/?p=5011>

^{*} Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y del Instituto de Investigaciones Gino Germani, Universidad de Buenos Aires. Profesor Universitario (Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Tres de Febrero, Universidad Nacional de General Sarmiento – Instituto de Desarrollo Económico y Social, entre otras). Dirección postal: Matheu 1225, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1249AAA, Argentina. Tel. +54 9 11 5001 8099. Correo electrónico: leonardo.rzoya@rzoya@gmail.com.

conlleva una posición de jerarquía que suprime al “interlocutor de todo diálogo posible” y busca “hacer triunfar la causa justa de la que desde el comienzo (el polemista) es el portador manifiesto” (Foucault, 1999b: 354).

Esta distinción entre crítica y polémica es la premisa que orienta la construcción argumental de este trabajo cuyo objetivo es elaborar una crítica constructiva al pensamiento complejo de Edgar Morin. La obra moriniana ha suscitado cuatro grandes actitudes. Por un lado, *ignorancia y desconocimiento* debido a la débil recepción sus trabajos en la filosofía académica y las ciencias sociales contemporáneas. Por el otro, *admiración y reconocimiento* debido a la fecundidad de su pensamiento y la originalidad de sus planteos. Además, ha habido un trabajo serio y riguroso de *interpretación, sistematización y exégesis* de su obra, tarea necesaria para desarrollar toda corriente de pensamiento (Gómez García, 2003; Luengo González, 2014; Solana Ruiz, 2001). Finalmente, la obra de Morin ha sido objeto de una profunda *polémica* que puede sintetizarse en la oposición entre la complejidad como método y la complejidad como ciencia (Maldonado, 2007); los paradigmas discursivos de la complejidad y los algoritmos de la complejidad (Reynoso, 2006, 2009); la complejidad general y la complejidad restringida (Morin, 2007). Los trabajos de Maldonado y Reynoso encarnan muy bien la polémica entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad pero no desarrollan una práctica crítica en el sentido antes aludido. Tampoco Morin efectúa una auto-crítica de su concepción para integrar los aportes de los sistemas complejos. En efecto, cada uno a su manera pretende detentar un punto de vista correcto y verdadero sobre cómo abordar el estudio de la complejidad (Rodríguez Zoya y Roggero, 2011). Por esta vía, se ha instalado una dicotomía infértil que bloquea el desarrollo controversial del pensamiento complejo (Rodríguez Zoya y Rodríguez Zoya, 2014).

En este marco problemático, el artículo se propone elaborar una reflexión crítica sobre los límites de la obra de Edgar Morin (sección 2). Esta andadura permite enunciar la tesis central que se pretende demostrar y defender: mientras que el concepto de *paradigma* constituye uno de los ejes vertebradores de la obra moriniana, el autor de *El Método* no ofrece una estrategia metodológica para la investigación empírica de los paradigmas. Este trabajo pretende contribuir a superar esta carencia de método. Para este fin se problematiza el concepto de paradigma y se precisan sus límites metodológicos (sección 3), lo que permite avanzar algunos lineamientos estratégicos para el desarrollo de un programa de investigación interdisciplinario sobre los paradigmas (sección 4) y proponer algunos principios de método para su investigación empírica (sección 5).

2. Reflexión crítica sobre los límites de la obra de Edgar Morin

Desde la publicación de *El año cero de Alemania* en 1946 (Morin, 1946) hasta la reciente aparición del tratado *Sobre la estética* (Morin, 2016), la multidimensional obra de Edgar Morin, que se entretiene en más de noventa libros publicados a lo largo de siete décadas de una intensa aventura vital e intelectual, constituye un acontecimiento raro y decisivo en la historia del pensamiento occidental contemporáneo. Esta rareza se vuelve tanto más decisiva cuando consideramos que la búsqueda que anima la itinerancia moriniana propende a la regeneración de una racionalidad abierta a la complejidad, la incertidumbre, la contradicción y el devenir que pueda problematizar sus propios límites e insuficiencias. El *pensamiento complejo* es el nombre dado por el autor de *El Método* a esta forma de racionalidad reflexiva, crítica y auto-crítica (Morin, 1982). Asimismo, el concepto de *paradigma* alude a los principios de organización de un sistema de pensamiento (Morin, 1990). Un paradigma es, simultáneamente, una construcción individual y social, cultural e histórica, práctica y discursiva que condiciona los razonamientos individuales y colectivos, orienta las teorizaciones y permea una visión del mundo (Morin, 1991).

En esta andadura, la singularidad de la obra moriniana se afirma, posiblemente, como el último gran esfuerzo teórico y filosófico contemporáneo por construir una síntesis que permita pensar de modo integrado la complejidad organizacional del mundo físico, biológico y antropológico desde una perspectiva anti-reduccionista, anti-esencialista, no finalista y no totalizadora. A partir del giro antropológico-epistemológico cristalizado en *El paradigma perdido* (Morin, 1973) y, decisivamente, con la aventura intelectual iniciada en *El Método* desde fines de la década de 1970 (Morin, 1977, 1980, 1986, 1991, 2001, 2004), la obra de Edgar Morin se orienta hacia la problematización de los principios paradigmáticos que organizan el sistema de pensamiento moderno, sus condiciones de posibilidad y sus límites; con la finalidad estratégica de estimular la constitución de un paradigma alternativo que el autor denomina *paradigma de la complejidad* y cuya realización es inseparable del desarrollo de un *pensamiento complejo*.

El paradigma moderno sustentado en los principios de *disyunción* (separar para conocer) y *reducción* (búsqueda analítica de lo elemental) ha moldeado la estructura de pensamiento sobre la que se edificó el sistema-mundo occidental capitalista (Morin, 2007; Wallerstein, 2005, 2006). Más aún, si el paradigma de simplificación de la Modernidad puede ser pensado como una *gran desalianza* entre la Humanidad y la Naturaleza (Monod,

1970; Moscovici, 2000), la búsqueda de un paradigma de la complejidad labrada por el trabajo intelectual de Edgar Morin expresa un esfuerzo por generar una *nueva alianza* que pueda volver a dar sentido a la unidad compleja del cosmos, la vida y la humanidad (Morin, 1973, 1986; Morin y Brigitte Kern, 1993; Prigogine y Stengers, 1979).

En este horizonte, las múltiples crisis que azotan al mundo contemporáneo y amenazan la humanidad (económica, ambiental, nuclear, alimentaria, etc.) expresan no sólo, las insuficiencias del sistema-mundo moderno, sino sobre todo y fundamentalmente, los límites de nuestro sistema de pensamiento. Nuestro problema más grave, repite con insistencia Morin, es nuestra dificultad para pensar los problemas más graves. Por eso, el filósofo francés conjetura que vivimos una *crisis paradigmática de la civilización*. Si esta hipótesis es plausible, entonces, el problema del pensamiento, es decir, del paradigma, se torna un desafío vital e intelectual, epistémico y político, teórico y práctico, científico y ético. Este razonamiento plantea una doble consecuencia. Por un lado, el *cambio de paradigma* implica una *reforma del pensamiento* (Morin, 1996), es decir, la necesidad de aprender a pensar de otro modo. Por el otro, el *cambio civilizatorio* es una transformación paradigmática profunda que permea la ciencia, la cultura, la política, la educación y la ética, en definitiva, nuestro modo de vivir, pensar, conocer y actuar (Morin, 1982, 2004, 2009, 2011).

Es indudable la relevancia y originalidad del pensamiento de Edgar Morin. Sin embargo, una aproximación crítica a su obra permite evidenciar algunos síntomas que es necesario problematizar si se pretende contribuir a regenerar el pensamiento complejo y desarrollar sus potencialidades epistémicas, éticas y prácticas (Le Moigne, 2010; Morin y Le Moigne, 2007). En primer lugar, se observa que a pesar del carácter prolífico de su obra, el desarrollo del pensamiento complejo sigue ligado, en buena medida, a la pluma del autor de *La Méthode*. En efecto, Edgar Morin no ha construido una escuela de pensamiento, como si lo han hecho otros académicos franceses entre los que se destacan Michel Foucault, Pierre Bourdieu, Raymond Boudon, por mencionar sólo algunos. Tampoco el pensamiento complejo, con todas sus riquezas y matices, se ha cristalizado en un conjunto sistemático y explícito de investigaciones empíricas que movilicen los dispositivos conceptuales elaborados por Edgar Morin para la elucidación de problemáticas concretas. Este hecho contrasta notablemente con la profusa difusión de sus ideas y su obra, sobre todo en América Latina, y los reconocimientos con los que ha sido galardonado el pensador francés en el último cuarto de siglo. En efecto, se evidencia una tensión entre la miríada de problemáticas relevantes abiertas por la obra moriniana y

el comparativamente escaso cuerpo de investigaciones sustentadas en su enfoque epistemológico, teórico y conceptual. Más aún, puede afirmarse que los problemas abiertos por *El Método* no se han cristalizado, todavía, en un programa de investigación interdisciplinario de los problemas complejos que signan la actual crisis civilizatoria (Rodríguez Zoya, 2012).

En segundo lugar, cabe señalar que la obra moriniana presenta una particular debilidad metodológica por cuanto el *método del pensamiento complejo* no ha sido articulado de modo preciso y riguroso con los *métodos de investigación empírica* en ciencias sociales, como algunos observadores han señalado con incisiva claridad:

Edgar Morin contribuyó a demoler las bases del racionalismo tradicional que había penetrado tan profundamente en el sistema educativo francés. Sin embargo, su crítica no ofrece una formulación precisa de los problemas que enuncia (...) como para conducir a una metodología de trabajo aplicable a las situaciones concretas que él considera como ‘complejas’ (García, 2006: 21).

Ahora bien, es preciso señalar que Edgar Morin explicita que su concepción de método “se opone aquí a la concepción llamada ‘metodológica’ en la que (el método) es reducido a recetas técnicas” (Morin, 1977: 37). Mientras que “las metodologías son guías *a priori* que programan las investigaciones (...) el método que se desprende de nuestra andadura será una ayuda a la estrategia” (Morin, 1986: 36). Con todo, puede afirmarse que el pensamiento complejo no es un método científico sino una estrategia de pensamiento y de conocimiento que propicia una mirada reflexiva y auto-crítica del investigador sobre sí mismo (Morin, 1982). En palabras de Edgar Morin en ocasión del *Coloquio de Cerisy*:

Lo que llamo método puede considerarse como un metamétodo en relación con el método científico; no anula en nada los métodos científicos; por el contrario, los admite y los reconoce, pero interroga, critica, controla y en ocasiones sobrepasa los métodos científicos en virtud de su reflexión, dado que la carencia profunda de la actividad científica no constituye la ausencia de pensamiento (...); se trata de la ausencia de un pensamiento sobre sí mismo (Morin, 2005: 414).

A partir de este razonamiento, pueden distinguirse dos dimensiones de la palabra método: la idea de *método de pensamiento* y *método de investigación*. El primero requiere de la puesta en juego de una “estrategia mental e intelectual” (Morin, 2005: 415) y del ejercicio de un “arte de la concepción” (Morin, 1986: 202) para imaginar creativamente nuevos problemas, ideas y preguntas. Mientras que el segundo comporta el desarrollo de estrategias para la construcción de observaciones empíricas que permitan la formulación y puesta a prueba de hipótesis con la finalidad de sustentar construcciones teóricas.

A este respecto cabe dirigir dos observaciones críticas al núcleo metodológico de la obra moriniana, cuya atención resulta decisiva para regenerar su enfoque y superar sus limitaciones. Por un lado, hay un interrogante que Morin evade sistemáticamente y que resulta crucial para la factibilidad práctica y empírica de su propuesta, a saber: ¿cómo articular el pensamiento complejo con los métodos de investigación empírica en ciencias sociales? A lo largo de los seis tomos de *El Método* no se sugiere ninguna estrategia concreta acerca de cómo vincular la práctica del pensamiento complejo, en tanto *método de pensamiento*, con los *métodos de investigación* de las ciencias y las humanidades. La recomendación que nos ofrece se sintetiza en la fórmula “ayúdate, que el método te ayudará” (Morin, 2005: 416), lo cual no sólo es insuficiente para un pensador de su talante, sino que resulta insatisfactorio si pretendemos estimular a que otros practiquen un *pensamiento complejo* para desarrollar una *ciencia con consciencia*. Enfrentar esta objeción con rigor y pertinencia deviene crucial a la hora de pensar una estrategia de enseñanza de las ciencias -lo que comprende la metodología de investigación- inspirada en el pensamiento complejo.

Por el otro, es relevante aplicar reflexivamente los principios del pensamiento complejo a la misma concepción moriniana de método. “El pensamiento complejo es un pensamiento que religa” (Morin, 2004: 218) y que procura “relacionar sin dejar de distinguir” (Morin, 1996: 14) a través de la operación dialógica “separar lo unido \leftrightarrow unir lo separado” (Morin, 1986: 129). Así, cabe conjeturar que la argumentación moriniana sobre el método induce a una simplificación por cuanto separa pero no religa el método del pensamiento complejo con los métodos de investigación. Si bien en el cariz de su *prédica* teórica, Edgar Morin, plantea la posible y deseable religancia del pensamiento complejo y los métodos científicos; lo cierto es que en el desarrollo *práctico* de su obra la pretensión de “articular lo que está separado y volver a unir lo que está desunido” (Morin, 1977: 28) ha

quedado subdesarrollada en el plano metodológico (Rodríguez Zoya y Roggero, 2011).

Para ser explícitos y claros en esta aserción: en la obra de Morin hay un descuido mayúsculo de la dimensión técnico-procedimental y operativa de los métodos científicos. El hecho que la concepción estándar de la metodología de la investigación haya operado una reducción de los problemas metodológicos a cuestiones de índole técnica y procedimental (Rodríguez Zoya, 2009), es decir, que el método haya degradado en programa y en la aplicación irreflexiva de recetas (Morin, 1982); no exime en absoluto al pensamiento complejo de la necesaria tarea de integración crítica y reflexiva de los métodos y técnicas de investigación en el seno de un método de la complejidad concebido como estrategia de pensamiento.

En consecuencia, resulta, pues, decisivo evitar dos formas de simplificación metodológica que la obra de Edgar Morin no aborda con la claridad y precisión necesaria. Por un lado, es necesario eludir la Escala del reduccionismo técnico-instrumentalista de los métodos, por cuanto conduce a una práctica metodológica irreflexiva y obtura la comprensión del método como estrategia creativa de pensamiento (cuestión sobre la cual la obra moriniana nos alerta); y por el otro, la Caribdis de la disyunción entre la dimensión técnico-procedimental y la dimensión cognitivo-estratégica de los métodos (cuestión que la obra moriniana descuida y subestima). Más aún, puede afirmarse que una concepción compleja de la práctica metodológica de la ciencia supone la articulación rigurosa y creativa de un método de pensamiento y de métodos de investigación. Por esta vía, el pensamiento complejo interpela nuestro propio quehacer metodológico al plantear el desafío que supone el ejercicio de articular *métodos reflexivos*, como la estrategia del pensamiento complejo, y *métodos de objetivación*, -sin los cuales la ciencia no sería posible- con el fin de “producir observables de la realidad empírica, sean éstos de naturaleza cualitativa-hermenéutica, cuantitativo-estadística o experimental” (L. Rodríguez Zoya, 2016: 36).

Finalmente, cabe realizar una tercera observación problemática: la obra de Edgar Morin no ha sido objeto de una discusión colectiva sistemática orientada a elaborar una crítica rigurosa y constructiva que permita elucidar las posibilidades y límites del pensamiento complejo. El concepto de *crítica* debe ser entendido aquí en el pleno sentido kantiano del término en tanto problematización de los límites y su franqueamiento posible (Foucault, 1999c). Sólo a través de una crítica al pensamiento complejo sería posible objetivar sus debilidades y desarrollarlo en aspectos que han permanecido necesariamente inconclusos (Solana Ruiz, 2011). Esta falta de crítica sobre la obra moriniana se debe, en buena medida, al carácter

marginal y solitario del pensador francés. Así lo testimonia el autor en el prólogo de *El Método I* cuando afirma:

Mi marginalidad no prueba nada, ni siquiera a mí mismo. (...) La soledad a la que me he constreñido es el sino del pionero, pero también del extraviado. He perdido el contacto con los que no han emprendido el mismo viaje y no veo todavía a mis compañeros que existen, sin duda, y que ellos tampoco me ven... (Morin, 1977: 38).

Pero la obra moriniana también ha sufrido los mecanismos de exclusión y de poder de las disciplinas:

Yo me sitúo en los orificios entre los conocimientos instituidos, en esos orificios en los que se vacían los desechos que las disciplinas no asimilan. Me encuentro en los botes de basura del saber, como estuve antes en los botes de basura de la historia. Es verdad, carezco de las credenciales de identificación de filósofo o de científico. Voy y vengo, de contrabando entre la ciencia y la filosofía. Me encuentro en la *interfase* entre las ciencias humanas y las ciencias naturales cuando trato de considerar 'la individualidad' del hombre, ser a la vez biológico, natural y cerebral, por una parte, y cultural, social y espiritual por otra, inseparable el uno del otro (Morin, 2005: 419).

No puede comprenderse la fecundidad del pensamiento moriniano sino gracias a su solitaria marginalidad. Pero no es menos cierto que esta marginalidad solitaria es también la fuente de su principal debilidad: un pensamiento que no ha sido pensado, una teoría que no ha sido teorizada, en definitiva, una obra que más allá de ser reconocida y admirada, sistematizada e interpretada, necesita ser criticada y problematizada con pasión y rigor. Esta es la principal tarea y responsabilidad que tenemos los investigadores que nos sentimos inspirados y motivados por el pensamiento de Edgar Morin. Una vez más, los principios del pensamiento complejo deben ser aplicados reflexivamente a la propia obra moriniana. Así como el *conocimiento del conocimiento* fecunda una epistemología de segundo orden, es necesario construir un meta-punto de vista capaz de considerar las posibilidades y límites del pensamiento complejo tal como ha sido pensado y desarrollado por Edgar Morin en su obra. En una palabra, es necesario hacer *el pensamiento complejo del pensamiento complejo*.

Esta problematización de la obra moriniana permite tomar consciencia del riesgo frente al cual se encuentra el pensamiento complejo. “*Todo lo que no se regenera, degenera*”, afirma una de las máximas propuestas por Morin (2001: 328, énfasis en el original.). Es necesario regenerar el pensamiento complejo a fin de evitar que degenera en la repetición, en la dogmatización, en la prédica sin práctica, en la interpretación sin rigor, en las derivas del pensamiento laxo e incluso, en el culto a la personalidad, la privatización y el comercio académico. El reconocimiento y admiración al pensador no debe impedir pensar su pensamiento, sino motivar y suscitar una crítica lúcida y honesta, incisiva y constructiva de la integralidad de su obra. La admiración sin crítica degenera en la adulación celebratoria. La problematización crítica del pensamiento complejo es la mejor forma de celebrar y honrar el pensamiento, la vida y la obra de Edgar Morin. Con todo, que nos sea permitido afirmar que el porvenir del pensamiento complejo requiere, efectivamente, de la construcción de una comunidad de investigación que simultáneamente sea capaz de pensar *con, contra y más allá de Edgar Morin*. Este es el horizonte programático donde se inscribe la labor acometida en este trabajo.

3. Problematización del concepto de paradigma: los límites metodológicos

Quisiera introducir el problema del paradigma a partir un experimento visual, utilizando para ello una secuencia de fotogramas realizada por el dibujante húngaro Istvan Banyai y reunidas en su libro *Zoom* (2012), según se muestra en la Figura 1¹. Antes de continuar con el desarrollo del artículo, invito al lector a reflexionar sobre estas imágenes y a preguntarse ¿qué nos ha provocado esta experiencia?

¹ Invitamos al lector a ver el video de la secuencia en : <https://youtu.be/4z3pHCcuzRE>



Figura 1. Secuencia de doce imágenes extraídas del libro *Zoom*. La secuencia original se compone de 32 fotogramas. Fuente: (Banyai, 2012)

Considerado de forma aislada cada fotograma constituye un *punto de vista* que delinea un nivel de observación. En cada nivel, tenemos la *certidumbre* que el objeto percibido es uno y evidente: un gallo, una granja, una niña armando la maqueta de una granja, la niña en la tapa de una revista, un niño en un crucero que sostiene la revista donde está la niña armando una maqueta de una granja. A cada nivel de observación, la comprensión del objeto nos parece completa y exhaustiva. Esta metáfora visual tiene su correlato en una imagen filosófica: el sujeto trascendental kantiano según el cual existiría una posición absoluta de observación como

lugar privilegiado para el acceso a la verdad y al conocimiento (Ibáñez, 1998; Rodríguez Zoya y Rodríguez Zoya, 2014).

Ahora bien, si consideramos los fotogramas como momentos de un proceso, la dinámica de la secuencia ilustra un desplazamiento progresivo del *punto de vista*. Cada cambio de fotograma modifica la escala de observación y, al hacerlo, el nuevo punto de vista enriquece y transforma nuestra interpretación y comprensión del objeto. Lo que parecía ser, deja de ser lo que era y deviene en algo nuevo que continúa modificándose sin cesar. Lo que parecía completo y acabado se vuelve relativo e incierto. El cambio de punto de vista genera *incertidumbre* por tres razones. Primero, porque al inscribir un objeto en un nuevo *contexto* se transforma su sentido y se desestabiliza la comprensión previa. Como decía Bateson: “es el *contexto* lo que fija el significado” (1979: 26). Segundo, porque nos permite observar algo que antes no observábamos, más aún, que no podíamos concebir ni imaginar y, al hacerlo, tomamos consciencia de los límites de nuestra propia *observación*. Tercero, porque dificulta o restringe nuestra capacidad de predecir o anticipar cómo continuará la secuencia, lo que nos permite pensar al *tiempo* como un proceso irreversible (cada fotograma es un acontecimiento que está condicionado por la historia previa de los sucesos) y al *futuro* como un espacio de posibilidades (el futuro no está determinado sino que es el diálogo permanente con la incertidumbre) (Prigogine, 1983, 1991; Varsavsky, 1982).

Este breve experimento visual permite ilustrar la enorme dificultad de percibir el punto de vista desde donde observamos, pensamos y problematizamos la experiencia de la realidad. Esta dificultad está presente tanto en la reflexión filosófica como en la investigación científica, así como en toda acción y decisión en el mundo de la vida cotidiana. Nuestro pensamiento constituye un punto de vista que organiza la experiencia de la realidad al tiempo que instituye una zona de penumbra cognitiva que nos impide observar los límites de nuestro propio esquema mental. Éste es el *problema del paradigma*, según la conceptualización elaborada por Edgar Morin para problematizar la *organización de los sistemas de pensamiento* (Morin, 1991). En palabras del autor:

Todo conocimiento opera mediante la selección de datos significativos y rechazo de datos no significativos: separa (distingue o desarticula) y une (asocia, identifica); jerarquiza (lo principal, lo secundario) y centraliza (en función de un núcleo de nociones maestras). Estas operaciones, que utilizan la lógica, son de hecho comandadas por principios ‘supralógicos’ de organización

del pensamiento o *paradigmas*, principios ocultos que gobiernan nuestra visión de las cosas y del mundo sin que tengamos conciencia de ello (Morin, 1990: 28).

El experimento visual permite extraer una reflexión epistemológica adicional sobre el problema del paradigma. Por un lado, cada fotograma constituye un *punto de vista* sobre un objeto o, mejor aún, un *pensamiento u observación de primer orden* centrado en un objeto de conocimiento. Así, un paradigma conforma un *modo de objetivación* de la realidad a través del cual un fragmento de la experiencia se construye como objeto para el pensamiento. Por otro lado, cada nuevo fotograma instituye respecto al anterior un *meta-punto de vista* que permite observar la observación contenida en el punto de vista precedente. Así, un meta-punto de vista constituye una *observación de segundo orden* que permite desarrollar un movimiento reflexivo por el cual el pensamiento puede constituirse como un objeto para sí mismo. Sólo en la medida en que se desarrolla una actividad auto-observadora, posibilitada por la mediación reflexiva que supone el meta-punto de vista, podemos comenzar a objetivar los límites de nuestro modo de objetivación.

El concepto de paradigma no constituye un meta-punto de vista definitivo y absoluto sobre el pensamiento y el conocimiento. Bien por el contrario, el paradigma es un dispositivo teórico que nos ayuda a tomar conciencia de la importancia de construir reflexivamente un meta-punto de vista que nos permita pensar nuestro pensamiento, conocer nuestro conocimiento, observar nuestra observación. Este es el desafío práctico con el cual el pensamiento complejo interpela nuestro presente: la necesidad de religar las actividades observadoras con las auto-observadoras, los modos de objetivación de lo real con un pensamiento reflexivo y auto-crítico (Morin, 1991: 251). Con todo, problematizar un paradigma implica escudriñar los límites del sistema de pensamiento en el cual nos encontramos encerrados, como individuos, como sociedad, como cultura e, incluso, como civilización.

Un breve ejemplo de la historia de la ciencia ayudará a ilustrar y comprender el problema del paradigma. Durante casi dos mil años, desde Aristóteles hasta Galileo, toda la Física consideró como “absurda toda idea de movimiento permanente no ocasionado por la acción constante de una fuerza” (Piaget y García, 1982: 232). En el paradigma o sistema de pensamiento aristotélico-tomista, el *principio de inercia* imaginado y concebido por Galileo es inimaginable e inconcebible porque todo movimiento debe estar suscitado por una causa en cuya ausencia los cuerpos retornan a su estado natural de reposo (Koyré, 1966). Así, puede decirse que

un paradigma instituye un límite de lo pensable, de los conceptos imaginables, de las ideas concebibles, de los interrogantes posibles, de los saberes aceptables, del lenguaje de lo decible. El pensamiento galileano es un acontecimiento disruptivo que suscita una mutación del paradigma o de los principios organizadores del sistema de pensamiento aristotélico-tomista.

Esta ejemplificación permite introducir algunas características de los paradigmas. Primero, un paradigma comporta un *principio de exclusión* que forja los límites de un sistema de pensamiento y define el horizonte de lo pensable y de lo impensable. Por esta razón, un paradigma posibilita y constriñe el pensamiento: permite pensar, observar, nombrar, imaginar y concebir (problemas, preguntas, ideas, conceptos, fenómenos) dentro de los límites que él mismo instituye pero “nos hace ciegos para con aquello que excluye” (Morin, 1991: 222). Segundo, un *paradigma es invisible*, ya que nunca es formulado de manera explícita, por el contrario, constituye una estructura tácita que modula nuestro modo de pensar, de decir y de hacer. Por esta razón, un paradigma no es equivalente a una teoría, un modelo, un marco conceptual, una doctrina o corpus de conocimiento; aunque todos estos productos del pensamiento humano tienen una organización paradigmática. En virtud de ello puede afirmarse que un “paradigma es inconsciente, pero irriga el pensamiento consciente, lo controla y, en ese sentido, también es supraconsciente” (Morin, 1991: 221). Tercero, un paradigma *no es ni verdadero ni falso*, más bien instituye las reglas y criterios de los cuales “dependen la verdad y la validez en un momento dado” (Mills, 1964: 147). En este sentido, un paradigma puede asemejarse a lo que Foucault denominó *veridicción o juego de verdad* (Foucault, 1999a). Cuarto, un paradigma tiene una *existencia virtual* puesto que no existe como una cosa en sí o entidad concreta, sino que designa un principio generativo y organizacional en virtud de los cuales se estructuran los razonamientos individuales y se organizan los sistemas de ideas. El paradigma se manifiesta en la organización de aquello que produce: las teorías, discursos, saberes y prácticas. En consecuencia, un paradigma sólo ‘existe’ en la medida en que es generado y regenerado por la práctica, por el pensamiento, por el discurso. Es así como un paradigma “depende de la realidad fenoménica que genera y precisa de esta realidad fenoménica para ser regenerado” (Morin, 1991: 236-237).

En síntesis, el problema del paradigma nos confronta al desafío de pensar cómo pensamos o, mejor aún, *pensar cómo hemos llegado a pensar como pensamos*. Este desafío es simultáneamente cívico, filosófico y científico y tiene, evidentemente, implicancias epistémicas, éticas y

políticas. Ahora bien, la potencialidad práctica del concepto de paradigma depende de la factibilidad de construir un meta-punto de vista reflexivo que permita observar el propio sistema de pensamiento. En esta andadura argumentativa, es necesario señalar que la obra de Edgar Morin no ofrece una alternativa metodológica para la investigación empírica de los paradigmas en tanto principios organizadores del pensamiento y del conocimiento. Esta carencia es tanto más problemática cuanto el autor de *El Método* sugiere la constitución de una paradigmología o ciencia de los paradigmas de la cual solo brinda orientaciones generales para su desarrollo. En las conclusiones al capítulo dedicado a la paradigmología Morin plantea:

Nos hallamos en los balbuceos de una paradigmología, y ésta sólo podría esclarecer la noología, la lógica, la lingüística, así como las ciencias antrosociales si éstas pueden esclarecerla a su vez. Es decir, que tenemos que fundar la noología, complejizar las otras ciencias, para que puedan progresar articulándose las unas en las otras y permitir concebir el nudo gordiano paradigmático (Morin, 1991: 244).

4. Lineamientos estratégicos para un programa de investigación sobre paradigmas

Nuestra labor busca proseguir la andadura moriniana convirtiendo los límites de su itinerancia en un nuevo horizonte estratégico para el desarrollo del pensamiento complejo. En tal sentido, planteamos el siguiente interrogante: ¿qué estrategia debería asumir un programa de investigación cuyo objetivo sea el desarrollo de la *paradigmatología*, es decir, una indagación empírica, explícita y sistemática sobre los paradigmas o principios organizadores de un sistema de pensamiento?

Para desarrollar estratégicamente este programa de investigación es necesario articular el enfoque moriniano con otras teorías y autores. En particular, consideramos relevante el aporte de la Teoría de los Sistemas Complejos (TSC) elaborada por Rolando García (2000, 2006) ya que, brinda un enfoque teórico-metodológico para la investigación interdisciplinaria de sistemas complejos, fundamentado en la epistemología constructivista de Jean Piaget. En el marco de la TSC un sistema complejo es una totalidad organizada compuesta por elementos y procesos heterogéneos e interrelacionados que pertenecen al dominio material de

distintas disciplinas (Piaget, 1979). Adicionalmente, los elementos de un sistema complejo son *interdefinibles*, esto quiere decir que las propiedades y comportamientos de los componentes del sistema sólo pueden ser definidas en función del resto de las partes que lo constituyen. Es por esta razón que la interdefinibilidad permite conceptualizar a los sistemas complejos como *sistemas no descomponibles* (Simon, 1973) puesto que los elementos no pueden ser separados para ser estudiados de modo aislado por la adición de estudios disciplinarios independientes. La metodología interdisciplinaria, según García, es el tipo de estudio que requieren los problemas conceptualizados como un sistema complejo en el sentido antes indicado. Mientras que la *multidisciplina* procede por la coordinación de resultados de investigaciones disciplinares independientes; la *interdisciplina* es un proceso que exige la articulación de los conocimientos disciplinarios en el punto de partida de la investigación para construir un problema común (García, 2006; Rodríguez Zoya, 2018).

En estas coordenadas, resulta factible conceptualizar la organización paradigmática de un sistema de pensamiento como un sistema complejo, compuesto por un conjunto heteróclito de elementos y procesos lingüísticos, semánticos, prácticos, discursivos, valorativos, actitudinales, culturales, históricos, lógicos, cognitivos, entre otros. El paradigma es irreductible al plano mental del individuo ni al plano sociológico del grupo, sino que expresan la unidad compleja (indisociable, irreductible e interdefinible) de lo individual y lo social, de lo cognitivo y de lo cultural. Aunque el fenómeno del paradigma es difícil de asir y observar no es una entidad metafísica, bien por el contrario, es una construcción histórica que emerge de los discursos y las prácticas sociales. Asimismo, el paradigma tiene un componente cognitivo puesto que interviene en la “promoción/selección de las categorías rectoras de la inteligibilidad” y un componente lógico ya que determina “las operaciones lógicas rectoras” de unión/separación entre los conceptos (Morin, 1991: 219). Es por ello que el paradigma comporta un carácter semántico puesto que “determina la inteligibilidad y da sentido” (Morin, 1991: 218) y, en consecuencia, supone una materia significativa que depende del lenguaje, la comunicación y la interacción socio-verbal.

Como puede apreciarse, una miríada de disciplinas y ciencias sociales y humanísticas (e incluso formales, computacionales y biológicas) son necesarias para pensar y conceptualizar el problema del paradigma. En efecto, el conocimiento disciplinario es necesario pero insuficiente para comprender la complejidad organizacional de los sistemas de pensamiento. En consecuencia, resulta provechoso proponer el desarrollo de un *programa de investigación interdisciplinario sobre los paradigmas* cuyo objetivo

estratégico sería el estudio integrado de la organización de los sistemas de pensamiento concebidos como sistemas complejos.

Según el enfoque constructivista del conocimiento en el que se sustenta la TSC, un sistema complejo no es un fenómeno directamente observable ni es un dato de la realidad empírica. La fundamentación de esta aserción es estrictamente epistemológica. El constructivismo piagetiano mostró empíricamente que las estructuras de conocimiento (nuestras teorías, conceptualizaciones, esquemas cognitivos) que emergen de nuestra interacción práctica con el mundo (a través de un proceso que Piaget denominó psicogénesis y sociogénesis) constituyen “instrumentos de organización (estructuración) de lo que llamamos ‘el mundo de la experiencia’, puesto que solo a través de esas organizaciones (estructuraciones)” podemos asimilarlo (García, 2000: 54). En la medida en que la epistemología piagetiana constituye una refutación empírica del empirismo puede comprenderse por qué la TSC afirma que “ningún sistema está dado en el punto de partida de la investigación. El sistema no está definido, pero es definible” (García, 2006: 39). Con todo, un sistema complejo no está dado en la experiencia inmediata de modo positivo e independiente de un sujeto de conocimiento porque no existen observables puros ni hay lectura directa de la experiencia, como sostenían los empiristas. La posición epistemológica anti-empirista que asume la TSC no supone una posición anti-empírica. Bien por el contrario, un sistema complejo puede ser construido e investigado empíricamente a partir de la formulación de una *pregunta conductora* que guía el recorte del dominio de fenómenos y permite seleccionar “los componentes del sistema (es decir, los elementos, los límites del sistema, y sus interrelaciones, tanto internas como externas)” (García, 2006: 47).

A partir de este razonamiento, proponemos la siguiente pregunta conductora como orientador general de un programa de investigación interdisciplinaria sobre los paradigmas: ¿cómo se construye, cómo se organiza y cómo cambia un sistema de pensamiento a lo largo del tiempo? (Rodríguez Zoya, 2013). Este interrogante tiene la virtud metodológica de articular las tres dimensiones principales de análisis de un sistema complejo: la génesis, la organización y el cambio. Conviene destacar que el interrogante planteado es coherente con el enfoque del pensamiento complejo puesto que las tres dimensiones de análisis se encuentran en el corazón de la teoría de la auto-eco-re-organización elaborada por Edgar Morin (1980). Un breve comentario sobre cada una de las dimensiones de análisis permitirá comprender la complejidad metodológica que supone el estudio de los paradigmas.

En primer lugar, indagar en *la génesis de un sistema de pensamiento* implica elucidar el proceso de emergencia y constitución de una estructura paradigmática. En términos metodológicos, esta indagación supone una analítica de los acontecimientos sociales, históricos, culturales y cognitivos que se entretajan y delimitan las condiciones de formación de un paradigma. En el plano teórico, el proceso de formación de un paradigma corresponde a la *fase de estructuración* de un sistema complejo. A nivel epistemológico, la génesis paradigmática comprende el problema de la creación de nuevas estructuras, es decir, de modos de organización no preformados que no pueden deducirse ni predecirse de una estructura precedente (González Casanova, 2005).

Como puede apreciarse, esta primera dimensión conduce a interesarse por los procesos, la génesis, la dinámica, la evolución de un sistema de pensamiento y, por lo tanto, implica considerar la *dimensión histórica de los paradigmas*. No deja de ser llamativa la escasa atención prestada por Edgar Morin a la historicidad de los sistemas de pensamiento, máxime cuando su reflexión desarrolla profusamente el problema de la emergencia y auto-organización, y ambos fenómenos no pueden desarrollarse sino a lo largo de un proceso histórico, de una dinámica temporal. Es posible que esta carencia se deba a que el “tema de la dimensión temporal de la evolución biológica (estaba proyectado) en otro volumen que llevaría por título *Le devenir du devenir*. (...) Pero ese volumen de *El Método* no vio la luz” (Solana Ruiz, 2005: 12). Sea por las razones que fuese, nos encontramos frente a un desafío crucial: la necesidad de inyectar historia en la paradigmología. Distintos enfoques teóricos pueden prestar un servicio metodológico útil para esta tarea, entre los que destacamos: (i) el análisis genético e histórico-crítico desarrollado por Piaget y García (1982) sobre los procesos de construcción de conocimiento; (ii) el trabajo genealógico desarrollado por Michel Foucault en su analítica de los sistemas de pensamiento (1999a, 1999b); (iii) la escuela de los *Annales* desarrollada por Braudel (1968); (iv) en análisis del sistema-mundo y las estructuras del saber moderno planteada por Wallerstein (2005, 2006).

Con todo, interrogarnos por cómo se construye un paradigma implica efectuar un análisis histórico-crítico o genealógico de los procesos de estructuración que posibilitaron la emergencia de un sistema de pensamiento. Así, esta primera dimensión de análisis conduce a un vector estratégico del programa de investigación propuesto: la necesidad de efectuar un análisis histórico de los paradigmas o, mejor aún, una *historia crítica de los sistemas de pensamiento*.

En segundo lugar, la problemática de *la organización de un sistema de pensamiento* plantea una estrategia de análisis diferente. Como bien observó Herbert Simon (1973), en uno de los textos pioneros de la teoría de la complejidad, un sistema complejo puede ser descrito desde dos puntos de vista complementarios: *una descripción de estados* y *una descripción de procesos*. Sendas descripciones conducen a dos tipos de modelos de sistemas complejos: los modelos estructurales y los modelos dinámicos. El primer tipo se orienta a comprender la organización de un sistema complejo, es decir, “el sistema de relaciones que caracterizan su estructura en un momento determinado” de su historia (Rodríguez Zoya y Roggero, 2014: 7). Los modelos dinámicos brindan una descripción comportamental que busca representar “las hipótesis o reglas de evolución de un sistema en el tiempo” (Treuil, Drogoul y Zucker, 2008: 3). En términos metodológicos, esta dimensión de análisis implica construir modelos estructurales que permitan comprender y diagnosticar la organización paradigmática de un sistema de pensamiento. En el plano teórico, el análisis organizacional de los paradigmas corresponde a la *fase estructurada* de un sistema complejo y convoca a dirigir la atención sobre los mecanismos de auto-eco-organización y los procesos recursivos que permiten conservar la estructura de un sistema. A nivel epistemológico, conviene insistir en la idea que la distinción entre *estados y procesos, estructura y dinámica*, no es una diferencia ontológica sino analítica ya que “no hay estructura sin historia, ni historia sin estructura” (García, 2006: 81) o, mejor aún, “una estructura es historia organizada” (Rodríguez Zoya, 2013: 84).

En tercer lugar, la problemática del *cambio de un sistema de pensamiento* nos confronta a uno de los mayores problemas de la filosofía: la relación entre el ser y el devenir, la permanencia y el cambio (Whitehead, 1956). El análisis de la continuidad y el cambio de los sistemas de pensamiento conllevan la inclusión de la problemática temporal en el corazón de la investigación paradigmática. De este modo, se introduce nuevamente la cuestión procesual, tematizada en la primera dimensión examinada, pero esta vez con un análisis dirigido no ya a comprender la emergencia de un nuevo paradigma sino la *reorganización de un sistema de pensamiento*. Este análisis puede orientarse en dos direcciones: hacia el pasado o hacia el futuro. Si el interés se centra en el pasado, en la historia de un paradigma, entonces, el objetivo es comprender cómo un sistema de pensamiento existente mutó hasta engendrar uno nuevo (por ejemplo, la reorganización del sistema de pensamiento aristotélico-tomista en el sistema de pensamiento moderno). Por el contrario, si el interés se centra en el futuro, entonces, el objetivo es analizar lo que podría suceder o no suceder

en un sistema complejo dada su organización actual. Se trata de un análisis posibilístico -y no probabilístico ni predictivo- de diferentes escenarios futuros de un sistema de pensamiento. Como puede apreciarse al preguntarnos por el futuro del paradigma opera un cambio del interés que motiva el estudio. El objetivo no es ya genealógico o *histórico* (comprender la génesis y re-organización de un sistema de pensamiento), sino constructivo o *pragmático*: cómo construir una alternativa paradigmática (por ejemplo, cómo pasar de un paradigma de la simplificación a un paradigma de la complejidad). Este desplazamiento del vector histórico-genético al pragmático-constructivo comporta una dimensión estratégica que interpela la acción, la planificación y la toma de decisiones: ¿cómo debemos actuar en el presente para coadyuvar a una *reforma del pensamiento* y estimular el desarrollo de un *pensamiento complejo*? Como puede apreciarse, esta dimensión estratégica del cambio paradigmático supone un desafío mayúsculo.

Sea que nos interese en el pasado o el futuro de un paradigma, el análisis de la reorganización de un sistema de pensamiento destaca la importancia, en términos metodológicos, del trabajo de eventualización como brazo táctico para mapear acontecimientos singulares que intervienen en la estructuración de un sistema (Morin, 1982: 135-195). Una analítica de los eventos, es decir de las prácticas y acontecimientos, es lo que permite conectar la estructura y la historia y, al mismo tiempo, eludir el recurso a los universales históricos, sociológicos y antropológicos (tan caros al marxismo, al estructuralismo y a otras formas de reduccionismo holista), para comprenderlos en su singularidad histórica. En el plano teórico, el análisis del cambio paradigmático comprende los *procesos de desestructuración y re-estructuración* de un sistema complejo y nos confronta al problema del cambio estructural, de la re-organización de estructuras, sin negar la historia y renunciando a todo finalismo a priori. A nivel epistemológico, cabe señalar, simplemente, la importancia de la no-linealidad como pauta de cambio de los sistemas complejos (Briggs y Peat, 1989). Esto quiere decir que el cambio no se produce ni por acumulación ni por rupturas discontinuas sino por reorganizaciones sucesivas (García, 2006). Por esta vía, se abre un campo de trabajo original que permite conectar la paradigmatología moriniana con las ciencias de la complejidad.

Las tres dimensiones de análisis examinadas (la génesis, la organización y el cambio) brindan una orientación metodológica general acerca de cómo podría orientarse el estudio de los paradigmas. Ahora bien, si pretendemos realizar un estudio empírico de un sistema de pensamiento

concreto es necesario refinar y precisar la metodología. De ello se ocupa la siguiente sección.

5. Principios metodológicos para el estudio de los paradigmas

A continuación se bosquejan cinco *principios de método* que pretenden servir de guías estratégicas para la acción y la reflexión en la investigación paradigmática.

Primer principio: la analítica de las prácticas

Más allá del alto nivel de abstracción que entraña el concepto de paradigma es preciso despojarlo de cualquier connotación metafísica. Un paradigma es una construcción social que emerge de y es regenerada por las prácticas sociales. La comprensión del carácter práctico del paradigma plantea consecuencias metodológicas para su estudio. En efecto, escudriñar un paradigma es analizar los principios organizadores de un sistema de prácticas, es decir, la *pauta que conecta*, como le gustaba decir (Bateson, 1979), redes o conjuntos de prácticas heterogéneas. Las prácticas son eventos o acontecimientos históricos singulares que constituyen *modos de decir, modos de hacer y modos de pensar* (P. Rodríguez Zoya, 2016). Se evidencia, pues, que hay una relación recursiva entre el paradigma y las prácticas, de modo tal que las prácticas producen al paradigma que organiza un sistema de prácticas (Rodríguez Zoya, 2013). En consecuencia, la investigación empírica de un paradigma implica trazar una analítica de las prácticas para inferir sus modos de organización, es decir, el principio paradigmático que las anima.

Segundo principio: la cartografía de procesos y la construcción de observables

Puesto que un paradigma es una construcción a la vez individual y social, cognitiva y cultural, práctica y discursiva, actual e histórica, no hay - ni puede haber- un punto de vista privilegiado ni un tipo de dato predeterminado que permita investigar empíricamente un sistema de pensamiento. Por lo tanto, una vía estratégica para construir observables de un paradigma consiste en cartografiar los distintos tipos de procesos que constituyen el sistema de pensamiento analizado, por ejemplo: procesos lingüísticos, cognitivos, comunicacionales, prácticos, noológicos que resulten relevantes en virtud de la pregunta conductora formulada. Esta

cartografía de procesos contribuirá, por un lado, a la selección del vocabulario conceptual adecuado para el análisis del paradigma en cuestión y, por el otro, a imaginar el tipo de dato que tiene que ser construido para observar el proceso asociado. Una multiplicidad de evidencia empírica puede movilizarse para una analítica de los paradigmas: transcripción de entrevistas, documentos históricos, fragmentos de discursos, imágenes, videos, periódicos, datos secundarios y fuentes estadísticas, escalas de medición de actitudes, observación de prácticas, por mencionar algunos ejemplos a título ilustrativo.

Tercer principio: la escala temporal (corta, media y larga duración)

Este principio de método destaca la importancia de una cuidada elección de la escala temporal en la cual se busca observar y analizar un sistema de pensamiento. Siguiendo la conceptualización planteada por (Braudel, 1968: 60-106) pueden distinguirse tres escalas: la corta duración (historia acontecimental), la media duración (historia coyuntural) y la larga duración (historia estructural). Para cada nivel es necesario especificar el tipo de procesos y observables correspondiente. Asimismo, es importante señalar un sistema complejo presenta una alta sensibilidad a las condiciones iniciales, lo que implica que un cambio pequeño puede amplificarse y producir grandes consecuencias en todo el sistema en distintas escalas temporales.

Cuarto principio: la dimensión temporal (pasado, presente y futuro)

Este principio implica precisar si la investigación se orienta a analizar el pasado, el presente o el futuro de un sistema de pensamiento. Es difícil - aunque no imposible- que un estudio paradigmático aborde simultáneamente las tres dimensiones, en general, el análisis enfatiza una dimensión particular. Así, por ejemplo, puede realizarse un estudio histórico-genético de un paradigma para arribar al diagnóstico de la organización actual del sistema de pensamiento; o bien, puede plantearse un estudio organizacional para comprender la estructura paradigmática en el presente pero considerar algún aspecto histórico y futuro, entre otros casos posibles.

La precisión de la dimensión temporal es complementaria (y lógicamente anterior) a la definición de la escala temporal. En efecto, si interesa realizar un estudio histórico-genético centrado en el pasado de un sistema de pensamiento, será necesario precisar si se considerará el proceso

histórico en una corta, media o larga duración (o una combinación de ellas). Asimismo, si el objetivo es un estudio prospectivo o constructivo, centrado en los futuros posibles del paradigma, también tendrá que especificarse la escala temporal correspondiente. En suma, la dimensión temporal permite especificar tres tipos de modelizaciones: los modelos histórico-genéticos (pasado de un paradigma), los modelos estructural-organizacionales (presente del paradigma) y los modelos constructivos (futuro de un paradigma).

Quinto principio: los niveles de organización (micro, meso y macro)

Los elementos y procesos que constituyen un sistema complejo no se ubican en un único plano sino que se encuentran dispuestos en niveles de organización semiautónomos pero interactuantes entre sí (García, 2000: 74-76). Este principio de estratificación de los sistemas complejos permite distinguir, al menos, tres niveles de organización: el nivel micro, meso y macro. Varios autores han destacado que la complejidad de un sistema está ligada a la relación no lineal entre el nivel micro y macro del sistema, es decir, que la “dinámica global del sistema es irreductible a la dinámica de sus componentes” (Müller y Aubert, 2009: 2). Existe una controversia respecto a si los niveles de organización son niveles ontológicos o niveles de análisis (Alexander, Giesen y Münch, 1987). En el primer caso, a cada nivel corresponden ciertas entidades u objetos, por ejemplo, individuo (micro) - sociedad (macro); agente (micro) - estructura (macro). En el segundo caso, los elementos y procesos que constituyen cada nivel dependen de la pregunta-conductora y de la escala de observación adoptada. Consideramos que esta segunda perspectiva reviste mayor pertinencia metodológica y valor interpretativo.

6. Conclusiones

Frente a la pregunta *¿qué es la Ilustración?*, Kant ensaya una respuesta en 1784: *¡Sapere aude! Ten el valor de servirte de tu propia razón*. Si la Ilustración es la salida del hombre de la minoría de edad, la primavera del pensamiento posmoderno, gestada al calor de distintas formas de nihilismo e imposturas intelectuales, hace florecer, desde fines de 1970, una filosofía fragmentaria y un pensamiento disgregador que “yuxtapone lo diverso sin concebir su unidad” (Morin, 1990: 30). El posmodernismo es uno de los múltiples rostros históricos del paradigma de la simplificación (y

quizás el más vigente en la actualidad en el mundo académico) que nos invita sutilmente a vivir la ficción de la crítica, de la libertad de pensamiento, del uso público de la razón, mientras permanecemos encerrados en los límites de un sistema de pensamiento que nos impide alcanzar la mayoría de edad. A diferencia de Kant, hemos dejado de vivir, desde hace tiempo, en una época de ilustración.

La obra de Edgar Morin es una flor en el desierto, un evento raro, bello y frágil, como nuestro pensamiento que nos invita, a contrapelo del posmodernismo ingenuo y celebratorio, a tener el valor de aprender a “pensar por uno mismo para responder al desafío de la complejidad de los problemas” (Morin, 1986: 36). Si el proyecto de la Ilustración se fundamentó en la confianza de una Razón cimentada en *la certeza, el orden y la linealidad* del tiempo que permitiría, a través de la ciencia y la técnica, el progreso indefinido de la humanidad; el proyecto paradigmático del pensamiento complejo busca regenerar una racionalidad humilde y reflexiva abierta a *la incertidumbre, la complejidad y la no-linealidad del devenir*.

El pensamiento complejo nos propone volver a pensar lo que somos, nos provoca a pensar cómo pensamos, nos incita a poner en duda nuestro modo de ser histórico, nos convoca a imaginar nuestro futuro como campo incierto de posibilidades, en una palabra, nos alienta a *pensar de otro modo*. El pensamiento complejo es el nombre de una búsqueda inacabada e inacabable por construir un pensamiento reflexivo que nos permita la auto-crítica permanente de nuestro modo de pensar, de decir y de hacer. Sólo así, podremos alcanzar la “verdadera reforma del modo de pensar” que auguraba Kant (1994: 8).

Es necesario concluir preguntándonos: ¿de qué modo la ciencia, en tanto práctica de indagación empírica sobre el mundo, puede ayudarnos a desarrollar un pensamiento complejo? La contribución de la ciencia es posible sólo en la medida en que pueda ayudarnos a pensar nuestro pensamiento, a construir observables de los paradigmas que mejoren nuestra auto-comprensión sobre los límites de los sistemas de pensamiento donde estamos atrapados. ¿De qué forma podríamos construir este sistema de meta-puntos de vista sobre el pensamiento? El desarrollo de programas de investigación interdisciplinarios sobre los paradigmas es una respuesta posible a este interrogante. Por último, la crítica constructiva a la obra moriniana abre una vía estratégica para regenerar al pensamiento complejo concebido como un *ethos* científico y filosófico que nos invita a imaginar creativamente la construcción de nuevos posibles.

7. Bibliografía

- Alexander, Jeffrey C., Bernhard Giesen y Richard Münch (1987), *The Micro-Macro Link*, California, University of California Press.
- Banyai, Istvan (2012), *Zoom*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Bateson, Gregory (1979), *Espíritu y Naturaleza*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Braudel, Fernand (1968), *La Historia y las Ciencias Sociales*, Madrid, Alianza Editorial.
- Briggs, John y David Peat (1989), *Espejo y reflejo: del caos al orden*, Barcelona, Gedisa.
- Foucault, Michel (1999a), "Foucault", en Michel Foucault [ed.], *Obras esenciales*, Barcelona, Paidós, pp. 363-368.
- Foucault, Michel (1999b), "Polémica, política y problematizaciones", en Michel Foucault [ed.], *Obras esenciales*, Barcelona, Paidós, pp. 353-361.
- Foucault, Michel (1999c), "¿Qué es la Ilustración?", en Michel Foucault [ed.], *Obras esenciales*, Barcelona, Paidós, pp. 335-352.
- García, Rolando (2000), *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos*, Barcelona, Gedisa.
- García, Rolando (2006), *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona, Gedisa.
- Gómez García, Pedro (2003), *La antropología compleja de Edgar Morin. Homo complexus*, Granada, Universidad de Granada.
- González Casanova, Pablo (2005), *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*, Barcelona, Anthropos.
- Ibáñez, Jesús (1998), *Nuevos avances en la investigación social I*, Barcelona, Proyecto A Ediciones.
- Kant, Immanuel (1994) "Respuesta a la pregunta ¿Qué es la Ilustración?", *Revista colombiana de psicología*, vol. 3, pp. 7-10.
- Koyré, Alexandre (1966), *Estudios galileanos*, México, Siglo XXI.
- Le Moigne, Jean-Louis (2010), "Agir-penser en complexité. Le discours de la méthode de notre temps", Conférence Grand Débat 2010 du Réseau Intelligence de la Complexité, 1er décembre, Paris.
- Luengo González, Enrique (2014), *El conocimiento de lo social I. Principios para pensar su complejidad*, Guadalajara, ITESO.
- Maldonado, Carlos Eduardo (2007), *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*, Buenos Aires, Universidad Externado de Colombia.
- Mills, Wright (1964), "Consecuencias metodológicas de la sociología del conocimiento", en Irving Louis Horowitz [ed.], *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, EUDEBA, pp. 143-156.
- Monod, Jacques (1970), *El Azar y la Necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna.*, Barcelona, Tusquets.
- Morin, Edgar (1946), *L'an zéro de l'Allemagne*, Paris, Éditions de la Cité universelle.
- Morin, Edgar (1973), *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología*, Barcelona, Kairós.
- Morin, Edgar (1977), *El Método I. La naturaleza de la naturaleza*, Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar (1980), *El Método II. La vida de la vida*, Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar (1982), *Ciencia con Conciencia*, Barcelona, Anthropos.
- Morin, Edgar (1986), *El Método III. El conocimiento del conocimiento*, Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar (1990), *Introducción al Pensamiento Complejo*, Barcelona, Gedisa.
- Morin, Edgar (1991), *El Método IV. Las ideas*, Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar (1996) "Por una reforma del pensamiento", *Correo de la UNESCO*, vol. 49, núm. 2, pp. 10-14.
- Morin, Edgar (2001), *El Método V. La humanidad de la humanidad. La identidad humana*, Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar (2004), *El Método VI. Ética*, Madrid, Cátedra.

- Morin, Edgar (2005), "Mesías, pues no", en Daniel Bournoux, Jean-Louis Le Moigne y Serge Proulx [eds.], *En torno a Edgar Morin. Argumentos para un método. Coloquio de Cerisy*, Xalapa, México, Universidad Veracruzana, pp. 409-431.
- Morin, Edgar (2007), "Complexité restreinte et complexité générale", en Edgar Morin y Jean-Louis Le Moigne [eds.], *Intelligence de la complexité: épistémologie et pragmatique, Colloque de Cerisy, 2005*, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube, pp. 28-50.
- Morin, Edgar (2009), *Para una política de la civilización*, Barcelona, España, Paidós.
- Morin, Edgar (2011), *La voie*, Paris, Fayard.
- Morin, Edgar (2016), *Sur l'esthétique*, Paris, Robert Laffont - Maison des sciences de l'homme.
- Morin, Edgar y Anne Brigitte Kern (1993), *Tierra-Patria*, Buenos Aires, Nueva Visión.
- Morin, Edgar y Jean-Louis Le Moigne (2007), *Intelligence de la complexité: épistémologie et pragmatique*, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube.
- Moscovici, Serge (2000), "La historia humana de la naturaleza", en Ilya Prigogine, Félix Guattari, Jacques Lesourne, Mony Elkaïm y Serge Moscovici [eds.], *Ilya Prigogine: El tiempo y el devenir*, Barcelona, Gedisa, pp. 121-154.
- Müller, Jean-Pierre y Sigrid Aubert (2009), "L'ontologie pour construire une représentation multi-niveau de et par les systèmes sociaux.", 18èmes Journées de Rochebrune: Rencontres interdisciplinaires sur les systèmes complexes naturels et artificiels, Rochebrune, France, 19-23 de enero.
- Nudler, Oscar (2009), *Espacios controversiales. Hacia un modelo de cambio filosófico y científico*, Buenos Aires, Miño y Dávila.
- Piaget, Jean (1979), *Tratado de lógica y conocimiento científico. I. Naturaleza y métodos de la epistemología*, Buenos Aires, Paidós.
- Piaget, Jean y Rolando García (1982), *Psicogénesis e historia de la ciencia*, DF, México, Siglo XXI.
- Prigogine, Ilya (1983), *¿Tan solo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Barcelona, Tusquets.
- Prigogine, Ilya (1991), *El nacimiento del tiempo*, Buenos Aires, Tusquets.
- Prigogine, Ilya y Isabelle Stengers (1979), *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Reynoso, Carlos (2006), *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*, Buenos Aires, Editorial SB.
- Reynoso, Carlos (2009), *Modelos o metáforas. Crítica del paradigma de la complejidad de Edgar Morin*, Buenos Aires, Editorial SB.
- Rodríguez Zoya, Leonardo (2009), "El método como sistema complejo. Sociogénesis y epistemología del conocimiento metodológico", en Juan Miguel Gonzalez Velasco y David Mora [eds.], *Investigación científica. Un encuentro entre visiones paradigmáticas*, La Paz, Bolivia, Instituto Internacional de Integración Convenio Andrés Bello, pp. 121-181.
- Rodríguez Zoya, Leonardo (2012) "Sistemas complejos y conocimiento emancipador en América Latina. Notas acerca del rol social y político de un programa de investigación científica de larga duración", *Revista Pacarina del Sur. Revista Crítica de Pensamiento Latinoamericano*, vol. 5, núm. 13.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2013). *El modelo epistemológico del pensamiento complejo. Análisis crítico de la construcción de conocimiento en sistemas complejos*. Tesis de Doctorado en Sociología y Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires y Universidad de Toulouse, Toulouse.
- Rodríguez Zoya, Leonardo (2016), *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina. Tomo I*, Buenos Aires, Comunidad Editora Latinoamericana.
- Rodríguez Zoya, Leonardo (2018) "Complejidad, interdisciplina y política en la teoría de los sistemas complejos de Rolando García", *Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, vol. 18, núm. 34, pp. 1-35 (en prensa).
- Rodríguez Zoya, Leonardo y Paula Rodríguez Zoya (2014) "El espacio controversial de los sistemas complejos", *Estudios de Filosofía*, vol. 50, pp. 103-129.

- Rodríguez Zoya, Leonardo y Pascal Roggero (2011) "Pensée complexe et systèmes complexes: une articulation en question", *Hermès*, vol. 60, núm. Juillet, pp. 151-156.
- Rodríguez Zoya, Leonardo y Pascal Roggero (2014) "La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social", *Polis*, vol. Diciembre, núm. 39, pp. 1-17.
- Rodríguez Zoya, Paula. (2016). *El dispositivo biopolítico de revitalización en la gubernamentalización del envejecimiento*. Tesis de Doctorado en Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Simon, Herbert (1973), "La arquitectura de la complejidad", en Herbert Simon [ed.], *Las ciencias de lo artificial*, Barcelona, A.T.E., pp. 125-169.
- Solana Ruiz, José Luis (2001), *Antropología y complejidad humana. La antropología compleja de Edgar Morin*. , Granada, Editorial Comares-Universidad de Jaen.
- Solana Ruiz, José Luis (2005), *Con Edgar Morin, por un pensamiento complejo*, Madrid, Akal.
- Solana Ruiz, José Luis (2011) "El pensamiento complejo de Edgar Morin. Críticas, incomprensiones y revisiones necesarias", *Gazeta de Antropología*, vol. 27, núm. 1, pp. 1-19.
- Treuil, Jean-Pierre, Alexis Drogoul y Jean-Daniel Zucker (2008), *Modélisation et simulation à base d'agents*, Paris, Dunod.
- Varsavsky, Oscar (1982), "Ideas básicas para una filosofía constructiva", en Oscar Varsavsky [ed.], *Obras Escogidas*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, pp. 365-413.
- Wallerstein, Immanuel (2005), *Las incertidumbres del saber*, Barcelona, Gedisa.
- Wallerstein, Immanuel (2006), *Análisis de sistemas-mundo. Una introducción*, México DF, Siglo XXI.
- Whitehead, Alfred North (1956), *Proceso y realidad: Ensayo de cosmología*, Buenos Aires, Losada.

CAPÍTULO II

Configurazoom. Los enfoques de la complejidad

Denise Najmanovich*

1. Introducción: Los infinitos rostros de la complejidad

En la actualidad podemos encontrar múltiples propuestas que utilizan el rótulo “complejidad” y no son pocos los que quieren simplificarla limitándola a un paradigma o encadenándola a un marco teórico. Estas simplificaciones de la complejidad me han llevado a buscar una estética-ética que nos permita honrar *la complejidad de la complejidad*.

La cultura moderna pretendió haber superado los mitos y establecido un imperio absoluto de la razón, que supuestamente permitía al hombre civilizado mirar el mundo objetivamente. Estableció para ello un conjunto de prácticas, dispositivos cognitivos, metáforas y teorías que hicieron creíble la objetividad, aún cuando ésta es imposible: ¿Cómo podría un hombre forjar una imagen del mundo independientemente de sus sensaciones y pensamientos? ¿Cómo podría el ser humano conocer el mundo sin interactuar con él? ¿Cómo podría un lenguaje “reflejar” o “representar” al mundo?

Cuando nos hacemos estas preguntas la concepción objetivista comienza a resultarnos al menos cuestionable, incluso extraña. Pero no solemos hacerlas porque la educación y los hábitos culturales nos han entrenado para creer que el ser humano puede conocer el mundo desprendiéndose de su historia, de sus vínculos, de sus afectos, de su

* Profesora del Doctorado Interdisciplinario en Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Dirección Postal: Costa Rica 5959, Capital Federal, Argentina. Teléfono: +54 (11) 4-771-2676 y +54 (11) 4-778-7115. Correo electrónico: denisenajmanovich@yahoo.com.ar, denisenajmanovich@gmail.com

lenguaje y nos han educado par creer que es posible conocer sin afectar aquello que vamos a investigar y sin ser afectados en el proceso. El adiestramiento logró que el sujeto adopte una perspectiva única, cuadrículó el mundo, encerrándolo dentro de coordenadas pre-establecidas y le impuso el lenguaje de la matemática lineal a toda la naturaleza.

El universo fue concebido como un espacio infinito poblado de partículas independientes unas de otras. La disociación dio el tono tanto a nuestra concepción de la naturaleza como al lugar de la humanidad en su relación con ella. El sujeto del conocimiento de la Modernidad fue entendido como un individuo desencarnado, ahistórico y aislado. La razón fue concebida como una máquina lógica abstracta en un vacío social.

Si, a diferencia de las concepciones disociadas modernas, aceptamos que el conocimiento nace, se desarrolla y se transforma a través de los encuentros del ser humano con el mundo, tendremos que admitir que existirán tantas imágenes del universo como modos de interacción puedan existir. La “complejidad” de la experiencia humana se nos presentará entonces con infinitos rostros siempre cambiantes.

El término “complejidad”, a pesar de ser singular incluye, paradójicamente, la pluralidad, porque “complejo” proviene del latín “complexus” que significa entramado, tejido, enlazado y presupone tanto la unidad como la diversidad. Desde su misma nominación la complejidad nos muestra un mundo múltiple, diverso y en red.

En la actualidad muy diversas perspectivas invocan a la complejidad: La Termodinámica No-lineal de Prigogine (Prigogine, I. 1983, 1990), las denominadas Ciencias del Caos (Gleick, 1988; Briggs, J. y Peat, D. 1990.) la Teorías de la Autoorganización y Autopoiesis (Atlan, 1990, Maturana, H. y Varela, F. 1990) los modelos de Sistemas Emergentes (Johnson, S. 2002.) las Teorías de los Sistemas Complejos Evolutivos (Kauffman, S. 1993; Holland, J. H. 2004), y una gran variedad de modelos no-lineales en diversas disciplinas que abarcan desde la meteorología hasta la física subatómica, pasando por el pensamiento organizacional. Estas miradas han abierto un nuevo mundo, si lo comparamos con los saberes instituidos por el paradigma de la simplicidad. Pero esa amplitud conquistada no debe hacernos olvidar que ninguna ciencia, ningún modelo, ninguna teoría puede abarcar el infinito, ni condensar toda la experiencia humana. Toda teoría se basa en una simplificación. Esta afirmación es válida aún para aquellas concepciones que usan (y a veces abusan) del término complejidad. Desde luego que sus modelos pueden ser más amplios que los de la ciencia clásica y sus herramientas más potentes, pero no pueden incluir la infinita variedad de experiencias humanas o configuraciones del mundo, ni jamás podrán. El

infinito supera a cualquier paradigma, elude la representación; no admite marcos ni acepta limitaciones.

La concepción de la complejidad que propongo engloba múltiples enfoques, incluye en su seno una infinita variedad de narraciones, dispositivos y estilos de indagación cuyo rasgo común es la aceptación de que todo conocimiento humano es necesariamente implicado. Los seres humanos no constituimos una excepción a la naturaleza, somos parte inextricable de ella (Schaeffer, J. M. 2009, Spinoza, B. 2006; Najmanovich, D. 2005; Maturana, H. 1990; Maturana, H y Varela F. 1990). Nuestro saber no surge del aislamiento sino de la exploración: aprehendemos el mundo interactuando con él como organismos vivos, somos afectados por el entorno y participamos en su permanente transformación. Nuestra experiencia no es individual ni pasiva sino culturalmente moldeada, corporalmente encarnada y colectivamente construida. Somos seres capaces de una multiplicidad amplia de sistemas de enfoque y creación de sentidos. Ningún saber humano, y por lo tanto limitado, puede aspirar a la universalidad. El conocimiento no puede ser exterior al hombre y a la cultura que lo produce.

En lugar de concebir al hombre enfrentado con la naturaleza como propone la estética-ética moderna partimos de una experiencia del conocimiento como encuentro en un universo común, a la vez único e infinitamente diverso. Abordar la complejidad de este modo exige ante todo un cambio de actitud: desde aquella que presupone la distancia y la independencia de aquello que hemos de conocer (la mirada trascendente) hacia otra que toma como punto de partida la interacción (la mirada inmanente e implicada).

2. El conocimiento como encuentro

El núcleo de la concepción moderna del conocimiento descansa sobre una metáfora óptica: el conocimiento como reflejo del mundo. Según esta perspectiva el sujeto es capaz de formar una imagen objetiva del mundo (ya sea como imagen plástica o representación lingüística). (Rorty, R. 1989; Varela, F. 1992, 1996; Najmanovich, D. 2001, 2008, 2011)

No es de extrañar que la vista haya resultado privilegiada, pues es el sentido que más fácilmente permite generar la ilusión de distanciamiento. A diferencia de los otros sentidos donde el contacto con lo percibido y la participación del sujeto en la percepción es más evidente, la forma peculiar en que nuestra cultura nos ha entrenado para comprender la percepción

visual ha creado la ilusión de separación. El adiestramiento nos ha hecho olvidar que para ver es preciso establecer un “con-tacto” visual, y que la visión lejos de ser un reflejo en nuestra retina de un mundo independiente, es un proceso complejo que involucra a todo el cuerpo y está profundamente moldeado por la cultura.

La teoría del conocimiento como representación interna de un mundo externo sostenida por los objetivistas se ha basado en la analogía entre el ojo y la cámara oscura, y luego entre éstos y la cámara fotográfica.

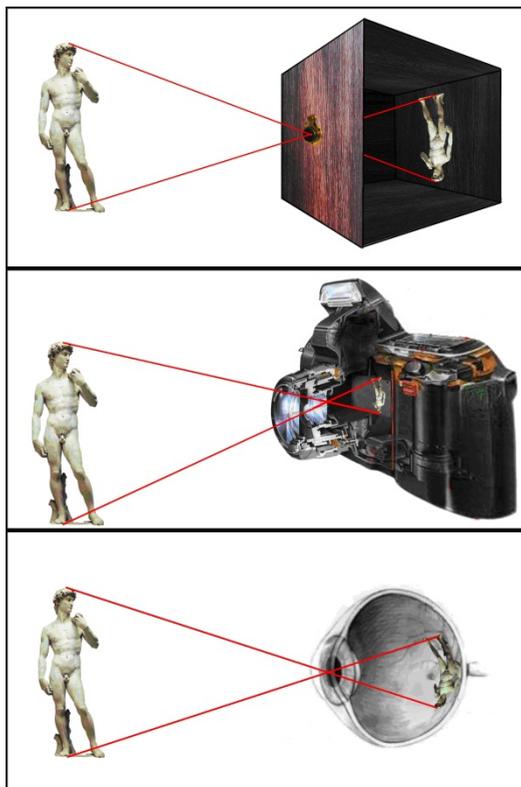


Figura 1. Concepción representacionalista del conocimiento

La figura 1 ilustra la concepción representacionalista que hace equivalentes a la cámara oscura, la cámara fotográfica y el ojo humano reduciendo la formación de imágenes a la trayectoria geométrica de los rayos lumínicos (en rojo). Sin embargo, aunque puede haber algunas analogías en relación a cómo actúan, de ningún modo puede hablarse de identidad. Como toda analogía la comparación entre la cámara fotográfica y la visión humana es parcial y se limita a algunos aspectos de la experiencia, dejando en la sombra complejísimos procesos involucrados en la visión y

por lo tanto en el conocimiento humano. La cámara oscura no es un sistema simple y rígido. La cámara fotográfica funciona con un conjunto de regulaciones que permiten modular la imagen obtenida de muchos modos. La visión humana aunque también incluye lentes es un sistema complejo que integra un conjunto amplio de regulaciones en un ser vivo que ha aprendido a ver en un entorno dado y en una cultura que lo ha moldeado.

La concepción representacionista ha utilizado la óptica geométrica para hacer una analogía entre el mundo (convenientemente domesticado y sometido a las grillas cartesianas) y nuestra percepción (minimizada hasta convertirla en mero reflejo pasivo). La cámara oscura y otros dispositivos ópticos, junto con las teorías que los fundamentaban resultaron cruciales para crear la ilusión de la representación que hace del ojo humano un sistema de lentes y de la percepción una mera transmisión de señales (Najmanovich, 2011). Esta forma peculiar de comprender el conocimiento que hace del sujeto un ser pasivo, sin historia ni expectativas, debemos añadirle la suposición de un mundo estático compuesto sólo por objetos estables que pueden ser captados sin interactuar con ellos y aún así obtener una imagen capaz de representarlos.

A pesar de que los epistemólogos objetivistas-representacionistas suelen arrogarse el derecho de definir qué es la ciencia, bien poco han abrevado en ella para fundamentar sus posturas. La investigación biológica y neurofisiológica del siglo XX ha mostrado las graves limitaciones, profundas lagunas y extrema simplificación que supone la reducción de la visión humana a la óptica geométrica.

Oliver Sacks, uno de los neurólogos contemporáneos más destacados, analiza el caso de varios pacientes que gracias a una operación recuperaron “la vista” pero que, paradójicamente, no logran “ver”. Describiendo las sensaciones de uno de ellos luego de la operación nos dice que “No tenía ni idea de la distancia. No tenía ni idea del espacio ni del tamaño. (...) sólo comprendía lo que veía poco a poco, y en la medida en que era capaz de relacionar las experiencias visuales y las táctiles.” (Sacks, 1997) Respecto a otro plantea que: “Cuando le quitaron los vendajes (...) oyó una voz delante de él: se volvió hacia la fuente del sonido y vio una «mancha». Comprendió que debía de ser una cara... Parecía convencido de que no habría sabido que eso era una cara de no haber oído previamente la voz y de no haber sabido que las voces procedían de las caras” (Sacks, 1997).

Al analizar estos y otros muchos casos destaca el hecho que a las personas que siempre han podido ver les pasa desapercibido: que la vista no se nos da instantáneamente, que no formamos una “imagen reflejo”, que pasamos toda una vida aprendiendo a correlacionar los sentidos entre sí para

configurar nuestra experiencia. El mundo que “emerge” en estas interacciones no es independiente sino que conforma la trama vincular en la que estamos inmersos y en la que participamos activamente (Varela, F. 1996; Noe, A., 2004, 2010). En palabras de Sacks: “Cada mañana, abrimos los ojos a un mundo que hemos pasado toda una vida aprendiendo a ver. El mundo no se nos da: construimos nuestro mundo a través de una incesante experiencia, categorización, memoria, reconexión”. (Sacks, O. 1997).

La sensación de distancia que nos da la vista no es el resultado exclusivo de la óptica, sino de un proceso de correlación e integración entre lo que vemos y lo que hacemos. El objetivismo universaliza el resultado esquemático de un proceso complejo como fundamento de su concepción pero deja en la sombra tanto el modo en que se generó como su amplitud y heterogeneidad.

La formación de las imágenes visuales se da merced a la integración dinámica que hace el ser vivo de los estímulos visuales y los sensoriomotores: si de niños no pudiéramos recorrer la distancia (algo que muestra de forma ineludible nuestra participación) no podríamos llegar a formar imágenes, como nos lo muestra un cruel experimento realizado con gatitos recién nacidos a los que se les tapó los ojos. A un grupo se le permitió moverse en el espacio, al otro se lo mantuvo además inmovilizado. Al quitarle las vendas que impedían la visión sólo los que pudieron moverse aprendieron a ver, los otros quedaron ciegos. (Varela, F. 1996)

En una experiencia realizada en el "Hanover Institute" se le colocaron a unas personas unos anteojos con lentes inversos con los que veían todo "cabeza abajo" (Kuhn, 1980). La primera reacción de los sujetos fue de una gran desorientación, pero al poder recorrer y acostumbrarse a su "nuevo mundo" en una semana todo su campo visual se transformó y los objetos volvieron a verse igual que antes de usar los lentes (si se los sacaban todo se veía invertido). Se puede ver a través de este experimento que los seres humanos no formamos una imagen especular del mundo sino que el organismo integra y configura los estímulos provenientes de los sentidos de manera tal que el individuo tenga una percepción compatible con una acción eficaz en el mundo.

Si en lugar de dejar un foco fijo en una imagen estática tenemos en cuenta el complejo y multidimensional proceso de producción de la experiencia la noción de “representación” (como reflejo del mundo) se nos presenta como extremadamente plana. No es que sea falsa, sino que su verdad es el resultado de un modo de enfocar la experiencia sumamente restrictivo, que concibe el conocimiento como la formación de una imagen, y entiende la visión como un proceso puramente óptico. Limitar nuestro

conocimiento a la dicotomía “Verdad vs. Falsedad” es parte del dispositivo de achatamiento conceptual objetivista. En el caso de la visión humana se olvida el proceso de aprendizaje, la correlación con los otros sentidos, la función de la atención, el direccionamiento que generan las expectativas y el contexto ambiental en el que toda percepción se da.

Si ampliamos nuestro foco de atención y damos movilidad y variabilidad al punto de vista, podemos darnos cuenta que para poder llegar a apreciar visualmente una distancia hemos tenido que aprender a hacerlo moviéndonos en el espacio y recorriéndola, para poder luego comparando experiencias aprender a estimar la distancia. Múltiples investigaciones contemporáneas han mostrado claramente que “La sensación, en sí misma, carece de «indicadores» del tamaño y la distancia; hay que aprenderlos con la experiencia. De este modo, se dice que cuando se lleva a alguien que ha habitado toda su vida en una selva tropical, cuya perspectiva visual acaba a pocos metros, a un amplio paisaje abierto, a veces intenta alargar los brazos y tocar las cumbres de las montañas con las manos; no tiene noción de lo lejos que están”. (Sacks, O. 1997). Sin embargo, el modelo representacionista nos induce a pensar que la sensación visual de distancia refleja una separación, de este modo se “olvida” que para aprenderla hemos tenido que recorrer ese espacio y también que para captar un objeto distante es preciso siempre establecer un contacto visual.

La metáfora representacionista reduce la experiencia humana a un reflejo especular, desconoce el rol fundamental del cuerpo vivo y activo y deja en la sombra la formación y modulación social de la percepción y el aprendizaje. Más aún, al desplegar el proceso podemos comprender por qué ha tenido éxito el representacionismo: porque no es falso sino parcial ya que deja fuera del ámbito de visión al observador. Como veremos más adelante la parcialidad no es un defecto de la percepción, es su modo mismo de existencia. El problema no reside en la parcialidad sino en que el objetivismo-representacionista pretende que podemos tener una imagen que es idéntica al mundo (como si el mundo consistiera en imágenes). Más aún, pretende que todos los seres humanos percibamos del mismo modo y que debemos formar las mismas imágenes (si no lo hacemos seremos considerados desviados o patológicos). La experiencia personal, así como la investigación médica, biológica, psicológica, antropológica e histórica nos muestran que la observación humana es siempre parcial, colectivamente moldeada y ampliamente diversa.

Múltiples líneas de investigación contemporáneas en biología (Maturana H., Varela, F. 1990; Maturana, 1990; 1995; Varela 1996), neurofisiología (Damasio, A. 2003, 2005 Sacks, O. 1987, 1997),

neurociencias (Rizzolatti, G. 2004; Iacoboni, M. 2008; Ramachandran, V. 2004, 2011), cibernética de segundo orden (von Foerster, H. 1991, 1994), Filosofía de la mente (Alva, N.), Pensamiento complejo (Morin, E. 1981, 1994, 2007, Moraes, M. C. 2008; Sotolongo, 2006; Najmanovich, D. 2001, 2005, 2007, 2008), Psicología social y cognitiva (Chabris, C y Simons, D. 2011, Siegel, D. 1999) nos muestran que todo conocimiento humano, desde la percepción más elemental a la teoría más sofisticada, requiere de nuestra interacción multidimensional con el mundo y que este proceso es el resultado de la peculiar forma de ver-entender-actuar que el ser vivo adquiere al interactuar con su ambiente.

Tanto la noción de sujeto puramente racional como la reducción de la razón a la lógica están en franca decadencia, aunque todavía tienen un enorme poder en el imaginario social. Al mismo tiempo, los nuevos abordajes van haciendo lugar a una subjetividad compleja: racional y afectiva, intuitiva y activa, singular y entramada. Cuando abandonamos la estética de la simplicidad que supone al conocimiento como la formación de la imagen interna de un mundo independiente y abrimos nuestro pensamiento a la complejidad de la experiencia, el saber humano se nos presenta con múltiples rostros, pero todos ellos son el fruto del encuentro, del intercambio que configura simultáneamente al sujeto y su mundo.

3. Ni objetivo, ni subjetivo el conocimiento es interactivo

La concepción representacionista-objetivista no sólo restringe la subjetividad a una razón desencarnada sino que cristaliza el objeto. Además de congelar los procesos, invisibiliza el contexto y hace impensables las mediaciones e intercambios.

A diferencia de la física clásica, construida a partir de la metáfora del átomo newtoniano -eterno, impenetrable e inmutable, que se mueve en el vacío chocando con otros sin transformarse jamás- la física contemporánea nos muestra un caleidoscópico mundo de actividad en la que las partículas interactúan afectándose mutuamente de muy diversos modos. Nos encontramos, a todos los niveles, con un universo dinámico en perpetuo devenir.

La crisis del modelo atomista-mecanicista en la física comenzó con la cuántica y no dejó de profundizarse a lo largo de todo el siglo XX con el aporte de las Ciencias de la Complejidad dando lugar al surgimiento de un nuevo universo de metáforas, modelos y figuras del pensamiento. Todos estos desarrollos han sido valiosísimos para abrir el pensamiento más allá de

los límites del mecanicismo y superar su pretensión de universalidad y absoluto. Sin embargo, un nuevo modo de pensar la naturaleza y a nosotros en ella no puede surgir desde dentro de los paradigmas de la física. Esto es así porque la separación disciplinaria y el modelo teorizante, por más amplio y fructífero que sea, nacen de un modo disociado de concebir la relación de conocimiento, y separan las diferentes dimensiones de la experiencia en compartimentos disciplinarios estancos.

Edgar Morin tuvo la lucidez y el arrojo de pensar simultáneamente las transformaciones en los paradigmas científicos y lo que éstas implicaban para nuestra concepción del conocimiento. Su trabajo dejó en claro que los nuevos paradigmas no sólo ponían en jaque nuestra imagen del mundo, sino también nuestra concepción del conocimiento. Es difícil encontrar algún precursor que, al igual que Morin, haya sido capaz de pensar el conocimiento del mundo en sus múltiples facetas y al mismo tiempo tener en cuenta la dinámica del conocer. El antecedente más destacable fue un pensador del siglo XVII: Baruch Spinoza. Su trabajo pionero junto a los lúcidos y actualizados planteos de Morin pueden darnos la clave para desarrollar un pensamiento complejo e implicado.

Spinoza propuso una arquitectura del conocimiento y un modo de concebir la naturaleza y el lugar que el hombre ocupaba en ella que se diferenciaba tanto de la herencia griega como de la naciente filosofía cartesiana (Spinoza, 2005, 2006). El núcleo central de su concepción nos muestra toda la naturaleza (que incluye todo lo que existe) como una compleja trama que se produce a sí misma (autopoietica). En este universo nada puede ser completamente independiente, ni existir aisladamente. No hay en él una partícula elemental cerrada en sí misma, ni lugar para una materia inerte: todo lo que existe emerge merced a las interacciones que no son “choques elásticos” sino afecciones mediante las cuales los participantes se transforman mutuamente. A diferencia del cosmos mecánico cartesiano-newtoniano, Spinoza nos propone pensar un universo interactivo en el que el hombre no está enfrentado a la naturaleza, ni es capaz de trascenderla, sino que está embebido inextricablemente en ella (Spinoza, 1980). Ni las partículas, ni los sistemas, ni el hombre ni otros seres vivos, ni las galaxias, ni los protones son eternos. Todo lo que existe se forma, conforma y transforma en la dinámica vincular.

Tanto para Morin como para Spinoza el universo es una infinita red de intercambios en la que no hay compartimentos estancos, ni partículas elementales, ni sistemas cerrados, sino una red fluida de procesos en perpetuo devenir. El hombre pertenece y participa de esta trama y su conocimiento no puede ser jamás un mero reflejo, sino la expresión de su

modo de ser afectado y de la potencia de su pensamiento para configurar esas afecciones. Por el contrario, la concepción representacionista-objetivista disocia el conocimiento de la acción encarnada, al proceso del resultado y al sujeto de su contexto vital. ¿Cómo logró imponerse el objetivismo representacionista? ¿Qué arte de magia convirtió a un modo de conocimiento parcial y limitado en un saber universal? ¿Qué dispositivo permitió que una imagen se convirtiera en una representación de la realidad? ¿Cómo una mirada humana local y particular pudo creerse genérica y universal?

Para comprenderlo propongo hacer algunos experimentos, comenzando con la observación de la figura siguiente:

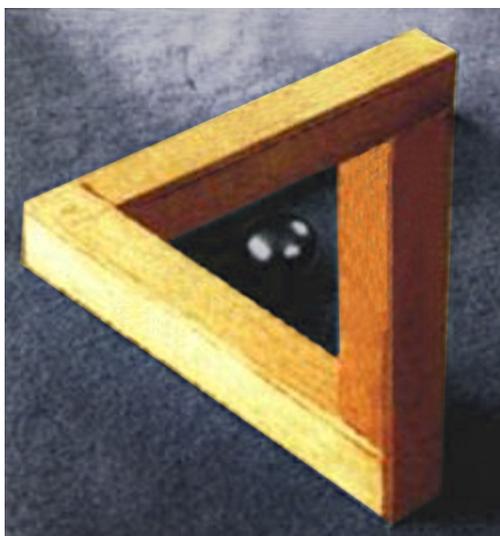


Figura 2. Esfera dentro de un objeto imposible

En esta figura vemos una esfera dentro de algo que se asemeja a un cuerpo triangular pero muy extraño. Tanto que ha sido bautizado como un “objeto imposible”. Es preciso mirarlo detenidamente e intentar concebir cómo ha sido construido para darse cuenta que “no puede existir”. Y sin embargo, existe. Pensamos entonces que se trata de un dibujo. Pero si nos dicen que es una foto, nos quedamos perplejos. Si confiamos en quien nos informa y aceptamos que se trata de una foto ¿qué opciones nos quedan? Tal cual lo vemos no puede existir...pero lo estamos viendo. Estamos ante un círculo vicioso ¿cómo salir de él?

Einstein planteaba que nunca podremos solucionar nuestros problemas si los pensamos del mismo modo en que los hemos creado. Tal vez

logremos salir de la situación dilemática pensando cómo se generan las imágenes en nuestra experiencia de una forma diferente a la que nos ofrece el representacionalismo.



Figura 3. Cambio de punto de vista

En esta figura podemos ver que el “objeto imposible” solo existe en un determinado dominio de experiencia, en relación a un punto de vista particular: el que enfoca exclusivamente en él (Figura 2). Sin embargo, cuando ampliamos el campo visual y miramos la imagen formada en el espejo (Figura 3), vemos otro punto de vista. Ninguna imagen es más real que la otra. Pero al ver la segunda tenemos la oportunidad de reconfigurar globalmente toda la situación. No solo vemos “un poco más”: vemos otras cosas, formamos sentidos diversos. Al ampliar el foco cambia también nuestra forma de comprender el objeto, que ya no es imposible, sino el resultado de un punto de vista específico. La situación global que vemos en la figura 3 reconfigura totalmente nuestra concepción sobre la figura 2.

Cuando enfocamos únicamente la imagen del espejo no se nos presenta dificultad alguna. Si sólo tenemos en cuenta a la figura 3 tenemos una experiencia que nos deja perplejos. Si, en cambio, percibimos al mismo tiempo “el objeto imposible”, su “imagen especular” y las relaciones que las conectan enriquecemos la experiencia y ampliamos nuestro conocimiento. Un cambio de foco puede darnos un nuevo mundo de sentido.

Nuestras imágenes del mundo no son fotos fijas, sino configuraciones dinámicas que emergen en un proceso cognitivo inserto en una historia de aprendizaje sensible e inteligente, que depende del punto de vista y las habilidades del sujeto, tanto como de las condiciones del ambiente. Este sujeto no es ni puramente objetivo ni completamente subjetivo, pues ambos términos nacen de la suposición de independencia. El conocimiento humano es siempre un proceso interactivo en el que una persona compleja (corpórea, afectiva, racional, imaginativa, situada en un ambiente y en una cultura) interactúa con un mundo dinámico de muy diversos modos y con una gran variedad de tecnologías. Una persona multifacética situada en el tiempo y participe de una cultura que lo ha moldeado y a la que contribuye con sus aportes. Si aceptamos esta concepción compleja e interactiva del saber tenemos que admitir que tanto nuestras imágenes como nuestros conocimientos son sesgados ya que todos surgen de nuestra experiencia, que no es un reflejo pasivo sino un vínculo activo sujeto-colectivo-mundo.

No se trata de elegir entre “el objeto imposible” y “la imagen del espejo”, ni entre la objetividad y la subjetividad, o como suele decirse, ver las dos caras de la moneda o escuchar la otra campana, pues el mundo no nos presenta sólo dos opciones. Se trata de ampliar nuestro campo perceptivo, de complejizar nuestro modo de conocer para poder percibir, aceptar y comprender las maravillas de un universo diverso.

Esta comprensión nunca será total, ni mucho menos independiente de nuestra implicación: siempre será parcial y estará sujeta a múltiples modulaciones. Todo conocimiento humano, desde la percepción más elemental a la teoría más sofisticada, requiere que enfoquemos el mundo y este proceso es el resultado de la forma peculiar de ver-entender-actuar que cada especie y cada ser vivo ha adquirido al evolucionar en intercambio permanente con su ambiente.

Sin embargo, las concepciones representacionistas-objetivistas nos proponen un modelo diferente de abordar la cuestión. Nos dan un foco, pero no reconocen que están haciéndolo. De este modo nos exigen que adoptemos un punto de vista y un modo de enfocar pre-establecido dificultando la movilidad y diversidad de perspectivas que puedan cuestionar el saber instituido. Admiten que razón no es omnisciencia, para

olvidarlo a continuación, o lamentarlo como un defecto. En lugar de seguir alimentando las ilusiones del absoluto, muchos pensadores de la complejidad, siguiendo las enseñanzas de von Foerster, preferimos multiplicar los puntos de vista y los modos de enfocar. Al dejar de admitir sin reflexionar los presupuestos de la racionalidad de nuestra cultura hemos empezado a percibir aquello que nuestra cultura había dejado en el punto ciego (esa zona en la que no sólo no vemos, sino que ni siquiera “vemos que no vemos” (von Foerster, 1991).

Un ejemplo extraordinario tanto de los puntos ciegos de la visión y del conocimiento como de las dificultades para comprenderlos nos lo brindan los múltiples experimentos que estudiaron los psicólogos Daniel Simons y Christopher Chabris (Chabris, C. y Simons, D. 2011). El que más fama y difusión ha recibido es el que han realizado sobre la atención, pues contradice nuestras expectativas y creencias sobre la visión humana (recomiendo fuertemente interrumpir la lectura para poder hacer el experimento antes de conocer las conclusiones de los psicólogos que lo inventaron y mis propuestas alternativas: http://www.youtube.com/watch?v=vJG698U2Mvo&feature=player_embedded)

Básicamente el estudio consiste en observar un video en el que dos equipos, uno negro y otro blanco, se pasan una pelota de basket, y el espectador debe contar los pases de uno de ellos. La tarea no es muy ardua, pero tampoco fácil, ya que hay dos equipos y los jugadores se mueven mientras se pasan la pelota. Lo sorprendente es que un gorila pasa frente a nuestros ojos, atraviesa todo el campo visual, se para y golpea el pecho delante nuestro ¡y al menos el 50% de las personas no lo ve!

Esta situación contrasta llamativamente con el hecho, también testeado por los investigadores, de que casi todas las personas están seguras de que verían al gorila; muchas se enojan y llegan a plantear que se trata de una trampa del video porque están seguras que si estuviera allí frente a sus ojos deberían verlo.

Hasta los investigadores quedaron impactados por los resultados y buscaron afanosamente la respuesta a la pregunta que casi todos nos hemos hecho: “¿Cómo puede la gente no ver un gorila que camina delante de ellos, gira para mirarlos, se golpea el pecho y se va?” La respuesta de Simons y Chabris es: “Este error de percepción proviene de una falta de atención hacia el objeto no esperado, por lo que en términos científicos se lo denomina “ceguera por falta de atención.” (Chabris, C. y Simons, D. 2011).

En miles de situaciones cotidianas nos hemos enfrentado al hecho de que no vemos muchas cosas que están frente a nuestros ojos, que incluso

estamos mirando, pero aún así no solemos verlas. Lo que nos aporta el experimento del “Gorila Invisible” es el gran tamaño y la ubicación justo en el centro de nuestro campo visual del gorila, y el hecho de que al ser una situación creada ex profeso y filmada podemos compartirla y debatirla ampliamente.

Los investigadores no limitaron su interés a la invisibilidad del gorila sino que estudiaron también la sorpresa de las personas al saberlo y encontraron que “más del 75% coinciden en que notarían el gorila aún cuando estuviesen concentrados en otra cosa” (Chabris, C. y Simons, D. 2011). En un amplio y fructífero trabajo experimental encontraron muy diversas formas en que “no vemos que no vemos” y basaron su interpretación de estos hallazgos en una falla de la intuición: “Estas situaciones son especialmente perturbadoras porque van en contra de nuestras intuiciones acerca de los procesos mentales que participan en la atención y la percepción. Pensamos que deberíamos ver cualquier cosa que esté delante de nosotros, pero de hecho apenas advertimos una pequeña porción de nuestro mundo visual en cada momento” (Chabris, C. y Simons, D. 2011).

El subtítulo de su libro ya adelanta su interpretación pues nos dice que se trata de un texto sobre “cómo nuestra intuición nos engaña”. Sin embargo, en ningún lugar del mismo nos aclaran a qué llaman intuición. En las conclusiones finales recién nos dicen que: “Las ilusiones cotidianas están tan inmersas en nuestros hábitos mentales que ni siquiera nos damos cuenta de que refuerzan todo el sentido común...” y agregan que “este tipo de sentido común tiene otro nombre: intuición” (Chabris, C. y Simons, D. 2011)

Resulta sumamente llamativo que dos autores tan serios y meticulosos en el diseño experimental resulten tan imprecisos cuando se trata de interpretar los resultados. A lo largo del texto utilizan el término “intuición” como sinónimo de expectativas, supuestos, pensamiento rápido, y también como equivalente a creencias previas de diverso nivel. Lo único que queda claro en el texto es que lo que ellos llaman intuición se opone de manera tajante a lo que consideran como pensamiento “racional”, “reflexivo” y “científico”.

Desde una perspectiva no dicotómica podemos hacer una interpretación completamente diferente de este experimento que haga lugar a la complejidad de la experiencia humana en lugar de quedar atrapados en la oposición absoluta entre intuición y razón. Estos autores consideran que no ver al gorila es un “error de percepción que proviene de una falta de atención hacia el objeto no esperado (...)”. Más aún, a pesar de que tienen

bien en claro que “Para el cerebro humano, la atención es sobre todo un juego de suma cero: si prestamos atención a un lugar, objeto o acontecimiento, necesariamente prestamos menos a otros.” Nos dicen que “esa clase de ceguera es así un subproducto necesario, desafortunado, del funcionamiento normal de la atención y la percepción.” (Chabris, C. y Simons, D. 2011)

Los autores nos dicen también que “La idea de que podemos mirar pero no ver es del todo incompatible con cómo concebimos nuestra mente...” Pero no se preguntan de dónde salen nuestras ideas al respecto y se apresuran a atribuir las a la “intuición”. Sin embargo, sea lo que fuere esa intuición está claro que no utilizan este término como equivalente a teoría. Sin embargo, las ideas que las personas de nuestra cultura tienen sobre el funcionamiento de la mente tienen un origen claramente teórico, pues es evidente que lo que ellos llaman “intuición” coincide perfectamente con los supuestos de la teoría representacionalista-objetivista. Ellos no pueden “ver” que este modo de pensar -nacido de una larga reflexión filosófica, incorporado al imaginario social más amplio a través de la educación y las prácticas sociales del estado moderno, y núcleo de las creencias que establecieron el culto cientificista- es el principal responsable de la “ilusión de atención”. Y no han podido pensarlo porque esta teoría es invisible para ellos, ya que es el cristal con el que están enfocando el mundo y funciona igual que los anteojos que nos permiten ver pero que al mismo tiempo no vemos cuando miramos.

Todas las ideas mencionadas en el libro de Simons y Chabris como causantes de la “ilusión de atención” provienen de la teoría representacionalista-objetivista que pretende que la visión es un reflejo del mundo tal cual es, que vemos todo lo que está en nuestro campo visual y que cualquier desviación de ese modelo es un “error”, una “patología” o un sesgo “subjetivo”. Si el representacionalismo ha llegado a formar parte del “sentido común” es debido a que hemos sido educados y disciplinados en función de sus presupuestos que nada tienen de intuitivos. Los autores muestran una gran ambigüedad en sus interpretaciones. Por un lado reconocen que la naturaleza misma de la percepción exige enfocar y que si lo hacemos inevitablemente dejaremos fuera de foco muchas cosas, pero al mismo tiempo no pueden nos presentan este hecho como algo “desafortunado”. Esta supuesta “desgracia” es el resultado de la comparación entre el ideal de omnisciencia del representacionalismo objetivista que pretende que la visión (como metáfora del saber) genera una copia-representación en el sujeto de la realidad “tal cual es” y lo que efectivamente sucede: que no hay tal realidad única, que no producimos

copias sino que generamos configuraciones dinámica en nuestra experiencia de interacción con el mundo.

Los enfoques de la complejidad que promuevo reconocen que la atención es necesariamente selectiva, que la capacidad de enfocar es imprescindible para la percepción. Percibir es ante todo la capacidad de distinguir y sólo puede efectuarse cuando hay diferencias. No ver el gorila no es un defecto de la percepción que hay que remediar: es propio de la naturaleza perceptiva. Lo que hay que remediar es la ilusión “objetivista” que pretende que nuestra percepción es un reflejo del mundo. Lo que es preciso corregir es el sesgo impuesto por una mirada que pretende que los seres humanos podemos tener una percepción del mundo no sesgada por nuestra corporalidad, nuestro estilo, nuestra cultura y nuestra singularidad.

4. Configurazoom: un estilo de indagación

Jamás veré nada desde todos los lugares posibles a la vez, cada vez, veo desde un sitio determinado, veo un aspecto, veo en una ‘perspectiva’. Y yo veo significa yo veo porque soy yo, y no veo solamente con mis ojos; cuando veo algo, toda mi vida está ahí, encarnada en esa visión, en ese acto de ver. Todo esto no es un ‘defecto’ de nuestra visión, es la visión.

Cornelius Castoriadis

La concepción representacionista ha reducido el conocimiento al reflejo, y el objetivismo ha limitado el saber humano a una imagen o producto estandarizado. Lo que ha quedado fuera del enfoque único y rígido que el modelo mecánico permite es mucho más que un gorila. Al engrillar el saber dentro de marcos teóricos, ya sean mecánicos o estructurales, quedan invisibilizados los procesos en su devenir, las mediaciones e interacciones, los cambios cualitativos, los vínculos transformadores, los límites permeables. Al pre-imponer a la experiencia la exigencia de reproducibilidad experimental no sólo dejamos fuera la existencia singular sino también la trama viva en que está inserta.

El desafío para quienes queremos promover un pensamiento complejo consiste no sólo en comprender las inmensas limitaciones del pensamiento disociado de la Modernidad sino en avanzar hacia la gestación de una ética-estética multidimensional, no-dualista, capaz de acoger la inmensa diversidad y la variabilidad de la experiencia humana. Con ese propósito he

inventado un dispositivo al que he denominado “configurazoom” que permite multiplicar los puntos de vista y al mismo tiempo incluir al sujeto y el colectivo en el que vive como productores de un saber dinámico, encarnado y socialmente responsable ya que cambiar nuestras concepciones sobre el conocimiento no es una tarea meramente intelectual, sino que, como veremos, es también ética y política.

La importancia del *configurazoom* radica en que nos permite pensar de modo multidimensional y recursivo. Es decir, en un nivel podemos gestar múltiples configuraciones a partir de nuestros encuentros con el mundo y, simultáneamente, sabemos que no se trata de reflejar el mundo, sino de dar sentido a nuestra propia experiencia, singular y colectiva. Al reconocernos como parte inextricable de la naturaleza toda nuestra relación con ella se modifica radicalmente. Se transforman los vínculos con nuestros semejantes, con el medio ambiente y con nosotros mismos. Cambia también nuestra concepción respecto al conocimiento, sus fuentes y sus límites. La razón humana no puede ya entenderse de modo trascendente, sino como una faceta de nuestra existencia como seres vivos inextricablemente unida a la imaginación, a los afectos y a la acción. La razón toma forma en el vivir y se forma y transforma mediante los intercambios mediados por el cuerpo, el lenguaje, las tecnologías, los estilos de pensamiento y las prácticas sociales de aprendizaje.

La Modernidad ha concebido el conocimiento de modo análogo a la cámara oscura y luego a la fotografía: como una instantánea y un producto. Como toda analogía ésta es parcial, pero los representacionistas no lo admiten, sino que por el contrario nos la presentan “como si” fuera completa. No he de cuestionar la parcialidad pues ésta es la naturaleza misma del conocer humano, sino la negación que el representacionismo hace de la misma. Los enfoques de la complejidad son al mismo tiempo más humildes, pues reconocen que todo saber es situado, y más amplios, porque a partir de admitir la localidad se puede explorar el mundo desde muy diversos ángulos y modos ampliando enormemente nuestra potencia

Para facilitar la comprensión de las diferencias entre los modelos instituidos y el *configurazoom* complejo utilizaremos la metáfora de la fotografía pero explorando algunos aspectos claves que han quedado por fuera del foco de la cultura moderna. Para ello, en lugar de concentrarnos en el producto (fotografía, conocimiento) consideraremos la actividad (conocer, fotografiar). No miraremos solo la foto sino al fotógrafo en su accionar, teniendo en claro en todo momento que no pretendemos una imposible descripción “objetiva” sino que estamos explorando una analogía productiva. De este modo podremos generar una concepción dinámica,

encarnada y entramada del conocimiento humano, entendido como una actividad en permanente flujo y cambio. El fruto de esta actividad ya no es una imagen fija sino un “mundo de experiencia” vital del ser humano en su encuentro con el mundo.

Decir adiós a la actitud contemplativa que solo encuentra ideas y objetos fijos es un desafío mayúsculo pues nos enfrenta a una quiebra del “sentido común” en el que hemos sido adiestrados y educados. ¿Cómo cambia nuestro mundo cuando abandonamos la idea de un punto de vista privilegiado? ¿Qué saber es posible en un mundo completamente activo y por lo tanto cambiante en el que somos participantes?

No nos representamos un mundo independiente sino aprehendemos el mundo en los encuentros y vamos configurándolo en el flujo de la vida. Esta actividad genera “configuraciones dinámicas” que no son “recortes” de una realidad previa, sino producciones interactivas. No son tampoco creaciones individuales, pues ninguna persona ha aprendido aisladamente sino que su capacidad cognitiva se ido desarrollando en la trama colectiva moldeada por el lenguaje, el ambiente y las formas de saber-hacer de su cultura.

Las configuraciones dinámicas no son esquemas abstractos, presuntamente universales, sino actividades de personas ligadas en una red vincular. De este modo los productos del configurazoom resultan completamente singulares y al mismo tiempo totalmente comunes. Aquella magnífica frase que nos dice “pinta tu aldea y serás universal” capta a la perfección esta característica de lo común compartido, pues no se trata de la identidad de los universales abstractos, sino la capacidad de gestar *patterns* semejantes, figuras afines que permiten dar cuenta de la singularidad y al mismo tiempo no disociarla de lo común.

Si queremos honrar la complejidad del saber humano no podemos reducirlo a un solo modo de conocimiento, tenemos que ser capaces de acoger y reconocer la legitimidad de las múltiples configuraciones que el saber puede adoptar. Es por eso que el “configurazoom” intenta dar cuenta simultáneamente de la multiplicidad, la diversidad y el fluir de nuestro saber.

Revisitemos la analogía fotográfica. Como vimos el representacionalismo reduce la fotografía a una placa fija. Al hacerlo deja fuera todas las operaciones que hace el fotógrafo: enfocar, elegir una velocidad, un balance de blancos, un filtro, una sensibilidad de película, etc. y también han sido desconsiderada las características materiales y funcionales de la máquina fotográfica. Por otra parte, cuando nos concentramos en las imágenes fijas dejamos de lado la fluidez de la experiencia, el movimiento, la textura, el sonido, los aromas, las

vibraciones, en suma: la palpitante actividad del universo en el que estamos inmersos y queremos captar.

Desde el comienzo de este trabajo hemos estado utilizando el *configurazoom* para poder comprender el representacionalismo-objetivista y sus limitaciones (Si el lector vuelve sobre sus pasos encontrará en muy diversos momentos el término “enfocar” y sus variantes). A partir de ahora lo seguiremos utilizando pero además focalizaremos nuestro interés sobre el dispositivo mismo y su importancia.

Desde los enfoques de la complejidad implicada, no existe una realidad única, sino que eso que llamamos realidad se hace presente, emerge en la dinámica de encuentros. No conocemos un mundo independiente sino que configuramos un mundo al integrar y dar sentido a nuestras percepciones (mediadas por muy diversas tecnologías: corporales, sociales, duras, blandas, mecánicas, electrónicas, etc.). Cada ser vivo en su vivir va dando forma a su mundo (Maturana y Varela, 1990; Maturana 1990; Varela, 1992, 1996; Noe, A. 2010). No se trata de un mundo “en sí mismo”, de una “realidad objetiva” que pueda ser considerada verdadera o falsa en términos absolutos, pues no tenemos modo alguno de comparar nuestra experiencia con un mundo no experimentado. Lo que será considerado verdadero o falso estará determinado por el modo de conocimiento empleado y es válido sólo dentro de sus límites. La gran falacia de la Modernidad es haber pretendido que el hombre era capaz de un conocimiento universal. Algo que no debe extrañarnos de una cultura que pretendió, y en muy buena medida logró, expandir *su* civilización a buena parte del planeta presentándola como *LA CIVILIZACIÓN*.

En la medida que los Estados Nación, que dieron origen a las creencias modernas en la objetividad, la racionalidad única y desencarnada y el universo mecánico, estable y jerárquico van perdiendo sustento y credibilidad tanto política como cognitivamente se hacen evidentes los límites que el representacionalismo había logrado eludir. Es el momento propicio para seguir el camino propuesto por Spinoza y preguntarnos: ¿Qué permite y qué impide? ¿Cómo ha sido construido? ¿Cuáles son sus límites?

Desde esta perspectiva lo que el representacionalismo concibe como conocimiento objetivo se nos presenta como un modo de producción del saber basado en la estandarización metódica y en la aplicación de dispositivos disciplinares. La objetividad no es más, ni menos, que una creencia muy exitosa, gestada por una educación férrea dedicada a establecer un punto de vista único, que la costumbre y el consenso permitieron “naturalizar”.

Sus métodos, valores, dispositivos prácticos y creencias estaban adaptados a una sociedad disciplinada. Es decir, una sociedad entrenada para compartir la “ilusión de realismo”. Esa ilusión, como todas las creencias eficaces, no era un mero delirio, sino que lograba credibilidad porque obligaba a todo hombre que quisiera ser considerado normal a que restringiera su experiencia a los parámetros presupuestos e impuestos por el marco teórico y el método. Nunca fuimos objetivos, sino que el dispositivo social y académico nos disciplinó para que miráramos siempre desde el punto de vista legitimado.

En lenguaje prosaico: nos vendieron la “objetividad” y nos dieron “disciplinas y estandarización”. La primera es una ilusión (políticamente fundamental para exigir obediencia en nombre de la “Realidad”, que en la sociedad republicana y laica sustituyó a Dios y al Rey) en tanto que las segundas son una herramientas poderosísimas de construcción de sentido y de mundo. La ciencia disciplinaria ha sido prolífica y creativa, pero las restricciones metodológicas y paradigmáticas confinaban el campo del conocimiento a lo reproducible, y en la era mecanicista limitaban el mundo a lo que podía expresarse dentro de los estrechos márgenes de la matemática lineal o de los esquemas cerrados estructurales. Las investigaciones y los resultados que obtienen los científicos no son objetivos, ni tampoco subjetivos, son el resultado de un modo específico de interacción con el mundo, valioso y productivo, pero no único, ni mucho menos omnipotente. El objetivismo en cambio es una ideología de dominación que presume de ser la única que tiene acceso a la realidad, a la que paradójicamente considera independiente. Al igual que por boca de los sacerdotes se supone que habla Dios, quienes hablan desde la objetividad pretenden ser los “voceros” de lo real y hacernos creer que por su boca habla el mundo (No en vano están obligados a utilizar siempre una gramática impersonal donde los “datos” cantan, los “hechos” demuestran, el experimento “arroja” resultados, cuando bien sabemos que sólo las personas pueden hablar, creer en demostraciones o interpretar resultados).

Para comprender cómo la cultura moderna establece las verdades universales, y cómo esa universalidad no es tal, sino que se trata de una perspectiva parcial y local como cualquier mirada, veamos un ejemplo muy sencillo y al mismo tiempo sorprendente. Al cortar un plano de papel por el medio obtenemos dos mitades separadas, si cortamos un cilindro también ocurrirá lo mismo. Nuestro modo habitual de proceder es extender esta característica del plano a otras figuras e incluso a otros dominios de experiencia. Sin percatarnos siquiera saltamos de la afirmación de los casos

particulares hacia la aceptación de una verdad universal: “Al cortar una figura por el medio se obtienen dos mitades separadas”.



Figura 4. Corte de una figura cilíndrica en dos mitades

Nuestra educación nos ha impuesto la geometría euclidiana como un “marco invisible” que organiza nuestro pensamiento. Su invisibilidad lo hace aún más poderoso porque impide la crítica, es un presupuesto oculto de nuestro conocimiento. Recién hacia fines del siglo XIX las geometrías no euclidianas comenzaron a ser desarrolladas, reconocidas y legitimadas, aunque el espacio físico seguía rigiéndose por el modelo euclidiano, hasta que Einstein puso fin a su imperio. Cuando pensamos (aunque no lo sepamos) dentro de sus presupuestos la afirmación “Al cortar una figura por el medio se obtienen dos mitades separadas” nos parece una verdad evidente y universal. Pero como veremos no es ni lo uno, ni lo otro. Y, al mismo tiempo, no es falsa.

Cuando cortamos por la mitad una Cinta de Moebius nada de eso sucede.



Figura 5. Corte de una Cinta de Moebius en mitades

Contradiendo nuestras expectativas al “cortar por la mitad” en lugar de obtener dos partes separadas nos encontramos con una cinta de Moebius más finita pero más larga.

¿Qué pasa si cortamos al tercio?



Figura 6. Corte de una Cinta de Moebius en tercios

Nuevamente obtenemos un resultado contradictorio con nuestras expectativas. Siguiendo las interpretaciones de Simon y Chabris, que son típicas de nuestra cultura, tendríamos que adjudicar el fallo a nuestra intuición. Sin embargo, no es una difusa y vaga intuición, la que nos lleva a creer que al cortar por la mitad se obtienen dos partes separadas. Es la creencia en la rigurosa geometría euclidiana y su preimposición a la experiencia la que nos ha llevado a esperar un resultado diferente al obtenido. El adiestramiento y el hábito cultural hacen que utilicemos la geometría euclidiana para configurar la experiencia, y que al mismo tiempo este marco conceptual resulte invisibilizado porque creemos que es la “forma misma del mundo” y no nuestra peculiar manera de relacionarnos con él.

Al cambiar la forma del espacio (en nuestro ejemplo de una forma cilíndrica a una cinta de Moebius) hemos visto como cambian las relaciones arriba/abajo, adentro/afuera, lo que significa cortar por la mitad y al tercio. Pero no solo eso, también se modifica parcialmente qué es lo posible y lo imposible, así como lo que es verdadero o falso.

Del mismo modo que nuestra cultura nos ha enseñado a presuponer un espacio euclidiano para pensar las relaciones geométricas, también nos ha adiestrado para imponerle a toda la experiencia un marco representacionalista. Esta forma de pensar no es intuitiva aunque sea inconsciente: hemos sido formados en ella y luego hemos olvidado este proceso de formación y naturalizado el resultado.

Las concepción representacionalista presupone un espacio cognitivo que separa radicalmente al sujeto y al objeto de conocimiento, estableciendo entre ellos una relación especular. Cuando ese espacio presupuesto y los modelos de conocimiento asociados empiezan a licuarse como está ocurriendo en la contemporaneidad (Bauman, 2003), empezamos a sentir vértigo, algunos incluso pánico y aparecen los vendedores de nuevas certezas. ¿Es posible superar el mareo y la falta de coordenadas fijas? ¿Existe algún modo de conocer que no implique un marco previo?

El pensamiento complejo, si es que realmente honra la complejidad, podría actuar como un antídoto respecto a cualquier pretensión de saber total o absoluto. Aunque, por supuesto, no hay garantías, pues sabemos bien que ser humano es un ser contradictorio y no faltan quienes están esperando, cuando no vendiendo, una nueva panacea a la que también llaman complejidad. Nada puede hacerse al respecto más que diferenciarse e intentar promover otros enfoques que como el *configurazoom* dan cuenta simultáneamente de los límites del saber como de su potencia. La complejidad, cuando no la reducimos a un marco o paradigma, sino que la honramos en su infinitud, nos permite componer muy diversos paisajes puesto que no pone restricciones *a priori* a la experiencia, aunque de hecho cada cultura y persona sólo podrá pensar unas pocas configuraciones del espacio de conocimiento (esto no es un defecto sino una consecuencia natural de nuestra propia finitud). Algunas han de ser semejantes y otras antagónicas, pueden coincidir parcialmente o contradecirse totalmente, pero ninguna tiene un privilegio sobre las demás.

Las configuraciones dinámicas no son “imágenes del mundo” ni se “estructuran en teorías” son modos multidimensionales de producir sentido que jamás están separados de la acción corporal, de los afectos, de la imaginación ni de la razón. Son el mundo mismo de experiencia expresado de muy diversas formas según las habilidades del sujeto y los modos de compartir del colectivo. No hay en esta forma de concebir el saber una disociación teoría-práxis, ni una separación de la afectividad y la inteligencia, o de la acción y la razón. El *configurazoom* no admite marcos ni grillas teóricas ni imposiciones metodológicas *a priori*, sino que piensa las situaciones tratando de honrar su complejidad pero sin alucinar con la universalidad. No por ello carece de amplitud o generalidad, pero ésta no es ni una exigencia ni un presupuesto sino que es la expresión de lo común en la experiencia humana.

La complejidad admite una infinidad de miradas, enfoques, modos de conocimiento y expresión, no se restringe ni presupone un modo privilegiado de relación con el mundo. De esta manera genera una diferencia

colosal tanto en lo cognitivo, como en lo ético y lo político con el paradigma de simplificación de la Modernidad. El pensamiento complejo es multicultural, diverso, dinámico e implicado. Más aún, como bien nos ha enseñado Edgar Morin: es preciso estar siempre atentos a las complejidades de la complejidad (Morin, 2007). Si un rasgo tienen en común la infinitud de enfoques posibles del *configurazoom* es el de reconocer que todos ellos son humanos, cada uno es el resultado de un modo de existencia, de un tipo de interacción, de un estilo de producción colectiva.

A la cultura occidental el infinito siempre le ha producido vértigo. Aunque la modernidad nació abriendo las compuertas del mundo medieval hacia la infinitud rápidamente las cerró estableciendo fundamentos inamovibles y reemplazando la infalibilidad divina por la certeza matemática. En lugar de aceptar los límites inherentes a todo conocer humano (su parcialidad, su localidad y su temporalidad) hemos acallado los temores sepultándolos con certezas universales y soñando con poder controlar las variables. La ética-estética de la complejidad nos lleva a buscar otro modo de relación con la infinitud. El *configurazoom* nos permite aceptar la infinitud del universo y la limitación del conocimiento humano. Esta limitación no es un defecto a subsanar, sino que al reconocer nuestra finitud se abre la posibilidad de generar y reconocer la legitimidad de múltiples configuraciones. Todas ellas son el resultado de un modo peculiar de ser afectados en los encuentros y de las formas en que el colectivo al que pertenecemos nos ha formado para aprehenderlo y expresar nuestro saber.

Al aceptar nuestra pertenencia al universo, nuestra inextricable unión con el conjunto de la naturaleza gestamos un bucle en nuestro modo de comprensión con innumerables consecuencias. Sí, además, admitimos junto a Spinoza que convivimos en una naturaleza interactiva en todos los niveles, tendremos que reconfigurar nuestro modo de entender el conocimiento, el mundo y nosotros en él.

5. ¿Conclusiones?

“Si se limpian las puertas de la percepción, todas las cosas aparecen como lo que son, es decir infinitas”.

William Blake

Para entrar y navegar en los territorios móviles de la complejidad es preciso desmontar la mayor ilusión de nuestra cultura: la creencia en una realidad única e independiente que sólo es conocida por algunos

privilegiados. Paradójicamente, “la realidad” nació en una leyenda inventada por Platón. En una famosa alegoría el sabio griego imaginó una situación que presentaba a los hombres como esclavos encerrados en una caverna y encadenados de tal modo que sólo veían sombras y las confundían con los objetos que las producían pero que ellos no podían ver. Sólo el filósofo podía acceder al “verdadero mundo”, trascendente, luminoso e ideal. No es un detalle menor señalar que esta ficción mediante la cual se engendró la “realidad” tiene un lugar central en el texto platónico “La república” que es a la vez el primer tratado político y el primer manifiesto educativo de Occidente.

Siguiendo las enseñanzas del fundador de la Academia, la tradición filosófica occidental concibió el conocimiento encadenado a la dicotomía entre Apariencia y Realidad. La filosofía representacionalista-objetivista creó una nueva versión de la caverna. Mantuvo la dicotomía entre Apariencia y Realidad pero merced al giro cartesiano que escindió al sujeto y al objeto, al cuerpo y la mente, al hombre y la naturaleza forjó una nueva “ilusión realista” gracias al mito de la objetividad (Najmanovich, 2011). De este modo los filósofos (expertos, científicos) quedaron separados drásticamente del común de los hombres (necios e ignorantes). Desde entonces en nuestra cultura se supone que sólo algunos “elegidos” tienen acceso a la verdadera realidad mientras el resto vive en un mundo ilusorio (mítico, primitivo, popular, ficcional, pasional). (Najmanovich, 2011)

Los “librepensadores” que fundaron la Modernidad lucharon denodadamente contra el saber instituido. Sin embargo, como suele suceder con los revolucionarios, luego de un breve período de creatividad abierta y amplitud de miras, muchos devinieron en nuevos voceros de la realidad y custodios de la única verdad, ya no en nombre de Dios sino de la “Razón”. Una racionalidad tan única como la divinidad, y tan omnisciente que pretende representar a la Realidad. Finalmente y no menos importante, esa Razón no reconoce nutrientes, no es afectada por nada, y aunque se supone que es una máquina lógica virtual que trasciende al cuerpo nos dicen sin embargo que puede gobernarlo. ¿De dónde provienen sus premisas? ¿Cómo distinguir sus productos de la imaginación? ¿A través de qué medios ejerce su acción? ¿Cómo es la arquitectura de la red de relaciones entre el pensamiento el lenguaje y la acción humana; entre la sensibilidad y la razón, entre los afectos y el conocimiento? Todas estas preguntas han quedado en la sombra del iluminismo, hasta que hace unas pocas décadas comenzaron a tener una presencia cada vez mayor tanto en la investigación científica, como en la reflexión filosófica y en los debates más amplios de la sociedad.

No casualmente la crisis de la Razón coincide con la licuación de los Estados. Es que la Razón Moderna y el Estado Nación nacieron, se desarrollaron y probablemente mueran juntos. Esa Razón mayúscula y única, fue inventada en la modernidad y atribuida “democráticamente” a toda la especie humana. Sin embargo, su modelo ideal fue creado a imagen y semejanza de los valores, ideas y necesidades de la elite europea. En su nombre y el de la civilización los adalides de la racionalidad invadieron territorios y arrasaron y sometieron a cientos de pueblos considerados “primitivos” para que pudieran beneficiarse de las bondades del “librepensamiento” y las “virtudes de la civilización”. Por supuesto se da por sentado que los conquistados deberían estar felices de haber sido elegidos y llevados hacia la luz.

Si rechazamos la fantasía omnisciente de los objetivistas que pretende que la razón humana puede reflejar el mundo sin verse “perturbada” por la condición humana, necesariamente corporal, histórica, cultural, colectiva, afectiva e imaginativa, ¿Queda algo real en la Realidad? ¿Junto al “verdadero mundo” se disuelve también el “mundo aparente”, como planteaba Nietzsche?

Hace ya más de un siglo que Zaratustra anunciaba la disolución de la dicotomía, pero como suele suceder con muchas profecías mortuorias, los supuestos cadáveres siguen gozando de muy buena salud. Esto es así porque la estética-ética dicotómica siempre tiende a buscar una inversión de las relaciones de poder, pero mantiene las polaridades intactas. Por eso es imprescindible para los que promovemos un pensamiento complejo, implicado y vital, deshacernos del hechizo platónico y sus múltiples versiones modernas. Para ello tenemos que darnos cuenta que no se trata de “salir de la caverna” sino de comprender que nunca ha existido. No hay una realidad única ni independiente, ni tampoco una verdad que la abarque. Platón, y todos los voceros de una Verdad (sea la que fuere) han inventado la esclavitud para luego ofrecernos la libertad de pensar como ellos.

Romper el hechizo de la caverna, no supone proponer una nueva “epistemología” sino disolver toda y cualquier pretensión de un conocimiento humano absolutamente superior a otros. Esta posición no implica de ningún modo despreciar los hallazgos de la ciencia, solamente supone abandonar el discurso de la realidad única y de algún saber que la exprese, dejar de lado la idea de que sólo existe un modo legítimo de conocimiento. En suma: reconocer y valorar la potencia de la ciencia sin admitir la prepotencia del cientificismo.

A diferencia del modelo instituido que reduce a pura falsedad lo que no entra dentro de su sistema, la ética-estética de la complejidad intenta

comprender la experiencia humana en sus múltiples facetas y no reducir el conocimiento a un juicio único para determinar una verdad absoluta. Lo que he llamado “*configurazoom*” es un estilo de indagación que busca honrar la complejidad sin pretender abarcarla. Permite múltiples enfoques, promueve la movilidad de los puntos de vista, procura integrar diversas dimensiones de la experiencia sin que por ello suponga abarcar la totalidad. A diferencia de la mirada teórica (pretendidamente exterior y distante), la noción de configuración está ligada a un conocimiento que se sabe encarnado, situado y contextualizado. El núcleo central de la propuesta es comprender que el conocimiento humano no es el reflejo de un mundo externo sino la expresión conciente de la actividad de un ser vivo, y por lo tanto de un ser que es simultáneamente imaginativo, afectivo, reflexivo e interactivo. Un ser que no existe en el vacío, sino en el ecosistema en el que está embebido que lo forma y al que él también modifica.

No se trata solamente de un cambio paradigmático en las ciencias, sino de una transformación de nuestro modo de concebir, producir y compartir el saber. Michel Foucault nos instaba a “pensar de otro modo”, que es mucho más profundo y provocador que “pensar otras cosas”. No se trata solamente de un cambio de “contenidos”, sino de una transformación del modo de producir, compartir y concebir el conocimiento. Si esta es la tarea que nos proponemos no alcanza con una reforma del entendimiento puesto que éste no existe en el vacío sino en la trama de la vida. Para poder “pensar de otro modo” es preciso “vivir de otra manera”. Establecer otra relación con el conocimiento no es un cambio meramente teórico, es una transformación radical de nuestro modo de existencia, que incluye nuestras prácticas, nuestros vínculos, nuestras creencias, nuestros afectos, nuestros modos de convivencia.

Despedirse de la ilusión de tener un conocimiento absoluto, es la clave para poder entrar a los territorios móviles, activos y multidimensionales de la complejidad. Pero dejar atrás las garantías y certezas que organizaban el modo de vida moderno no es algo que pueda decidirse racionalmente ni hacerse individualmente. Esto es así porque el conocimiento siempre ha sido colectivo, histórico y situado. El saber siempre ha sido construido a través de prácticas, instituciones, estilos vinculares y afectivos, tecnologías y lenguajes que configuran una red inextricable. La noción misma de un saber individual y puramente racional, es propia de la Modernidad y está cada día más cuestionada.

Esta transformación colectiva presenta grandes dificultades porque pone en primer plano las relaciones de poder, porque hace visibles y por lo tanto cuestionables y modificables, los presupuestos sobre los que se ha

construido la sociedad moderna. Al darnos cuenta que eso que llamábamos “objetividad” era un disciplinamiento que nos exigía adoptar un punto de vista pre-establecido, se nos hace evidente que la epistemología representacionalista funciona como un supuesto ideológico clave del sistema de dominación. Más aún, la noción misma de epistemología resulta cuestionable porque presupone que existen conocimientos privilegiados y superiores.

Uno de los mayores temores que dificulta esta transformación es el temor y el vértigo que produce en nuestra cultura la infinitud de variantes que el conocimiento puede adoptar y la imposibilidad de establecer *a priori* una jerarquía entre ellas. No en vano, Spinoza, que fue uno de los primeros autores en concebir una nueva relación de conocimiento capaz de acoger el infinito, fue visto siempre como un subversivo radical.

El *configurazoom* promueve un tipo de conocimiento que en lugar de ampararse en supuestas verdades universales reconoce nuestra implicación en la producción del saber. Un saber multidimensional que lejos de ser un producto intelectual es un modo de existir. Por supuesto hablo de un modo de existencia que incluye lo racional, pero embebido en la red nutricia de la imaginación y los afectos, en una conexión activa y fluida con el colectivo humano y no-humano en el que convivimos. El pensamiento complejo es entonces un “pensar en situación” y no una teoría abstracta. Este modo de producir sentido genera un gran desafío al modelo academicista de la modernidad que ha oscilado entre un ideal teórico universalista y una empiria banal.

Hacer honor a la complejidad significa también abandonar los supuestos privilegios de la “nobleza de toga” y dejar atrás la seducción de ocupar el trono del “experto” o el santuario del “gurú.” La simplicidad habitaba en el cielo platónico y en los mecanismos idealizados de la modernidad. El pensamiento complejo no es abstracto sino concreto pero de ningún modo pedestre. Al disolver la dicotomía Teoría-Praxis se licuan también los lugares de poder de los académicos. Lo que no implica una falta de valoración de su saber y su forma de hacer sino la reconfiguración de los modos de producción de saber y los lugares de poder. Honrar la complejidad nos lleva a una transformación radical de las relaciones entre el investigador y el colectivo, pues en lugar de una aséptica y distante descripción teórica se trata de construir una sabiduría entramada, capaz de pensar las situaciones de vida en su infinita variedad. Un saber que acepta la diversidad de experiencias posibles y reconoce que sólo podremos configurarlas y darles sentido según nuestro modo de vincularnos con el mundo buscando no cristalizar ni idealizar el saber. Lo concreto entonces adquiere una

dimensión nueva: no se reduce a un esquema ideal ni queda atrapado en una descripción particular. La vida en su fluir es aprehendida por los seres humanos según su modo de ser afectado, en función de la potencia del pensamiento capaz de configurar una experiencia y compartirla colectivamente.

Así como el universo no se reduce a un ideal puro, ni a una materialidad bruta, el saber humano no tiene por qué optar entre las teorías abstractas y el empirismo trivial. El pensamiento complejo nos permite gestar configuraciones dinámicas para comprender las situaciones de vida en lugar de encajarlas a presión dentro de un sistema categorial *a priori*. Al salir de los rígidos marcos instituidos, del conocimiento como imagen o producto, entramos en un universo-diverso que va siendo configurado en los encuentros. Podemos así hacer lugar a un pensamiento dinámico capaz de ver los procesos y no sólo los productos, un saber capaz de focalizar los intercambios y no quedarse exclusivamente con los resultados y un conocimiento que nos permita tener en cuenta las transformaciones tanto como los procesos conservadores. En suma: el *configurazoom* nos abre la puerta a la dinámica de la vida, en su caleidoscópica variación y en la inextricable red vincular en la que convivimos. Honrar la complejidad nos permite producir un saber entramado, reconocer el valor de los afectos en nuestras producciones de sentido, disolver la dicotomía *teoría vs. praxis* para dar lugar modos de saber-hacer no disociados y gestar un experiencia polimorfa que no deslegitime ningún modo de conocimiento. Se trata en suma de un saber vital, dinámico, adaptativo y situado, producido por sujetos-entramados (singulares y al mismo tiempo partícipes del colectivo que los forma y al que transforman).

Desde estos enfoques de la complejidad no se concibe a la humanidad enfrentada a la naturaleza sino que se reconoce nuestra activa participación en ella y nuestra responsabilidad respecto del saber que construimos. Las grillas que la modernidad le había puesto a la experiencia están siendo desbordadas día a día por el flujo de la vida. Se trata entonces de navegar la complejidad, configurarla, darle sentido, pero sin apresarla en un marco, ni anclarla en un único paradigma, sino ampliando nuestros horizontes sin pretender abarcarla en su infinitud.

8. Bibliografía

- Atlan, H. 1990. *Entre el cristal y el humo*, 1ª ed. Madrid: Debate.
Bauman, Z. 2003. *Modernidad Líquida*. 1ª ed. México: Fondo de cultura económica.
Briggs, J. y Peat, D. 1990. *Espejo y reflejo*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa.

- Chabris, C. y Simons, D. 2011. *El gorila invisible y otras maneras en las que nuestra intuición nos engaña*. 1ª ed. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Damasio, A. 2003. *El error de Descartes*. 2ª ed. Barcelona: Ed. Crítica.
- Damasio, A. 2005. *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. 1ª ed. Barcelona: Ed. Crítica.
- Gleick, G. 1988. *Caos*. 1ª ed. Barcelona: Seix Barral.
- Iacoboni, M. 2008. *Las neuronas espejo*. 1ª ed. Madrid: Katz.
- Johnson, S. 2002. *Sistemas Emergentes*. 1ª ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kauffman, S. 1993. *The Origins of Order. Self organization and selection in evolution*. 1ª ed. New York: Oxford University Press.
- Kuhn, T. S. 1980. *La estructura de las revoluciones científicas*. 2ª ed. México: FCE.
- Holland, J. H. 2004. *El Orden Oculto. De cómo la adaptación crea la complejidad*. 1ª ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- Maturana, H. 1990. *Biología de la cognición y epistemología*. 1ª ed. Temuco: Ediciones Universidad de la Frontera.
- Maturana, H. 1995. *La realidad: ¿objetiva o construida? 2 Tomos*. 1ª ed. Barcelona: Anthropos.
- Maturana, H y Varela F. 1990. *El árbol del conocimiento*. 7ª ed. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Morin E. 1981. *El Método I. La naturaleza de la naturaleza*. 1ª ed. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morin E. 1994. *Las Introducción al pensamiento complejo*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa.
- Morin E. “Las complejidades de la complejidad” En *Utopía y Praxis Latinoamericana* Año 12. N° 38 (Julio/Septiembre, 2007) Pp. 107 – 119.
- Moraes, M. C. 2008. *Ecología dos Saberes: Complexidade, transdisciplinaridade e educação*. 1ª ed. São Paulo: Antakarana/PróLibera.
- Najmanovich, D. 2011. *El mito de la objetividad. En prensa*.
- Najmanovich, D. 2008. La organización en redes de redes y de organizaciones. En *La historia crítica en el mundo actual Colección Conceptos Fundamentales de nuestro tiempo*, editado por González Casanova, P. (Coord.). 1ª ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales.
- Najmanovich, D. 2008. *Epistemología para principiantes*. 1ª ed. Buenos Aires: Era Naciente.
- Najmanovich, D. 2008. *Mirar con nuevos ojos. Nuevos paradigmas en la ciencia y pensamiento complejo*. 2ª ed. Buenos Aires: Biblos.
- From paradigms to Figures of Thought en Fritjof Capra, Alicia Juarrero, Pedro Sotolongo and Jacco van Uden (Ed.) *Reframing Complexity: Perspectives from the North and South*. 2ª ed. ISCE Publishing, New York, 2007.
- Najmanovich, D. 2005. *El juego de los vínculos: subjetividad y redes figuras en mutación*. 2ª ed. Buenos Aires: Biblos.
- Najmanovich, D. 2005. “Estética del Pensamiento Complejo” En *Andamios Revista de Investigación Social*, Año 1, Núm. 2, Junio 2005.
- Najmanovich, D. 2001. *O sujeito encarnado. Quesotes para pesquisa no/do cotidiano*, 1ª ed. Rio de Janeiro: DP&A editora.
- Noe, A. 2004. *Action in perception*. 1ª ed. Cambridge: MIT Press.
- Noe, A. 2010. *Fuera de la cabeza. Porqué no somos el cerebro y otras lecciones sobre la conciencia*. 1ª ed. Barcelona: Kairos.
- Prigogine, I. y Stengers, I. 1983. *La nueva alianza*. 1ª ed. Madrid: Alianza.
- Prigogine, I. y Stengers, I. 1990. *Entre el tiempo y la eternidad*. 1ª ed. Madrid: Alianza.
- Resnick, M. 2001. *Tortugas, termitas y atascos de tráfico*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa.
- Rorty, R. 1989. *La filosofía como espejo de la naturaleza*, 1ª ed. Madrid: Cátedra.
- Sacks, O. 1997. *Un antropólogo en Marte*. 1ª ed. Barcelona: Anagrama.
- Sacks, O. 1987. *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero*. 1ª ed. Barcelona: Muchnick.
- Siegel, D. 1999. *The developing mind. How Relationships and the Brain Interact to Shape Who We Are*. 1ª ed. New York: The Guilford Press.

- Sotolongo Codina, P. y Delgado Díaz, C. 2006. *La revolución contemporánea del Saber y la Complejidad social*. 1ª ed. Buenos Aires: CLACSO.
- Rizzolatti G., Craighero L. 2004. "The Mirror-Neuron System". Annual Rev. Neurosci. N°27 pág.169-92.
- Ramachandran, V.S. 2011. *The Tell-Tale Brain A Neuroscientist's Quest for What Makes Us Human*. New York: W.W. Norton & Co.
- Ramachandran, V.S. 2004. *A Brief Tour of Human Consciousness*. 1ª ed. New York: BBC Reith Lectures. Pi Press.
- Schaeffer, J. M. 2009. *El fin de la excepción humana*. 1ª ed. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Spinoza, B. 1980. *Ética demostrada según el orden geométrico*. 1ª ed. Madrid: Editora Nacional.
- Spinoza, B. 2006. *Tratado de la reforma del entendimiento*, 1ª ed. Buenos Aires: Cactus.
- Varela, F, Thompson, E. y Rosch, E. 1992. *De cuerpo presente*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa.
- Varela, F. 1996. *Conocer. Las Ciencias Cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa.
- Varela, F. 1996. *Ética y Acción*. 1ª ed. Santiago: Dolmen.
- Von Foerster H. 1991. *Las semillas de la cibernética*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa.
- Von Foerster H. 1994. Visión y conocimiento: disfunciones de segundo orden. En *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*, editado por Schnitman, D. (comp). 1ª ed. Buenos Aires: Paidós.

CAPÍTULO III

Los enfoques de la complejidad y de la sistémica: coincidencias y diferencias

Implicancias para América Latina

Enrique G. Herrscher*

1. Introducción

Interesado en la óptica de la complejidad y con larga trayectoria en la sistémica, aspiro a estudiar si esos dos enfoques son lo mismo o, caso contrario, en qué se diferencian, y si tales diferencias, si las hay, impiden que se trabaje en forma conjunta o si en cambio aportan la riqueza de la variedad.

Distingo dos aspectos diferentes aunque interrelacionados: por un lado una comunidad científica y, por el otro, una línea de pensamiento. Entiendo por “comunidad científica” un grupo de personas, así como las instituciones a las que pertenecen, que comparten – con sus variantes – una determinada corriente dentro de una disciplina o campo de conocimiento. Y por “línea de pensamiento” el fundamento teórico, el cuerpo conceptual, el conjunto de aplicaciones de dicha corriente.

Se intentará demostrar la hipótesis de que, en tanto que las **líneas de pensamiento** que identificamos como “de la complejidad” y “de la sistémica” son prácticamente idénticas, las respectivas **comunidades** han

* Grupo de Estudio de Sistemas Integrados (GESI), Madero 1160 Vicente López (1638) Argentina, Tel. (5411) 4791-5622, enriqueherrscher@fibertel.com.ar

seguido caminos distintos, en cuyo transcurrir se desarrollaron varias diferencias.

Estimo que esta contradicción es de significativa importancia para Latinoamérica, cuyos gravísimos problemas socioeconómicos, políticos y culturales, todos ellos interrelacionados, requieren más que nunca la vigencia, en la práctica, de un pensamiento integrador, llámese sistémico o de la complejidad.

Debo señalar y pedir perdón por la falta de simetría: es mucho menos lo que conozco del campo que hoy se identifica con la complejidad que el de la sistémica, a la que me dediqué los últimos 25 años. De ahí la invitación que figura bajo (c) más abajo.

La inclusión del presente trabajo en este libro colectivo tiene por lo tanto tres propósitos:

1. participar en esta iniciativa, orientada al desafío de abordar en forma innovadora los problemas complejos del siglo XXI
2. abrir una “conversación”, en el sentido que le damos en la práctica sistémica, para promover la “red” que decía el profesor Sotolongo en un reciente Congreso¹
3. invitar a un colega que sepa más que yo del moderno enfoque de la complejidad, a que complete el planteo aquí expuesto “desde el otro lado”.

El estudio de la relación entre dos sistemas de pensamiento – al igual que el de la relación entre dos sistemas cualesquiera – requiere a nuestro juicio los siguientes pasos:

1. la puesta en contexto, o sea el examen de las diferentes formas que puede adquirir tal relación;
2. la ubicación del caso en cuestión en tal contexto, o sea la elección de la versión más adecuada de esas diversas formas y su justificación;
3. el listado de los elementos que integran esa versión, o sea el listado de los conceptos comunes que comparten ambos sistemas;
4. las conclusiones, o sea las perspectivas de que las dos comunidades que generaron dichos conceptos las sigan compartiendo y trabajen en red.

A continuación seguiremos brevemente estos pasos.

¹ V Congreso Internacional acerca de las Implicancias Filosóficas, Epistemológicas y Metodológicas de la Teoría de la Complejidad, La Habana, Cuba, del 6 al 8 de enero de 2010

2. Acerca de la comparación entre sistemas

De acuerdo con el primer paso indicado en el apartado precedente, y antes de entrar propiamente en el tema, conviene observar a vuelo de pájaro ciertas posibilidades que aparecen cuando se compara la evolución simultánea de dos entes, dos organizaciones, dos empresas, dos comunidades, dos corrientes de pensamiento, dos teorías o, en general, dos sistemas.

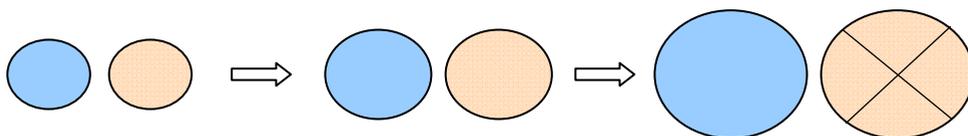
¿Cuál es el problema? Que los sistemas, tomados de a pares:

1. no son estáticos, son dinámicos, se mueven casi siempre a velocidades diferentes y muchas veces en direcciones distintas;
2. tienen sus propios objetivos, son “intencionales” (“purposeful”), pueden perseguir propósitos diferentes, a veces opuestos;
3. pueden tener distintos grados o espíritus de colaboración, de agresividad o de indiferencia uno con respecto al otro.

Valgan al respecto, a modo de esquemas ultra-simplificados (tan solo un título, un dibujo y un ejemplo) los siguientes ocho casos genéricos. Al decir “genéricos” queremos significar que se refieren a cualquier par de sistemas que “compiten” por los mismos “clientes”, por el mismo espacio de influencia, por el mismo éxito.

En los ejemplos que siguen compararemos dos países (mejor sería decir dos imperios), dos de las grandes religiones monoteístas, dos corrientes de la sistémica, dos áreas científicas, dos corporaciones de diferente tamaño, dos temas de un libro y – recién al final – los dos enfoques a que se refiere el presente trabajo.

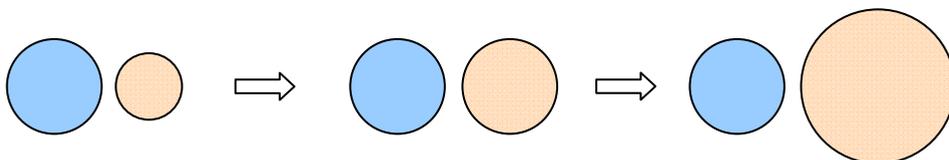
I – EL CRECIMIENTO PAREJO



En el siglo XX se libra una feroz competencia entre los Estados Unidos y la Unión Soviética que pone en peligro la supervivencia de todos nosotros. Se expande el poder de ambos, crecen sus economías, se multiplican sus gastos militares, sus aventuras espaciales, sus stocks de

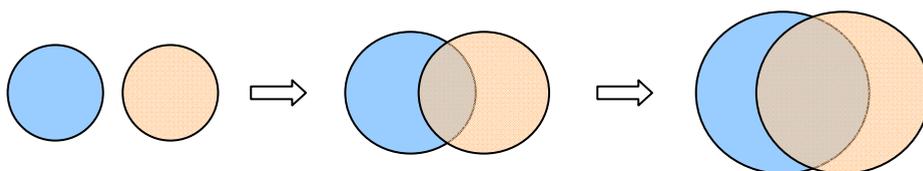
armas atómicas, hasta que el primero en llegar al límite de sus recursos “quiebra”.²

II – EL CRECIMIENTO DESIGUAL



Hace unos dos mil años un pequeño sector del judaísmo comienza a crecer, a diferenciarse, a establecer su identidad y se convierte en la religión universal que hoy conocemos.³

III – EL SOLAPAMIENTO MUTUO



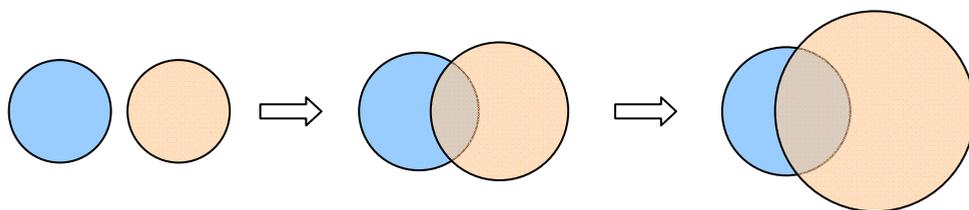
Dos corrientes de la Sistémica – la Teoría General de Sistemas de von Bertalanffy y la Dinámica de Sistemas de Jay Forrester – crecen a la par y – pese a la orientación mayormente humanística de aquella y mayormente ingenieril ésta – se interrelacionan cada vez más, utilizando en forma creciente una los elementos de la otra y viceversa, aún cuando en materia de aplicaciones se mantienen claramente diferenciadas.⁴

² Sin duda se trató de un proceso mucho más complejo, con fuertes contenidos ideológicos y de intereses, que aquí simplificamos en aras de ilustrar un ejemplo.

³ La historia comparada de las religiones no es mi campo, por lo que pido disculpas a los entendidos si he malinterpretado los hechos, pero me ha parecido el ejemplo más típico.

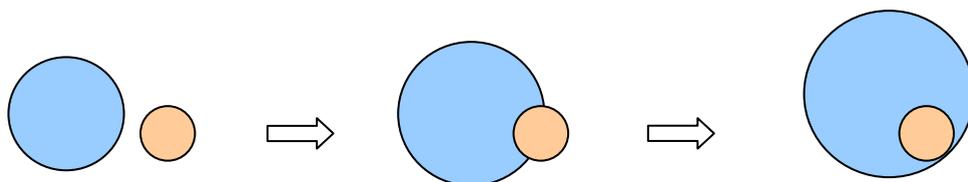
⁴ Los calificativos “humanística” e “ingenieril” son interpretaciones nuestras. La relación entre estas dos corrientes a nuestro juicio muy complementarias pero que de inicio se ignoraban mutuamente, siempre despertó nuestro interés. Ver del autor, en www.capsist.com: “Dinámica de sistemas – pensamiento sistémico – sistémica: un intento clasificatorio” presentado en el V Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, ITBA, Buenos Aires

IV – EL SOLAPAMIENTO DESIGUAL



Gran parte de los primeros sistémicos provenían de un área de explosivo crecimiento, la Investigación Operativa (OR por sus siglas en inglés), que desde entonces se fue estancando o creciendo más lentamente, a medida que sus aplicaciones se iban incorporando a disciplinas específicas y sus promotores a la comunidad sistémica.⁵

V – GRANDE ABSORBE A PEQUEÑO

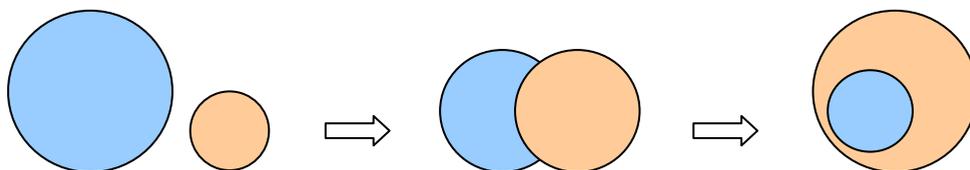


La gran mayoría de las “Fusiones y Adquisiciones” de empresas consiste en que una corporación más grande, por motivos estratégicos (complementación, acceso a recursos, talentos o mercados, eliminación de competidores, etc.) o por simples disputas de poder, se interesa por una organización más pequeña y – a veces tras una etapa de colaboración mutua o bien de hostigamiento – termina absorbiéndola.⁶

⁵ Debo a mi maestro y amigo John P. van Gigch la noción de que, cuando una comunidad científica decrece (él hablaba de congresos que inicialmente atraían a 5.000 participantes, después a 500, luego a 50 y terminarían en 5), podía tratarse no de un fracaso sino del éxito: de que las nuevas ideas ya estaban donde debían estar: en los campos de aplicación.

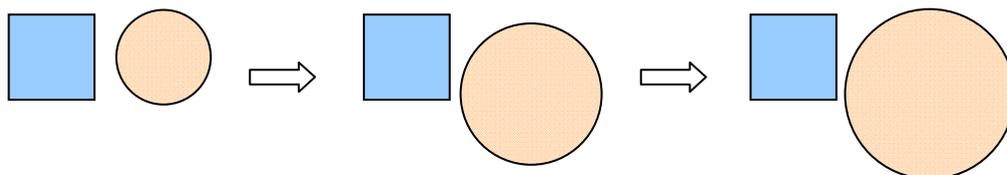
⁶ Se trata del clásico “M&A” (por sus siglas en inglés) que hoy en día constituye la principal fuente de ingresos de las grandes consultoras. Si bien hay alianzas de cooperación que no terminan en absorción, e incluso pueden ser una valiosa alternativa a la misma, un excelente desarrollo del tema es: Carlos A. R. Clero: *Estrategias de Alianzas*. 1999. Macchi. Buenos Aires

VI – PEQUEÑO ABSORBE A GRANDE



Este caso es una combinación de los ítems II y V más arriba: es la entidad que inicialmente era más pequeña la que termina absorbiendo la más grande.⁷ A veces este fenómeno está vinculado a un cambio de paradigma.

VII – LA FALSA COMPARACIÓN

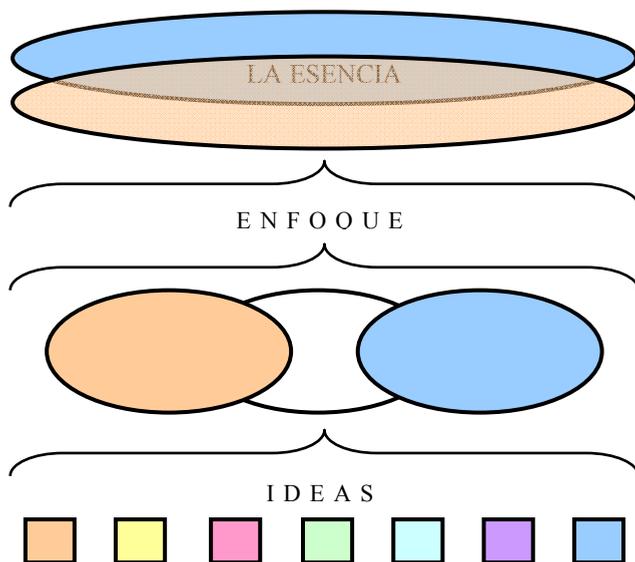


Uno de los más lúcidos estudios de Management Estratégico comete sin embargo un pecado: compara la Estrategia, en plena evolución, con una versión del Planeamiento congelada en el tiempo, como si éste no estuviera cambiando también.⁸

⁷ Este caso, que hasta hace poco era muy inusual, se ha vuelto más frecuente por el auge de los desarrollos tecnológicos, en especial los informáticos (IT), que hacen posible que una genial innovación tenga más peso (y pesos) que grandes instalaciones.

⁸ Lamentamos hacer este planteo crítico a quien es uno de nuestros más admirados maestros. Pero sucede que *Safari a la Estrategia* de Henry Mintzberg (con B. Ahlstrand y J. Lampel), 1998, Granica, Buenos Aires, es absolutamente relevante y al día, excepto el capítulo “La Escuela de Planificación” que muestra el planeamiento congelado en la década de los '60.

VIII – EL ENCUENTRO A NIVEL SUPERIOR



El enfoque de la Sistémica y el de la Complejidad comparten ideas o conceptos, aunque sus respectivas comunidades los han manejado de distinta manera. Sin embargo, tienen la oportunidad de conformar una red de interacción sobre la base de una esencia común.⁹

3. Nuestra hipótesis

Digamos ante todo que muchas relaciones entre dos sistemas comparten características de varios de estos ocho casos esquemáticos (y de numerosos otros casos aquí omitidos). Sin embargo, en general prima uno de ellos. En nuestro caso, postulamos que es el último, el número VIII.

Los “conceptos” o “ideas”, ilustradas en la base del gráfico, corresponden a los diversos principios, características, líneas internas, subsistemas o componentes que comparten ambos enfoques o sistemas de pensamiento que constituyen nuestro objeto de estudio aquí: el enfoque de sistemas y el enfoque de la complejidad.

Son como los ladrillos que pueden conformar una pared u otra. Solo que en este caso son “paredes cuánticas”: pueden integrar dos (o más) paredes al mismo tiempo. Es por ello que no pensamos en “paredes que

⁹ Al ser este caso el que postulamos como hipótesis a desarrollar en el resto de este trabajo, nos abstenemos de desarrollarlo aquí.

dividen” sino, por el contrario, en “paredes que construyen espacios comunes”.

Estos componentes, a diferencia de los ladrillos de verdad, no son “cosas” que están “ahí afuera”, sino que son “construcciones” (“*constructs*”) creados, diseñados, interpretados y/o utilizados por personas. Cuando estas personas (y sus instituciones) conforman núcleos de comunicación, de aprendizaje, de ocasionales investigaciones en común, las llamamos comunidades¹⁰.

Es el grupo de personas que suele ir a los mismos congresos, que suele estar abonado a las mismas revistas, que suele utilizar bibliografías similares. Todo ello sin desmedro de que haya, al interior de tales grupos, fuertes disensos y puntos de vista divergentes sobre asuntos de particular interés de algunos de sus integrantes, hasta el punto de generar a veces dentro del grupo diversos sub-grupos o corrientes secundarias dentro de la corriente principal.

Postulamos que en el tema que nos ocupa se han ido formando dos comunidades, que se desarrollaron en forma paralela (aunque con diferencias en el tiempo) y que han compartido aquellos conceptos (los mentados “ladrillos”) porque, al decir de Carlos François¹¹, “no siempre han encontrado las mismas respuestas, pero siempre han planteado las mismas preguntas”.

El grupo informal con identidad propia que llamamos Comunidad Sistémica¹² se generó en la década de los ’50, a impulso de la “Teoría General de Sistemas”¹³ de Ludwig von Bertalanffy, se desarrolló notablemente en América del Norte y en Europa Central, tiene numerosos subgrupos y corrientes (ver los próximos dos apartados) y cuenta hoy en día con un amplio núcleo “duro” (en el sentido de mayoría) con experiencia en el tiempo y un incipiente grupo joven que ha surgido mucho después y que está avanzando¹⁴.

El grupo informal con identidad propia que llamamos Comunidad de la Complejidad¹⁵ se generó en la década de los ’70 a impulso de los estudios y contactos de Edgar Morin en California, USA, y luego alrededor de su

¹⁰ Peter Senge popularizó el concepto “organizaciones de aprendizaje”, que influyó – en el ámbito educativo – en el desarrollo del concepto “comunidades de aprendizaje”

¹¹ Comunicación personal

¹² Ver las distintas variantes en el próximo apartado

¹³ La versión en inglés, General Systems Theory (GST) ha dejado dudas sobre qué es lo “general”: la teoría o los sistemas. Esto no sucede en castellano ni en el original alemán “Allgemeine Systemlehre (estudio o enseñanza general de los sistemas)

¹⁴ A nuestro juicio, la mejor historia del movimiento es *The Science of Síntesis – Exploring the Social Implications of General Systems Theory* (2003) de Debora Hammond (University Press of Colorado, Boulder)

¹⁵ Ver las distintas variantes en el próximo apartado

libro *El Método*¹⁶, se desarrolló notablemente en América Latina, no tiene – que sepamos – subgrupos o corrientes y cuenta hoy en día con un amplio núcleo “duro” (en el sentido de mayoría) de jóvenes entusiastas, junto con personas no tan jóvenes que se “contagian”¹⁷.

De las precedentes semblanzas (absolutamente personales y por supuesto subjetivas) surgen algunas diferencias, pero que en modo alguno significan necesariamente diferencias en principios, características, líneas internas, subsistemas o componentes, que habíamos llamado “conceptos”. Son diferencias en edad (una algo más joven, otra algo más antigua); en ámbito geográfico (una más desarrollada en Latinoamérica, otra más en Norteamérica y Europa); una más centralizada alrededor de un gran inspirador, otra más diversificada alrededor de múltiples inspiradores; y una edad promedio algo menor en una que la otra.

Ninguna de estas diferencias son absolutas: se trata siempre de matices. Por otra parte, ninguna de estas diferentes características es “buena” o “mala”. Cada una tiene ventajas y desventajas. Cuestión de aprovechar las oportunidades que brindan las ventajas y cuidarse de los posibles inconvenientes de las desventajas.

Nada impide, como afortunadamente ha venido sucediendo, que los investigadores de ambas comunidades se “presenten” en ese “almacén virtual de conceptos” que ellos mismos han creado, y “retiren” (utilicen, desarrollen, tomen en cuenta) las ideas, los conceptos (los “ladrillos”) de ese reservorio o “almacén común”.

Se ha ido conformando así un cuerpo doctrinario donde “pensar en la complejidad de los sistemas” y “pensar en la complejidad de los sistemas”, sin ser lo mismo pues están siendo desarrollados en comunidades diferentes, confluyan sin embargo en un campo común cuya fuente es una sola: la complejidad de los sistemas sociales. Como dijera Stafford Beer¹⁸: “en el metanivel, todo par de contradicciones son una sola cosa”.

4. Los conceptos comunes

¿Cuales son estos “conceptos” o “ideas” que integran nuestro “reservorio común compartido”? Tenemos tres respuestas:

¹⁶ Edgar Morin, 2006 (1977) *El Método*. Cátedra, Madrid

¹⁷ Esta semblanza, muy incompleta y perfectible, no incluye los numerosos estudios sobre Complejidad realizados en el seno de la comunidad sistémica. Reiteramos lo dicho en el Resumen inicial: invitamos que alguien del núcleo central de la Complejidad mejore y complete nuestra visión al respecto.

¹⁸ En el prólogo del libro de J. van Gigh (1987) *Decision Making about Decision Making –Metamodels and Metasystems*, Abacus, Cambridge

- a) Tomar las 3.807 entradas que consigna la *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics* (2004, 2ª edición, Saur, München) de nuestro maestro y mentor Charles François y considerar – como fue dicho en numerosas ocasiones en el seno de la comunidad sistémica – que contiene la gran mayoría – si no la totalidad – de los conceptos aquí aludidos.
- b) Hacer – para llevar la lista a un tamaño compatible con el del presente capítulo – una brevísima síntesis, utilizando material que hemos incluido en uno de nuestros libros¹⁹.
- c) Invitar al lector – sobre todo al experto en Complejidad, tal como he señalado en el Resumen más arriba – a hacer su propia lista, completando lo que sin duda ha de faltar por el lado de la Complejidad.

A continuación, la lista prometida bajo “b”, respecto de la cual cabe hacer estas precisiones:

a) para hacer la lista más manejable, no la ordenamos desde las ideas sino desde los autores más identificables con las mismas, indicando en cada caso su principal aporte (en la Bibliografía referenciamos solamente su libro más vinculado a tal aporte);

b) hubiéramos querido ser más ecuanimes, pero por las razones dadas más arriba primó en la selección nuestra actuación en la comunidad sistémica, lo cual no obsta para considerar tales ideas igualmente propias del enfoque de la complejidad;

c) la división en cinco categorías es al mero efecto de facilitar la lectura: tanto los nombres de los grupos como la asignación a cada uno son absolutamente subjetivos de este autor, sin pretensión de clasificación permanente.

d) finalmente, la lista misma tiene “presencias y ausencias” que son de nuestra exclusiva responsabilidad: producto más del conocimiento personal que de una exhaustiva indagación bibliográfica (para la cual hay abundante material en la revista *Systems Research and Behavioral Science*, Wiley, www.interscience.wiley.com). Pedimos disculpas por olvidos y omisiones.

A – Los “fundadores” (los 5 que crearon en 1954 la SGSR, hoy ISSS)

Von Bertalanffy, Ludwig: su Teoría General de Sistemas.

Miller, James Grier: su Teoría de Sistemas Vivientes.

Gerard, Ralph: su aporte desde la neurofisiología.

Rapoport, Anatol: su aporte desde la biología matemática.

Boulding, Kenneth: su aporte desde la economía (y el humor).

¹⁹ *Administración: Aprender y Actuar – Management sistémico para PYMEs*. 2009. Con 11 coautores. Granica. Buenos Aires. Cap. 4: El Enfoque de Sistemas

B – Los “clásicos” (los 15 que desarrollaron las ideas más básicas – selección nuestra)

- Ashby, W. Ross: su Ley de Variedad Requerida.
- Banathy, Bela H.: su aporte en diseño y educación.
- Bateson, Gregory: su concepto de ecología de la mente.
- Beer, Stafford: su Metodología de Sistemas Viables.
- Checkland, Peter B.: su Metodología de Sistemas Blandos.
- Churchman, C. West: su enfoque científico-ético.
- Forrester, Jay W.: su Dinámica de Sistemas.
- Laszlo, Edwin: su visión sistémica del mundo.
- Maruyama, Magoroh: sus “paisajes mentales”, y su “segunda cibernética”.
- Maturana, Humberto: su “autopoiesis” y clausura organizacional (con Francisco Varela).
- Morin, Edgar: su Teoría de la Complejidad.
- Prigogine Ilya: sus aportes en incertidumbre, bifurcación y sistemas disipativos.
- Rosen, Robert: sus sistemas anticipatorios.
- Van Gigch, John P.: sus sistemas aplicados y sus metasistemas.
- Von Foerster, Heinz: sus aportes matemáticos y su “cibernética de segundo orden”.

C. Los “actuales” (los 10 que siguen desarrollando estos conceptos)

- Espejo, Raúl (con R. Harnden): desarrolla las ideas de S. Beer.
- Flood Robert L.: analiza críticamente las ideas de P. Senge.
- François, Carlos: creador de la *Int'l. Encyclopedia of Systems and Cybernetics*.
- Hammond, Debora: escribió la historia de la SGSR - ISSS que usamos en (A).
- Pérez Ríos, José: desarrolla e informatiza los sistemas viables de S. Beer.
- Rodríguez Ulloa, Ricardo: su “dinámica de sistemas blandos” combina dos ramas.
- Schwaninger, Markus: desarrolla la cibernética organizacional.
- Senge, Peter: sigue influenciando generaciones con su “quinta disciplina”.
- Troncale, Len: desarrolla isomorfías como estructuras del saber.
- Vallée, Robert: desarrolla el concepto de “operador”.

D. Los “colaterales” (los 10 que enfocan el tema desde otros ángulos)

- Capra, Fritjof: logró captar el nuevo paradigma como gran escritor.

Gleick, James: logró explicar Caos en forma entendible.

Goldratt Eliyahu M.: describió en forma amena un modo sistémico de hacer negocios.

Grün, Ernesto: aplicó la sistémica al Derecho.

Koestler, Arthur: desarrolló temas de complejidad con gran originalidad.

Mandelbrot, Benoit: desarrolló el concepto y las implicancias de los fractales.

Morecroft, John: desarrolló modelos de estrategia desde la dinámica de sistemas.

Oshry, Barry: estudió lo que significa “verse” parte de un sistema.

Swanson, G. A.: estudió lo que significa la complejidad para la contabilidad.

Watzlawick, Paul: aportó el constructivismo para la percepción de la realidad.

E. Los “organizacionales” (que mayormente aplican estos planteos a organizaciones)

Ackoff, Russell L.: el gran pionero en la aplicación a administración y planeamiento.

Gharajedaghi, Jamshid: su socio y continuador, creador del “más ‘y’ que ‘o’”.

Herrscher, Enrique G.: escribió 5 libros sistémicos dialogados para alumnos.

Jackson, Michael C.: sistemas críticos y holismo para escuelas de negocios.

Vickers, Geoffrey: gran aplicador de la sistémica a la administración pública y privada.

5. Conclusión e implicancias

Nos centraremos en Latinoamérica y sus gravísimos problemas de desigualdad, exclusión y pobreza – tres expresiones de una raíz común – así como de violencia, intolerancia política y fragmentación de la sociedad – otras tres expresiones de raíz común, emparentadas con las otras tres – más, en ciertas regiones, la fatal combinación droga – terrorismo, acoplada y fogueada por las seis precedentes.

Ninguna duda cabe que la interacción de esos ocho aspectos, más todas las demás circunstancias sociales que en mayor o menor medida

aquejan a nuestros países, constituyen un entramado de problemas complejos absolutamente sistémico.

Por lo tanto, ningún esfuerzo será excesivo para poner los enfoques de la complejidad y de la sistémica al servicio de la solución de estos problemas, que a “nivel meta” son “un solo problema”. Un solo problema con muchas causas y diversas manifestaciones desde múltiples dimensiones, pero que a la hora de buscar denominadores comunes, nos hará ver la necesidad de modificar nuestra forma de pensar, de ampliar nuestra visión, de comprender la complejidad y la interrelación, de dialogar escuchando y respetando al “otro”, de considerar múltiples causas y múltiples consecuencias, de poner el bien común por encima de los intereses personales o sectoriales.

Si reconocemos esta problemática, que se manifiesta a nivel mundial, continental, nacional, local y personal, no debería ser difícil para sistémicos y estudiosos de la complejidad aunar sus esfuerzos en forma de red, o sea

1. conservando cada comunidad su “ADN”, su definición genética, su identidad;
2. abandonando todo planteo defensivo o de “ignorar” al otro;
3. trabajando en forma interconectada, informándose mutuamente sobre actividades, eventos, avances conceptuales y – eventualmente – investigaciones en común.

Esperamos, con estas líneas, haber contribuido en algo al logro de tales propósitos.

6. Bibliografía

- Ackoff, Russell L.: 2000. *Recreación de las Corporaciones. Un diseño organizacional para el siglo XXI*. San Rafael, México. Oxford University Press
- Ashby, W. Ross: 1960. *Design for a Brain*. Londres, UK. Chapman & Hall.
- Banathy, Bela H.: 1996. *Designing Social Systems in a Changing World*. Nueva York, USA. Plenum Press
- Bateson, Gregory y M. C. Bateson: 1987. *Angels Fear. Towards an Epistemology of the Sacred*. Nueva York, USA. Macmillan
- Beer, Stafford: 1979. *The Heart of the Enterprise*. Nueva York, USA. Wiley
- Boulding, Kenneth: 1953. *The Organizational Revolution: A Study in the Ethics of Economic Organization*. Nueva York, USA. Harper
- Capra, Fritjof: 1992. *El Punto Crucial. Ciencia, Sociedad y Cultura Naciente*. Buenos Aires, Argentina. Estaciones
- Checkland, Peter B.: 1981. *Systems Thinking, Systems Practice*. Nueva York, USA. Wiley
- Churchman, C. West: 1968. *The Systems Approach*. Nueva York, USA. Dell
- Espejo, Raúl y R. Harnden (ed.): 1989. *The Viable System Model. Interpretations of Stafford Beer's VSM*. Londres, UK. Wiley

- Flood Robert L.: 1999. *Rethinking the Fifth Discipline. Learning within the Unknowable*. Londres, UK. Routledge
- Forrester, Jay W.: 1973. *Principles of Systems*. Cambridge, USA. Wright Allen Press
- François, Charles: 2004. *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics*. 2ª edición. Munich, Alemania. K. G. Saur
- Gerard, Ralph: 1940. *Unresting Cells*. Nueva York, USA. Harper
- Gharajedaghi, Jamshid: 1999. *Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity. A Platform for Designing Business Architecture*. Boston, USA. Butterworth-Heinemann
- Gleick, James: 1987. *Chaos*. Nueva York, USA. Penguin
- Goldratt Eliyahu M.: 1992. *The Goal*. Great Barrington, USA. The North River Press
- Grün, Ernesto: 2004. *Una Visión Sistémica y Cibernética del Derecho en el mundo globalizado del siglo XXI*. Buenos Aires, Argentina. Dunken
- Hammond, Debora: 2003. *The Science of Synthesis. Exploring the Social Implications of General Systems Theory*. Boulder, USA. University Press of Colorado
- Herrscher, Enrique G. y otros: 2009. *Administración: Aprender y Actuar – Management sistémico para PYMEs*. Buenos Aires, Argentina. Granica
- Herrscher, Enrique G. 2008 (2003) *Pensamiento Sistémico – Caminar el cambio o cambiar el camino*. 4ª reimpresión. Buenos Aires, Argentina. Granica
- Jackson, Michael C.: 2003. *Systems Thinking. Creative Holism for Managers*. Chichester, UK. Wiley
- Koestler, Arthur: 1967. *The Ghost in the Machine*. Londres, UK. Hutchinson
- Laszlo, Erwin: 1972. *The Systems View of the World*. Nueva York, USA. Gordon & Breach
- Mandelbrot, Benoit: 1977. *Fractals, Forms, Chance and Dimension*. San Francisco, USA. Freeman
- Maruyama, Magoroh: 1992. *Context and Complexity. Cultivating Contextual Understanding*. Nueva York, USA. Springer
- Maturana, Humberto y F. Varela.:1984. *El Árbol del Conocimiento*. Santiago, Chile. Universidad de Santiago de Chile
- Miller, James Grier: 1978. *Living Systems*. Nueva York, USA. McGraw-Hill
- Morecroft, John D. W. y J. D. Sterman (ed.) 1994 *Modeling for Learning Organizations*. Portland, USA. Productivity Press
- Morin, Edgar: 1992. *Method: Toward a Study of Human Kind*. Nueva York, USA. Peter Lang
- Oshry, Barry: 1995. *Seeing Systems. Unlocking the Mysteries of rganizational Life*. San Francisco, USA. Berrett-Koehler
- Pérez Ríos, José: 2008. *Diseño y Diagnóstico de Organizaciones Viables. Un enfoque sistémico*. Valladolid, España. Iberffora 2000
- Prigogine Ilya y I. Stengers: 1984. *Order out of Chaos. Man's New Dialogue with Nature*. Nueva York, USA. Bantam
- Rapoport, Anatol: 1953. *Operational Philosophy*. Nueva Cork, USA. Harper
- Rodríguez Ulloa, Ricardo: 1994. *La Sistémica, los Sistemas Blandos y los Sistemas de Información*. Lima, Perú. Universidad del Pacífico
- Rosen, Robert: 1985. *Anticipatory Systems*. Oxford, UK. Pergamon
- Schwaninger, Markus: 2006. *Intelligent Organizations. Powerful Models for Systemic Management*. Berlin, Alemania. Springer
- Senge, Peter: 1990. *La Quinta Disciplina*. Buenos Aires, Argentina. Granica
- Swanson, G. A. y J. G. Miller: 1986. "Accounting Information Systems in the Framework of Living Systems Theory and Research" en *Systems Research* 3 (4), pag. 258-266
- Troncale, Len: 1982. *A General Survey of Systems Methodology*. (Ed.) Louisville KY, USA. Society for General Systems Research,
- Vallée, Robert: 1991. "Perception, Memorization and Multi-Dimensional Time" en *Kybernetes* 20 (6)
- Van Gigch, John P. 1987. *Decision Making about Decision Making: Metamodels and Metasystems*. Cambridge, USA. Abacus Press
- Van Gigch, John P.: 1985. *Teoría General de Sistemas aplicada*. México. Trillas
- Vickers, Geoffrey: 1983. *The Art of Judgement: a Study of Policy Making*. Londres, UK. Harper & Row

- Von Bertalanffy, Ludwig: 1968. *General Systems Theory; Foundations, Development, Applications*. Nueva York, USA. George Braziller
- Von Foerster, Heinz: 1981. *Observing Systems*. Seaside, CA, USA. Intersystems
- Watzlawick, Paul (ed.): 1989. *La realidad inventada. ¿Como sabemos lo que creemos saber?* Barcelona, España. Gedisa

CAPÍTULO IV

Los estudios de la complejidad en la nueva revolución del saber

Fidel Martínez Álvarez*

Introducción

Por fortuna ya hoy se reconoce cada vez más en el mundo académico, que en los años 60 se produjeron varios movimientos de reacción social y académica contra el neopositivismo, los cuales fueron gestados desde diferentes perspectivas epistemológicas y con un marcado carácter interdisciplinario, protagonizado por los avances extraordinarios en todas las áreas de conocimientos. De hecho, esos movimientos de integración del saber emergieron no solo desde las ciencias sociales y las humanidades, sino también desde las ciencias naturales y las matemáticas.

Los cambios radicales generados han permitido ir saliendo de una profunda y larga crisis científica e intelectual de casi medio siglo. A esta eclosión epistemológica se le ha dado en llamar: nueva Revolución del Saber. Este viraje se ha caracterizado por una sustancial modificación de nuestros patrones culturales y mentales respecto al conocimiento en general, así como a la ciencia y la tecnología, en particular.

Los indiscutibles éxitos teóricos y prácticos de la integración de diversas formas del saber, están conformando un nuevo Modelo Cultural, del cual son legítimos protagonistas los Estudios CTS, el Holismo ambiental, la Bioética, las nuevas Epistemologías hermenéutica y

* Máster, Profesor Auxiliar e Investigador Adjunto del Centro de Medicina y Complejidad de la Universidad de las Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” de Camagüey, Cuba, fidelmtnez@infomed.sld.cu

constructivista y los Estudios de la Complejidad, entre otros paradigmas emergentes de la nueva Revolución del Saber

Precisamente, los Estudios de la Complejidad están desarrollando toda una flexible y creadora epistemología que está en permanente construcción conceptual y creciente aplicación mediante nuevas y fecundas metodologías y tecnologías de punta, las cuales irrumpen con su valor práctico en todos los ámbitos de la realidad social.

De hecho, la integradora perspectiva no solo está consolidando los fundamentos para someter a crítica la Concepción heredada o tradicional del conocimiento, sino que, con su creciente hibridación epistemológica y realizaciones prácticas, está desplazando la integración del saber desde la multi, hacia la inter y la transdisciplina,¹ como efectiva y sostenible vía para la solución de los más diversos y complejos problemas sociales de hoy. Sin embargo, para comprender esos avances en la integración del conocimiento, se debe reconocer que, “en la última década, ha aparecido un “movimiento” intelectual y académico denominado “transdisciplinariedad”, el cual desea ir “más allá” (trans), no sólo de la unidisciplinariedad, sino también, de la multidisciplinariedad y de la interdisciplinariedad” (Martínez Miguélez, 2009:13)

En honor a la verdad, los estudios sobre la integración del saber con sus diferentes prefijos asociados al término disciplina (multi, poli, meta, inter y trans) ya se han estado realizando, con mayor o menor fuerza, desde la década de los años setenta; incluso antes, pues Geoffrey Chew en la década del sesenta anticipó que "la ciencia del futuro podrá consistir en un mosaico de teorías y modelos entrelazados al estilo «bootstrap»" (Chew, 1968)

Pero, afortunadamente, hoy estos estudios han reverdecido laureles y se reconoce que la Transdisciplinariedad es el nivel superior, más complejo y eficiente de interacción y auto-organización de varias disciplinas, con alto grado de cooperación en rizoma (red no jerárquica, sino distribuida), coordinación en base a objetivos comunes participativamente elaborados, en

¹ La diferencia entre *multi*, *inter* y *transdisciplina*, se resumen en que son niveles diferentes de integración del saber (Piaget, Jean, 1978) La *multidisciplina* es la forma más simple de interacción entre dos o más disciplinas, que cooperan para complementar el estudio del objeto sin realizar cambios en sus referentes epistemológico y metodológico propios. Mientras que la *interdisciplina* supone un nivel más complejo de integración, en el que se definen objetivos comunes pero sin abandonar sus paradigmas cognitivos. Aunque en este nivel se pueden crear híbridos interdisciplinarios, tales como: Biofísica, Bioquímica, Cibernética, etc., no se logra construir un lenguaje híbrido, ni una epistemología nueva. Además, no obstante a que se elaboran mejores métodos, técnicas y procedimientos mixtos, todavía no alcanzan un impacto holístico y sustentable en la solución de los problemas. Por otro lado, los *Estudios de la Complejidad* están contribuyendo al desarrollo de esa fase superior de la integración que se denomina *Transdisciplina*, que supone, a diferencia de las dos formas anteriores, la creación de *nuevas, híbridas y flexibles epistemologías y metodologías* más efectivas para buscar soluciones duraderas y sostenibles de los problemas complejos (Martínez, 2008), (Martínez, 2009), (Martínez, 2010).

el cual se logra construir un lenguaje común híbrido y una epistemología nueva, que establece una visión estratégica transversal común (atravesada todas las disciplinas) como base de un proyecto de transformación consciente y creativo con metodologías más flexibles y viables, con alto nivel de solución sostenible y duradera de problemas complejos concretos.

Así pues, hay autores que enfatizan la idea de que se precisa realizar cambios radicales en el orden epistémico, de transgresión mental de las fronteras disciplinares, pues “lo que necesitamos no son grupos interdisciplinarios, sino conceptos transdisciplinarios, o sea conceptos que sirvan para unificar el conocimiento por ser aplicables en áreas que superan las trincheras que tradicionalmente delimitan las fronteras académicas” (Francois, 2009: 4), (Checkland, 1981)

A su vez, ya se reconoce que el enfoque o “espíritu transdisciplinario es reciente y más difícil de alcanzar que el multidisciplinario y el interdisciplinario. Va más allá de las disciplinas, sin atentar contra el desarrollo de cada una de ellas, persigue la multiplicidad de perspectivas y una completa integración de la teoría y la práctica. Aspira a crear un marco epistémico amplio que integre postulados y principios básicos, perspectivas o enfoques, procesos metodológicos, instrumentos conceptuales, etc.” (Varona, 2008:37)².

En síntesis, la Transdisciplinariedad es esa fase de integración del saber que supera la multi y interdisciplina, pues pretende construir una nueva epistemología, que sea fruto de la hibridación de los lenguajes y métodos de las disciplinas, que participan con un alto nivel de colaboración y protagonismo distribuido, fomentado por un liderazgo natural nacido de la base y con propuestas de soluciones sostenibles y duraderas para los complejos problemas que demandan ese tipo superior de integración y auto-organización del saber.

En fin, es un inédito proceso y espacio de comunicación, de creación epistemológica y metodológica entre las más disímiles áreas de conocimiento. Por tanto, “la comunicación transdisciplinaria emerge del proceso mismo, siempre y cuando, esté mediada por una didáctica crítica, descentrada, y fundada en la complejidad” (Pupo, 2007), tomado de (Herrera, 2008:130).

Aunque todavía no se puede hablar de una Epistemología de la Transdisciplinariedad,³ existe ya la suficiente masa crítica de conocimientos

² Ideas similares se pueden encontrar en otros autores. Por ejemplo, *Basarab Nicolescu* estima que: “... los tres pilares de la transdisciplinariedad -los niveles de Realidad, la lógica del tercero incluido y la complejidad-determinan la metodología de la investigación transdisciplinaria” (Nicolescu, 1999:4)

³ El autor ha presentado ponencias y artículos sobre esta temática, en colaboración con sus colegas del Centro de Medicina y Complejidad (Martínez, 2008), (Martínez, 2009), (Martínez, 2010).

para acometer la complicada, pero necesaria tarea de sistematización de sus fundamentos, que permitan acelerar el proceso de integración del saber. Precisamente, en los Estudios de la Complejidad, es donde se están realizando los esfuerzos más claros y fructíferos de integración transdisciplinaria, tanto en los órdenes epistemológico y metodológico, como en el plano de las realizaciones prácticas.

En consecuencia, entre los objetivos centrales del presente trabajo se exponen algunos argumentos históricos y epistemológicos que revelan el surgimiento, en la prodigiosa década del sesenta, de la fundacional Teoría del Caos de Edward Lorenz, que permitió comprender un conjunto de teorías y enfoques de carácter interdisciplinario que fueron enriqueciendo la visión del hombre sobre la naturaleza no-lineal y compleja de la realidad, desmitificando así el ideal de la racionalidad científica clásica, que impedía ver la riqueza de la estructura y dinámica de los sistemas complejos, así como las nuevas vías para la solución de los problemas de este tipo.

Además, aquí se trata de fundamentar el vínculo de las ideas de Lorenz con otras conquistas científicas, tales como: la Teoría General de Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy, los estudios de Ilya Prigogine sobre las estructuras disipativas, la Topología de Stephen Smale, la Teoría de las Catástrofes de René Thom y la Geometría Fractal de Benoit Mandelbrot, entre otras contribuciones.

A su vez, en el texto se sistematiza y muestra el valor de decenas de ideas y conceptos fundamentales de los Estudios de la Complejidad para la construcción de su nueva epistemología transdisciplinaria, que puede contribuir a la comprensión y solución endógena de diversos problemas en todas las esferas de la actividad humana en las condiciones históricas peculiares de las sociedades latinoamericanas de hoy.

2. Desarrollo

El impacto que ya está ejerciendo los Estudios de la Complejidad ha obligado al replanteo de la relación Filosofía – Ciencia, pues el análisis de los fenómenos no lineales y caóticos primero y la aparición, luego, de sus correspondientes enfoques y teorías, han generado reales anomalías en las concepciones filosóficas modernas. Se está produciendo un proceso de transgresiones disciplinares crecientes que ocasionan colisiones, conflictos, reacomodos y hasta abandonos epistemológicos, reflejo de las “crisis paradigmáticas”, que hoy tienen lugar en todos los saberes y formas de la cultura.

Así pues, “las ideas de la complejidad son el resultado de elaboraciones científicas en diversos campos de la investigación —biología, física, geometría, lógica, matemáticas, meteorología, neurociencias, química, sociología, etc. Como productos científicos genuinos, las nuevas teorías científicas no han de rendir cuentas filosóficas a nadie. Por el contrario,... esas ideas representan elaboraciones científicas específicas que tienen además una pretensión transdisciplinar y generalizadora -que nadie pone en duda-” (Delgado, 2002a:3)

Ya en la literatura aparecen claras referencias a la necesidad de distinguir tres dimensiones o perspectivas en la comprensión de los Estudios de la Complejidad, en lo cual han enfatizado varios autores, es decir, se suelen expresar como:

1. **Ciencia** (Edward Lorenz, Stephen Smale, René Thom, Lofti Zadeh, Benoit Mandelbrot, Humberto Maturana, Francisco Varela, S.A. Kauffman, Ilya Prigogine, P. Bak, Ch. Langton y otros) Desde la década de los años sesenta, en física, química, biología y matemáticas.
2. **Cosmovisión** (Teoría General de Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) y Escuela de Palo Alto, USA, Gregory Bateson (1904-1980) (Bateson, 1972/1993) Como enfoque integrador sistémico-holístico y estudios sobre la auto-organización.
3. **Método** (Pensamiento complejo de Edgar Morin) (Morin, 1994) Desde la Antropología y la Hermenéutica. (Maldonado, 1999:12-13)

Específicamente, aquí se hará énfasis en la sistematización histórica de los antecedentes y los fundamentos epistemológicos de los Estudios de la Complejidad sin la intención de distinguir ninguna de estas perspectivas, sino más bien revelando lo común entre ellas. De hecho, el análisis histórico se limitará, más que todo por razones de espacio, al siglo XX aunque se sabe que en verdad sus más profundas premisas se pueden encontrar en la obra innovadora de integración de saberes realizada por varios filósofos, científicos e investigadores sociales desde la Antigüedad⁴.

Ante todo, se precisa reconocer un interesante y paradójico fenómeno: en paralelo con el positivismo de finales del siglo XIX y durante el predominio del neopositivismo en toda la primera mitad del siglo XX, así como de manera casi clandestina o con pobre reconocimiento social, se

⁴ Se puede afirmar que la Nueva Revolución del Saber en general y los Estudios de la Complejidad en particular tienen antecedentes y fuentes teóricas en los más diversos ámbitos y áreas del conocimiento: culturas orientales, filosofía, teorías sociales y humanidades, física, matemáticas, química, biología, teorías económicas y de dirección organizacional, literatura, arte, estrategia militar, entre otras.

fueron creando las premisas teóricas de la actual emergente epistemología de los Estudios de la Complejidad. Por tanto, para comprender este colosal y revolucionario movimiento de integración del conocimiento no se pueden olvidar los antecedentes de los estudios científicos sobre los fenómenos no lineales en el siglo XX, contenidas en la obra de varios investigadores y pensadores, quienes desde diferentes disciplinas y contextos históricos, criticaron y enriquecieron las ideas más avanzadas de su tiempo.

A pesar de las valiosas contribuciones desde finales del siglo XIX y durante toda la primera mitad del siglo XX, de las cuales surgieron varios enfoques y teorías, no fue hasta inicios de la prodigiosa década del 60 que se reconoce el nacimiento de una nueva ciencia.

2.1. La Teoría del Caos⁵

El principal protagonista de este acontecimiento fue el matemático y meteorólogo estadounidense Edward Norton Lorenz (1917-2008), quien mientras trabajaba en el pronóstico del estado del tiempo, mediante un modelo matemático con tres ecuaciones no lineales en una computadora, observó que la evolución del sistema, para dos condiciones iniciales muy cercanas, llegaba a estados completamente diferentes en un tiempo posterior, es decir, la evolución del sistema tenía alta sensibilidad a las condiciones iniciales.

Antes y durante toda esa década, varios científicos hicieron descubrimientos muy similares a los de Lorenz. Muchos comenzaron a revelar o reinterpretar un conjunto creciente de propiedades complejas comunes en los más disímiles fenómenos de la realidad. Sin embargo, el verdadero iniciador fue Lorenz, porque sus ideas, demostradas con un experimento bien convincente, fueron las que marcaron el comienzo del viraje contra el paradigma científico reduccionista en un campo científico-particular bien concreto.

En esencia, el cambio de paradigma se inicia cuando las nuevas concepciones enfatizan la idea de que: “La ciencia clásica privilegia el orden y la estabilidad, mientras que en todos los niveles de observación hoy reconocemos el papel primordial de las fluctuaciones y la inestabilidad” (Prigogine, 1997:10).

⁵ En muchas publicaciones populares difundidas en Internet todavía no se tiene una comprensión clara de la Teoría del Caos y sus desarrollos posteriores. De aquí la urgencia de estudios de sistematización de esta naturaleza. Por ejemplo, en la mundialmente famosa Enciclopedia Encarta no aparece ni siquiera el reconocimiento a Edward Lorenz como su creador.

Desde un nuevo enfoque Lorenz considera el Caos como "... aquel comportamiento dinámico aperiódico (es decir, oscilaciones irregulares, que no se repiten nunca, de período infinito) que aparece bajo condiciones totalmente deterministas y que presenta gran sensibilidad a las condiciones iniciales" (Salazar, 1997: 33)

Este fenómeno, predicho por Henri Poincaré (1854-1912) en el cambio de siglo del XIX al XX y confirmado experimentalmente por Lorenz en la década del 60, se ha conocido metafóricamente como 'Efecto mariposa'. Esto se debe a dos razones: una es porque la figura geométrica representada en un papel (Atractor de Lorenz) que emergió como resultado de las dos trayectorias diferentes y caóticas del sistema complejo, adopta una apariencia similar a las alas de una mariposa; mientras que la otra razón obedece a que la alta sensibilidad a las variaciones en las condiciones iniciales en la evolución del sistema lo llevan a un comportamiento impredecible a largo plazo, lo cual le permite al sistema establecer conexiones con los más variados y distantes fenómenos. De manera que esta metáfora está enfatizando la idea filosófica o principio dialéctico de la concatenación universal (Heráclito y Hegel), es decir, la interrelación (vínculos, nexos, conexión) directa o indirecta que establecen todos los fenómenos de la realidad. En la literatura esta metáfora se ha formulado de diferentes maneras, pero en esencia significa algo así como que: "El simple aleteo de una mariposa en Norteamérica puede provocar una tempestad en Japón".

Por primera vez Lorenz mostró sus resultados en 1963 en el artículo titulado: Flujo determinista no periódico, publicado en la revista sobre meteorología *Journal of Atmospheric Science* no muy popular en esa época (Lorenz, Edward, 1963). Este hecho, provocó que el artículo estuviera prácticamente invisible para los científicos durante toda aquella década. Afortunadamente, casi una década después, en 1972 James A. Yorke recibió de un amigo el trabajo de Lorenz y, luego de discutirlo varias veces con Robert McCredie May y otros colegas, lo reinterpretó y divulgó en su artículo *Period three Implies Chaos*, publicado en 1975 (Gleick, 1988:30)

Todo el esfuerzo de difusión de las ideas de Lorenz, realizadas por Yorke y sus colegas permitió demostrar, mediante otros ejemplos en la naturaleza,⁶ algunas características que diferenciaban al sistema caótico

⁶ Los fenómenos complejos son muy comunes en la realidad, por lo que se manifiestan de disímiles formas, tales como: "... incendios forestales, explosiones volcánicas, avalanchas, terremotos, crisis bursátiles, el ascenso y colapso de poblaciones animales, guerras, revoluciones y hasta la aparición de nuevas escuelas de arte, y cambios de modo – todos están regidos por las mismas leyes ("power law" – ley de potencia) y que esto se puede expresar matemáticamente" (Woods; Grant, 2005:18).

estudiado por Lorenz del resto de los sistemas que habitualmente se conocían:

1. El sistema es oscilatorio, aperiódico y su dinámica es inestable.
2. Posee alta sensibilidad a las condiciones iniciales, por lo que el sistema tiene un comportamiento errático o caótico que lo hace impredecible a largo plazo.
3. Es no-lineal, pues los efectos generan lazos de retroalimentación que afectan también a sus premisas causales.
4. Sin embargo, el caos es determinista, pues regularmente está constituido por un conjunto finito de variables.
5. El sistema caótico es una mezcla sutil de orden y desorden, que se revela en la invarianza escalar que presenta el *atractor extraño* en el *espacio de fase*, donde se evidencian *patrones de ordenamiento*.
6. Por ello, el sistema es más predecible a corto que a mediano plazo.

Por tanto, el mérito de Lorenz y sus continuadores radica en que, con el descubrimiento de estas propiedades, se modifica radicalmente la concepción tradicional que se tenía del caos y sus conceptos concomitantes. De hecho, desde varias décadas antes, se había demostrado con ejemplos prácticos el carácter no-lineal del comportamiento de algunos sistemas, especialmente en la dinámica de los fluidos. Un caso muy ilustrativo es la famosa Ecuación de Navier-Stokes, la cual alude a la "... velocidad, presión, densidad y viscosidad, pero es no-lineal. Por ello, resulta a menudo imposible precisar la índole de esas relaciones... es como recorrer un laberinto cuyas paredes cambien de posición a medida que se avanza" (Gleick, 1988: 32)

Luego, en las décadas de los años setentas y ochentas, Lorenz y sus seguidores desarrollaron estudios en diferentes procesos físicos y químicos para confirmar los fundamentos de la Teoría del Caos, lo cual se demostró en experimentos sobre la convección térmica en fluidos. Otro irrefutable descubrimiento de no linealidad fue revelado con la rueda de agua o Noria de Lorenz, conocido sistema que revela un sorprendente comportamiento complejo en tan sencillo y antiquísimo artefacto mecánico (Gleick, 1988: 35).

Así también en los sistemas dinámicos abiertos que son predominantes en la realidad se manifiestan comportamientos oscilatorios, caóticos, inestables, no-lineales, retroactivos, etc., pues en sus relaciones con el entorno reciben perturbaciones e interactúan de las más variadas formas e intensidades con otros sistemas dinámicos, lo cual a su vez genera amortiguadoras o amplificadoras fluctuaciones en sus procesos internos. Sin

embargo, el estudio de estas prolíferas formas de comportamiento parte de un principio central, caracterizado por Lorenz, el cual postula que “en el caos existen patrones de orden”, de manera que para comprenderlo, ante todo, se debe revelar las interioridades de la dinámica compleja en su comportamiento.

En verdad, la Teoría del Caos constituye el fundamento, pero es solo un punto de partida dentro de las decenas de teorías y enfoques que han constituido los antecedentes y precursores de la Revolución Contemporánea del Saber. Por tanto, para ilustrar la evolución de esta concepción no-lineal de la realidad se caracterizarán las ideas de otros investigadores que identificaron nuevas propiedades del comportamiento complejo en disímiles fenómenos de la realidad. Esta pesquisa histórica constituye hoy una premisa esencial para la sistematización de los fundamentos epistemológicos de los Estudios de la Complejidad.

2.2. Las Teorías de Sistemas

Hoy ya algunos autores en la cultura occidental reconocen al científico ruso Alexander Bogdanov (1873-1928), como un indiscutible precursor de las ideas sistémicas, varios años antes que el biólogo austriaco Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) No obstante, el mérito de Bertalanffy no languidece ni mucho menos, pues hizo aportes muy significativos que no estaban recogidos en la obra del genio ruso.

Aunque Bertalanffy comienza a elaborar desde los años treinta su Teoría General de Sistemas, en verdad, no fue hasta tres décadas después que ella logra el merecido reconocimiento en la academia científica. Como se sabe, para el desarrollo de sus ideas Bertalanffy conserva y enriquece la noción de Sistema,⁷ heredada de los pensadores griegos, en especial de Aristóteles, quien enfatizaba que sistema: significa cosas reunidas e interrelacionadas en un determinado contexto (Aristóteles, 2005:127).

La visión holística de Aristóteles le permitió comprender la realidad a través de un concepto clave, enfatizado muchos siglos después por Hegel, es decir la mediación: ese “tercero” u “otro”, entendido como el conjunto infinito de nexos que establecen los fenómenos en su entorno. Precisamente, el hecho de percatarse de la importancia capital del entorno o contexto,

⁷ **Sistema:** es una entidad relativamente autónoma que, como conjunto de elementos interrelacionados entre sí, deviene en algo más que la simple suma de las partes gracias a la emergencia de propiedades cualitativamente nuevas, que garantizan su identidad, estructura, funcionamiento, sinergia y robustez adaptativa, mediante el equilibrio dinámico con respecto a las micro, medio y macro escalas del entorno (contexto de sistemas y subsistemas) en los que está anidado y con los cuales intercambia sustancia, energía, información y sentido, como premisas para su auto-organización y sostenibilidad.

donde se enriquecen de manera infinita las cosas, fue lo que condujo a Aristóteles a formular la famosa idea simiente del actual enfoque sistémico: el todo es más que la suma de sus partes.

Esta genial idea fue aprovechada muy bien por Bertalanffy para demostrar que en la realidad priman los sistemas abiertos. Por tanto, todo organismo vivo constituye un sistema inmerso en el entorno, de manera que intercambia sustancia y energía (luego otros autores incorporaron: información y sentido) con el entorno, que se expresa como importación y exportación, así como constitución y degradación de sus componentes. Esta visión llevó a Bertalanffy a afirmar, a diferencia de los sistemas cerrados, que "... los sistemas abiertos se mantienen lejos del equilibrio en este estado «estable» caracterizado por un continuo flujo y cambio. Bertalanffy acuñó el término alemán *fliessgleichgewicht* («equilibrio fluyente») para describir este estado de equilibrio dinámico" (Capra, Fritjof, 1996:39).

Además, según él se deben estudiar "... tanto las relaciones internas entre las partes del sistema (tamaño relativo, orden, jerarquía, centralización, etc.) como las relaciones intersistemáticas (lo que privilegia la idea de «sistema abierto») con el medio ambiente y los sistemas externos homólogos, isomorfos o heteromorfos que le rodean" (Hidalgo, 1998: Unidad 6:2-3.), (García, 1995:198-199).

Para este genio en los sistemas abiertos la entropía puede decrecer y la Segunda ley de la Termodinámica puede no funcionar. Por ello, consideraba que la ciencia clásica debería ser complementada por una nueva termodinámica de sistemas abiertos, pero para los años cuarenta "... las técnicas matemáticas necesarias para semejante expansión de la termodinámica no estaban a disposición de Bertalanffy..., sin embargo, identificó correctamente las características del estado estable con las del proceso del metabolismo, lo que le llevó a postular la autorregulación como otra propiedad clave de los sistemas abiertos" (Capra, 1996:39).

En esencia, las ideas de Bertalanffy fueron anticipadoras, pues se necesitó esperar varias décadas por los avances de la ciencia en el área de la Termodinámica para que se pudiera desarrollar esta revolucionaria concepción. Al revelarse la naturaleza compleja de los sistemas, su jerarquización con arreglo a sus partes constitutivas y su multifuncionalidad, todo lo cual conduce a la comprensión de la necesidad de abordar el estudio de los sistemas desde diferentes disciplinas científicas, se ha ido conformando un enfoque o pensamiento sistémico, del cual ya se tiene cierta sistematización, algo que permite comprender su valor metodológico para el desarrollo de las investigaciones inter y transdisciplinarias (García, 1995:6).

Hoy los seguidores de Bertalanffy han demostrado la importancia de la TGS para el desarrollo de los estudios de los sistemas dinámicos complejos, dentro de los cuales los estudios de las organizaciones sociales han tenido en las últimas décadas un impulso extraordinario. La influencia creciente de la obra Bertalanffy alcanza a casi todas las culturas y sus ideas y lenguaje ha estado subyacente en todos los nuevos híbridos interdisciplinarios.

Precisamente, bajo la influencia de Bertalanffy y otros investigadores, a finales de los años 60 fue que aparecieron los aportes del Premio Nobel de Química Ilya Prigogine (1917-2003), ruso nacionalizado belga, quien genialmente desarrolló los fundamentos teóricos y la confirmación práctica del comportamiento de las estructuras dinámicas disipativas. Sus trabajos permitieron explicar los mecanismos del advenimiento del orden a partir del caos y de la ruptura de simetría en la dinámica de los sistemas complejos. Pero, paradójicamente, "... la física de sistemas disipativos se desarrolla de forma independiente durante los años 60-70, tras la crisis de la cibernética (Dupuy, 1993: 56-8). El concepto de «auto-organización» es aquí retomado por Prigogine para postular la creatividad inmanente de lo físico en condiciones de inestabilidad alejadas del equilibrio termodinámico (Escohotado, 2000: 78ss)" (Sanz, 2002:1).

Los aportes de Prigogine están en la misma línea de Bertalanffy, pues sus ideas contribuyen también a los fundamentos teóricos de los estudios sobre la auto-organización,⁸ pues, definiendo los sistemas abiertos los clasifica en tres regímenes: 1) en equilibrio, 2) cercano al equilibrio, 3) lejos del equilibrio termodinámico. Este último estado de los sistemas complejos es muy común en la realidad, especialmente, en la vida y la sociedad, por lo que sugiere su caracterización detallada.

Cuando el sistema está alejado del equilibrio, este recibe aportes de energía y sustancia que lo mantiene en condiciones lejanas al equilibrio termodinámico. Aparecen así, espontáneamente, nuevas estructuras y tipos de organización que se denominan 'estructuras disipativas', porque se establece un nuevo orden molecular que corresponde a una fluctuación tan grande, que necesita ser estabilizada por intercambios de energía con el mundo externo. De hecho, las estructuras disipativas pueden tener un

⁸ Auto-poiesis: se refiere a los procesos de auto-reproducción, auto-referencialidad, autonomía y sostenibilidad de los sistemas complejos, ubicándolo como uno de los conceptos centrales dentro de las reflexiones sobre la auto-organización. Entre sus propiedades se destacan: la auto-reproducción estructural y funcional del sistema, su autonomía para enfatizar su identidad e influencia sobre el entorno, su auto-referencialidad para desarrollar auto-generación, auto-corrección y perfeccionamiento adaptativo, entre otras. Para conocer más sobre este concepto ver: Maturana, Varela, 1975, 1980, 1984, 1990, 1994, 1995, 1996, 1997a,b,c, Luhmann, 1982, 1991, 1992, 1993, 1995a, b, 1996a, b, 1998a, b, 1999a, b, c, d, e, f, g, Ulrich, Probst, 1984, Morgan, 1986, Mingers, 1994, Von Krogh, 1995, Arnold, Robles, 1997, 1998a, b, 2000a, b, Gibert, Correa, 2001, Andrade, 2002:14-15, entre otros.

comportamiento coherente que implique la cooperación de un gran número de unidades dentro del sistema y permite con ello su reorganización.

Precisamente, esta formulación de una nueva termodinámica de sistemas abiertos y en especial, la demostración de la auto-organización como una propiedad universal de la naturaleza "... fue el gran logro de Ilya Prigogine quien usó unas nuevas matemáticas para reevaluar la segunda ley, repensando radicalmente los conceptos científicos tradicionales de orden y desorden, lo que permitió resolver sin ambigüedades la contradicción entre dos visiones de la evolución del siglo XIX" (Capra, 1996:39).

Aunque hay quienes minimizan y quienes exageran el valor de la obra de Prigogine, es incuestionable que: "... la traslación metafórica de los conceptos de Prigogine y sus colaboradores a otros ámbitos de la reflexión y, en particular al ámbito social, no son extraños a sus mismas postulaciones. En "La nueva alianza" vemos una y otra vez un desplazamiento de la reflexión de Prigogine y Stengers de un ámbito de reflexión meramente científico a otras formas de reflexión filosóficas, sociales y políticas" (Mier, 1998:63-78).

Concretamente, la confirmación empírica del comportamiento complejo de los fenómenos y una rica caracterización de sus conceptos fundamentales se puede revelar con claridad en la interpretación física del Experimento de H. Bénard, pues en el proceso de la convención térmica en los líquidos se revelan fenómenos tales como: comportamientos simple y complejo, perturbación, ruptura de simetría, orden y coherencia del sistema, los cuales se producen por la emergencia de propiedades de correlaciones globales entre partes distantes en el sistema (las celdas y sus movimientos de rotación) denominadas estructuras disipativas.

Se descubre también un doble fenómeno del comportamiento complejo, por un lado se puede predecir (determinismo causal) el devenir de la estructura disipativa (celda), pero, por el otro, el tipo de giro o rotación de ellas (a la izquierda o la derecha) es impredecible (no-determinista, azar) De manera que la perturbación inicial es la que define el tipo de sentido en la rotación. En consecuencia, la relación entre el determinismo (orden) y el azar (desorden) en estos fenómenos físico-químicos revela un peculiar símil con los fenómenos biológicos expresados en la relación mutación-selección natural desde Charles Darwin.

Para comprender mejor el alcance gnoseológico del experimento de las celdas de Bénard, se puede tomar como guía las reflexiones de Prigogine y Nicolis sobre un símil (o adecuación) realizado en el campo de las reacciones químicas. Ellos realizan una descripción detallada del comportamiento complejo de las reacciones catalíticas de Belousov-

Zhabotinski. En esencia, utilizan varios conceptos claves tales como: autocatálisis, autoreproducción, irreversibilidad, reproducibilidad, impredecibilidad, biestabilidad, etc., enfatizando que "... la autorreproducción que es una de las propiedades características de la vida, es esencialmente el resultado de un ciclo de autocatálisis" (Prigogine, Nicolis, 1994:16).

Se puede extraer de estos experimentos una conclusión epistemológica muy valiosa: "Es sorprendente ver cómo los conceptos más profundos aparecen de forma completamente natural en la dinámica interna de un sistema físico-químico modesto y con un aspecto corriente" (Prigogine, Nicolis, 1994a:21).

En fin, estos autores muestran como se combinan en estas reacciones orden y desorden, expresados en el fenómeno de reloj químico. Como en el experimento de Bénard las reacciones de tipo Belousov-Zhabotinski, en condiciones alejadas del equilibrio, producen rupturas de simetrías, establecen correlaciones de gran alcance y generan nuevas propiedades emergentes. Precisamente, la emergencia de nuevas propiedades, tanto de la estructura como de la dinámica del propio sistema, son las que lo autoorganizan, de manera que las nuevas estructuras disipativas a nivel global (patrones como: celdas, estructuras de diana, frentes espirales, formación de dentritas, etc.), son la garantía para que el sistema logre la auto-organización y eleve su robustez adaptativa en el entorno y que pueda así modificarlo.

En consecuencia, se constata la universalidad, tanto de las regularidades de los fenómenos complejos, expresadas en los conceptos que se utilizan en el experimento, como de la tesis central de los Estudios de la Complejidad que demuestra la existencia de cierto orden en el comportamiento caótico de los sistemas complejos. A su vez, también confirma la singularidad o carácter irrepetible de cada sistema complejo. Estos dos principios básicos tienen significados gnoseológico y metodológico extraordinarios especialmente en el ámbito de los estudios sobre la auto-organización y la auto-poiesis⁹ (Gibert Galassi, Jorge, Correa, Beatriz, 2001), proceso y propiedad inherentes a los seres vivos y a la sociedad humana, aunque como se ha visto aquí la auto-organización es

⁹ La confirmación de esta tesis, de que la auto-organización es una propiedad del universo y no solo de la vida, está en los estudios de Hermann Haken sobre el láser, quien reveló que en la emisión coordinada del haz del láser se "... origina la aparición espontánea de coherencia y orden, es un proceso de autoorganización y que es necesaria una teoría no-lineal para describirlo adecuadamente. «En aquellos días mantuve muchas discusiones con varios teóricos norteamericanos», recuerda Haken, "... que estaban también trabajando en láseres pero con una teoría lineal y no se daban cuenta de que algo cualitativamente nuevo estaba ocurriendo" (Palack, 1991:111, citado por (Capra, 1996:64), (Haken, 1983).

inherente a toda la realidad, pues los sistemas físicos y químicos también se auto-organizan.

Las ideas de la auto-organización en los sistemas vivos se fueron vislumbrando desde las contribuciones de los organicistas del siglo XIX, pero tuvieron un mayor impulso con el establecimiento del enfoque sistémico en la década del 60 del siglo XX. Este proceso se inició desde los años 20 con las ideas de Alexander Bogdanov, luego desarrolladas por Bertalanffy, Prigogine, los cibernéticos y las aplicaciones de las matemáticas no-lineales en el estudio de las poblaciones y epidemias. Estos avances del enfoque sistémico permitieron profundizar en los procesos de auto-organización tanto de los sistemas vivos, como sociales (Maldonado, 2008), (Aguado, 2008).

Desde esa prodigiosa década hasta hoy muchos han sido los avances interdisciplinarios (física, química, biología, matemáticas y ciencias sociales), sobre los estudios de los sistemas complejos (vivos y sociales). Para ello se han utilizado fundamentos teóricos aportados por nuevas teorías y metodologías como: el análisis topológico cualitativo de tendencias, de mapas dinámicos, entre otras conquistas.

2.3. De la nueva Topología a la Geometría fractal

La presencia de comportamiento complejo en la naturaleza tiene expresiones de todo tipo (además son mucho más frecuentes y extendidas que lo que habitualmente se cree), entre ellas se destacan las relacionadas con los fenómenos físico-químicos de la resistencia de materiales y su tensión superficial (fenómenos topológicos), los cuales son de vital importancia para el desarrollo de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos. El estudio de las dinámicas y estructuras no-lineales de los fenómenos multidimensionales, así como las deformaciones topológicas de los más variados objetos y sus superficies, es de vital importancia para el desarrollo en farmacología, industria alimentaria, extracción del petróleo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, crisis psicológicas y hasta disturbios sociales. (Prigogine, Nicolis, 1994:26).

También en paralelo con Lorenz, en la década de los años 60, el matemático estadounidense Stephen Smale (1930-), desarrolló una nueva Topología, que revelaba propiedades caóticas, irregulares y no-lineales de los sistemas y estructuras dinámicas.

Los estudios topológicos se inician mucho antes que apareciera el término apropiado para designar los fenómenos que se relacionan con esa área de las matemáticas. La palabra topología fue usada por primera vez en

1930 por el matemático estadounidense de origen ruso Salomon Lefschetz (1884-1972)¹⁰.

La Topología es un área especial de la geometría dedicada a las superficies, tiene relación con materiales maleables, estiramientos, deformaciones estructurales de la sustancia, etc. Se le llama también geometría de la de la goma o del espacio elástico, pues estudia aquellas propiedades de las figuras geométricas del espacio que mantienen cierta estabilidad estructural, cuando se doblan, dan la vuelta, estiran o deforman (Batard, Estrada, 2006:166).

Desde mediados del siglo pasado otros científicos han enfatizado el valor práctico de las aplicaciones matemáticas en general y de la Topología y la Geometría en particular, se destacan entre ellos: Christopher Longuet-Higgins, Robert May, John Tyler Bonner, Christopher Zeeman, Benoit Mandelbrot, etc. Aunque las aplicaciones del Enfoque de la Complejidad en general y de las herramientas de las matemáticas no-lineales en particular, en las ciencias biológicas, sociales y humanidades solo está iniciándose, ya se tienen resultados prometedores en el estudio de las enfermedades, las epidemias, las poblaciones, la educación, la dirección organizacional, etc. (Diegoli, 2003).

Precisamente el primer gran aporte de Smale fue haber resuelto uno de los problemas más complejos de la Topología, la famosa conjetura de Poincaré sobre espacios de cinco o más dimensiones.¹¹ A su vez, un impacto muy especial fue ejercido por la famosa Herradura de Smale,¹² con ello este genio logró devolver un área de las matemáticas al mundo real, pues esta comienza a ocuparse de los procesos dinámicos de transformación estructural, que aparecen por doquier en la realidad, desde una grieta en la pared, el rebote de una pelota en la misma pared, el humo del cigarrillo, hasta la espuma de la cerveza en una jarra, etc. (Gleick, 1988:52-60), (Woodcock, Davis, 1994:21-23)

¹⁰ Otros precursores han sido: Leonard Euler, Johann Benedict Listing, Henri Poincaré, W. Thurston, René Thom, Hassler Whitney y Kenneth Appel.

¹¹ Stephen Smale recibió en 1966 la Medalla Fields en Matemáticas, equivalente al Nobel de Física, por sus aportes a la Topología no-lineal.

¹² De hecho, con este y otros aporte significativos Smale se convirtió en uno de los precursores de la nueva Topología, e incluso, de la Teoría de las Catástrofes, la cual tuvo antecedentes también en la obra de pensadores de la talla de Carl Friedrich Gauss (1777-1855), Nicolái Ivanovich Lobachevski (1793-1856), János Bolyai (1801-1860), Bernhard Riemann (1826-1866), Henri Poincaré (1852-1912), Salomon Lefschetz (1884-1972), Gastón Darboux, Marston Morse, así como los rusos Aleksandr Aleksandrovich Andronov (1901-1952) y Lev Semyonovich Pontryagin (1908-1988) entre otros.

También en la prodigiosa década del sesenta, el matemático francés René Thom (1923-),¹³ hizo excepcionales aportes al estudio de los procesos morfo-genéticos, para lo cual elaboró un método matemático-topológico cualitativo de interpretación no-lineal: la Teoría de las Catástrofes (Thom, 1997) Al establecer los nexos entre los conceptos de forma, estructura y sentido, Thom elabora un modelo dirigido a la reconstrucción matemática de la realidad física y la constitución de una ontología regional de los fenómenos estructurales y morfológicos: la denominada nueva Topología de la estabilidad estructural.

Según René Thom, "... nuestra captación de la forma y del orden geométrico es más profunda que nuestra captación cuantitativa del número y la magnitud" (Woodcock, Davis, 1994:17) Este revolucionario topólogo sigue la tradición pitagórica que asume el valor esencial del reconocimiento de patrones cualitativos en el comportamiento irregular, abrupto, discontinuo o de cambios bruscos y radicales en la realidad, como premisa indispensable para su comprensión científica. Las catástrofes tienen un orden y estabilidad dinámica,¹⁴ que pueden ser representados cualitativamente por la topología y sus herramientas metodológicas nuevas.

Desde esta perspectiva topológica el reconocimiento de patrones en los fenómenos cotidianos como la caída de una hoja, el humo del cigarrillo, la estructura y dinámica de las nubes, la transmisión genética, etc., es la clave para comprender las propiedades esenciales del comportamiento complejo de los fenómenos. Es decir, es preciso captar con "el ojo de la mente", como enseña Thom, el patrón cualitativo que revela la estabilidad estructural (como lo global emergente) de un fenómeno multidimensional y caótico, es cardinal para el estudio profundo de la realidad. En consecuencia, "... la discontinuidad es tanto la norma como la excepción" (Woodcock, Davis, 1994:19)

La visión topológica de Thom es interdisciplinaria por antonomasia, pues vincula las matemáticas, la física, la química y la biología, entre otros saberes. Además, incorpora y retoma conceptos como: patrón cualitativo, transversalidad, estabilidad estructural, similaridad, impredecibilidad, propiedades emergentes y recurrentes, metamorfosis, morfogénesis, homeostasis, homeorhesis, autoreproducción, auto-organización, etc.

¹³ René Thom obtuvo las más grandes distinciones que puede recibir un matemático: la Medalla Fields, recibida por su Teoría del Co-bordismo en Topología, la Medalla Brower, el gran Premio Científico de París, entre otros reconocimientos.

¹⁴ Lamentablemente, no ha tenido la debida divulgación las Catástrofes modelos sistematizadas por René Thom, las cuales tienen un gran valor metodológico para el estudio topológicos cualitativos de los procesos radicales que suceden en momentos críticos en la naturaleza y la sociedad. Ellas explican fenómenos bruscos hasta hace poco no modelables, como las avalanchas de arena, nieve y tierra, el curso de una fractura o grieta en la pared, un infarto, la metástasis del cáncer, etc. (Woodcock, Davis, 1994:32-55).

A su vez, desde la década prodigiosa del sesenta, Benoit Mandelbrot se propuso estudiar "... fenómenos no explicados del mundo natural, como las ráfagas aparentemente casuales de interferencias en las emisiones de radio, las crecidas del Nilo y las crisis de la Bolsa de valores. Se dio cuenta de que las matemáticas tradicionales eran incapaces de expresar adecuadamente este tipo de fenómenos"¹⁵ (Woods, Grant, 2005:18)

Con la obra de Mandelbrot en la segunda mitad del siglo XX, la Geometría fractal se convirtió en una nueva rama de las matemáticas. Con ella se comenzó a considerar la simetría de los fenómenos desde una nueva perspectiva, es decir, la simetría de invarianza de escala. Esta explica la razón de que algunos objetos se parezcan a sí mismos independientemente de la variación de la escala de observación. Por ejemplo, una ramita pequeña arrancada de un brócoli, seguirá siendo como un pequeño brócoli; una rama de pino de navidad, se verá como si fuera un pequeño pino recién crecido, la imagen de un arroyuelo y sus bifurcaciones, será una copia fiel de una foto de un río caudaloso con sus afluentes, etc.

Esta nueva Geometría tiene como emblema el famoso Conjunto de Mandelbrot: extraordinaria estructura generada a partir de una iteración simple de números complejos que impactó y maravilló al mundo de las artes plásticas (Mandelbrot, 1987) En sus inicios, fue, precisamente en las artes plásticas, donde mayor aceptación tuvo la geometría fractal, debido a la belleza de las creaciones que salían de la naciente tecnología de las computadoras personales en la década del ochenta del siglo pasado. En Estados Unidos y Europa se llegaron a exponer en galerías de arte, obras obtenidas por computadoras, salidas de simples algoritmos de iteración, fundados en la fractalidad de la realidad.

La Geometría Fractal contiene a la de Euclides como caso particular. Las líneas rectas, lo regular, las figuras geométricas que tradicionalmente son enseñadas en la escuela primaria, no son más que modelos reduccionistas de la realidad, pero ésta es mucho más rica y diversa, pues predominan más las formas irregulares de los objetos naturales y de las estructuras vivientes en general. La nueva geometría permitió revelar las propiedades más íntimas de la naturaleza, subrayando la necesidad de representar a los fenómenos tales como ellos son, en toda su riqueza como

¹⁵ Esta situación no era nueva, pues a finales del siglo XIX algunos matemáticos se preocuparon por el correlato entre las abstracciones y los objetos reales. En la historia estas creaciones fueron denominadas "monstruos matemáticos", uno de ellos fue ideado por George Cantor (1845-1918), quien, "... investigando el infinito inventó un conjunto que lleva su nombre. Este implica una línea dividida en un número infinito de puntos (el "polvo" de Cantor) cuya longitud total es 0. Esta contradicción manifiesta inquietó a muchos matemáticos del siglo XX, y sin embargo sirvió de punto de partida para la nueva teoría de Mandelbrot de las matemáticas fractales, que jugaron un papel decisivo en la teoría del caos" (Woods, Grant, 2005:18-19).

elementos multiformes, fraccionados y difusos. Por estas razones es que se dice que la Geometría fractal es la verdadera geometría de la naturaleza.

Bajo el imperio de las costumbres, las tradiciones y especialmente de las científicas, casi siempre "... nos hemos limitado mentalmente a considerar situaciones que son realmente ideales, como las figuras geométricas. En la naturaleza estas figuras son la excepción, mientras que la mayoría de las figuras que hay a nuestro alrededor son fractales. Aunque parezca increíble, ¡este hecho tan contundente no había sido considerado en serio durante muchos siglos por la humanidad!" (Alonso, De la Fuente, 1996:1)

En verdad, Mandelbrot comienza a publicar estas ideas, discretamente, a inicios de la década del cincuenta aún sin existir el término "fractal".¹⁶ Con los años parecía que sus investigaciones marchaban por caminos divergentes, pero luego, con sus dos primeros libros logró revelar la unidad que había en sus trabajos (Mandelbrot, Benoit, 1987), (Mandelbrot, Benoit, 1997), lo cual, como sabemos, terminó en el nacimiento de una nueva disciplina científica. Esta nueva disciplina tiene como mérito excepcional, no propuesto por su creador, el ser de aplicación universal.

En varios contextos Mandelbrot encontró patrones, por ejemplo, dentro de casos particulares de la economía identificó tal propiedad en el problema de las rentas a diferentes escalas y del precio del algodón en el mercado. Mientras que en la fisiología reveló los patrones expresados como ramificaciones de estructuras internas del cuerpo humano y de los procesos que allí se realizan. Así también en la transmisión de datos por cables metálicos determinó la existencia de "errores" de transmisión aparentemente aleatorios. A su vez, en las estructuras naturales también detectó patrones, por ejemplo, en nubes, montañas, ríos, etc.

A la Geometría fractal se le reconoce, según se dijo, como la Geometría de la naturaleza y, en especial, tiene un papel fundamental para la comprensión geométrica del caos determinista, algo que le ha dado el crédito de ser la primera disciplina de las matemáticas que posee una definición de dimensión con significado físico. Anteriormente, las definiciones matemáticas de dimensión eran funcionales solo para sí, sin embargo, como se reconoce hoy, la dimensión fractal es un número, por lo general fraccionario, que ayuda a la cuantificación espacial, lo cual revela

¹⁶ Fractal es un término que fue introducido en la década del 60 por Benoit Mandelbrot, se relaciona con el vocablo latino fractus que significa: "fraccionado", "romper" y "dividir", por lo que se refiere a fragmentos irregulares de la naturaleza o creados artificialmente.

en qué medida se llena el espacio ocupado.¹⁷ La determinación de la dimensión fractal de los fenómenos y sistemas complejos tiene un radical valor metodológico y ha tenido ya aplicaciones en las más diversas áreas de la realidad.¹⁸

De la Geometría fractal han nacido conceptos muy importantes que han sido transferidos a otras ramas del saber, algunas tan distantes como las ciencias sociales. Entre sus conceptos y principios más conocidos están: auto-similitud, auto-afinidad, fractalidad, dimensión fractal, lagunaridad, anidamiento, principio hologramático,¹⁹ entre otros, además de haber propiciado la introducción de un nuevo significado al fenómeno del escalado, como un proceso clave en la investigación, directamente derivado como consecuencia de la aplicación de la simetría de invarianza de escala al proceso consciente de observación de los sistemas complejos.

La Geometría fractal tiene un especial significado para la comprensión holística de la realidad,²⁰ pues permite revelar la naturaleza compleja de la relación dialéctica entre el todo y las partes, a través no solo de la identificación de las diferencias entre los distintos tipos de totalidades, los cuales, en lo fundamental, ya han sido clasificados a lo largo de la historia en todas las disciplinas científicas, sino, especialmente, mediante el rigor que exige hoy el examen de los fenómenos desde la comprensión de su fractalidad y de lo que ello implica para el estudio de su dinámica compleja de cualquier sistema.

4. Hacia una Epistemología transdisciplinaria de la Complejidad

Precisamente, todas estas teorías y otras no descritas aquí tienen un valor epistemológico extraordinario para el estudio de la dinámica de los sistemas complejos y su auto-organización, tanto de los sistemas biológicos, como los sociales. Solo desde un emergente enfoque que enfatice la necesidad de tolerar, asimilar y comprender el caos, revelando el orden en el

¹⁷ El grado de llenado del espacio que se ocupa no tiene que ser necesariamente el mismo para dos objetos similares, pongamos de ejemplo el embalaje de un cubo sólido y de otro hueco del mismo tamaño, se invertirá la misma cantidad de material y se ocupará el mismo volumen, pero no se llenará de igual manera.

¹⁸ Para un estudio más detallado del origen y desarrollo de la Geometría fractal, sus fundamentos y aplicaciones en las diferentes esferas de la realidad se debe consultar: Mandelbrot, 1987, 1997, Peitgen, 1986, 1990, Barnsley, 1988, Goldberger, 1990, Takayasu, 1990, Moon, 1990, De Guzmán, 1993, 1995, Alonso, De la Fuente, 1996, Sierra, 2001, Woods, Grant, 2005, Ambroso, 2008, entre otros.

¹⁹ Ver la Nota en la cual se hace referencia a la clasificación de las totalidades y se ilustran con ejemplos de los avances científicos en Matemáticas (Bueno, 1992:127-157).

²⁰ La Teoría de los Fractales ha sido mejorada por el matemático inglés Michael F. Barnsley, quien descubrió la transformación fractal, capaz de detectar fractales en fotografías digitalizadas. Este hallazgo permitió las aplicaciones fractales de imágenes, base de la multimedia (Barnsley, 1988) Así también, ya existen revolucionarias aplicaciones de la Geometría fractal en las investigaciones biomédicas.

desorden, en lo irregular, en lo no-lineal, en el azar, etc., es que se puede conocer y resolver problemas tan complejos como las oscilaciones, la turbulencia, la formación de estructuras complejas en todos los niveles del universo, el origen de la vida, sus procesos auto-sostenidos y de auto-reproducción, el funcionamiento del cerebro y de los demás órganos y subsistemas de todos los seres vivos, la evolución de las enfermedades y las epidemias, el equilibrio dinámico del eco-sistema terrestre, así como los sistemas sociales y sus complejos procesos de auto-organización.

De hecho, hoy los Estudios de la Complejidad están creando las herramientas cualitativas transdisciplinarias para comprender estos fenómenos e, incluso, ya hace algún tiempo se están diseñando autómatas de todo tipo que están funcionando bajo los principios del Enfoque de la Complejidad. Solo basta mirar los equipos médicos de tecnología de punta o algunos de los efectos electrodomésticos nuevos (computadoras, lavadoras, celulares, etc.), que tienen incorporado programas de control basados en la Lógica borrosa²¹ y en otras ideas y principios de la complejidad.

Aunque todas estas teorías y enfoques tributan de una u otra manera a la construcción de los fundamentos epistemológicos de la complejidad, esto no significa que ya se haya elaborado una teoría o un enfoque epistemológicamente maduro, íntegro y coherente.

Precisamente, todavía hoy, como resultado de la gran profusión de teorías y enfoques que se integran para gestar una nueva Epistemología (emergente y en formación), se produce un peculiar y controvertido fenómeno, pues todavía la comunidad de complejólogos no se ha puesto de acuerdo con la propia denominación de este amplio campo de integración del saber. Por ello, sus iniciadores son "... precursores de un pensamiento que, todavía hoy, cercanos a la expresión "casi un siglo después", no

²¹ La Lógica borrosa fue creada desde los años sesentas por el ingeniero eléctrico, nacido en Bakú y de origen iraní, Lofti Asker Zadeh (1921-), miembro del Fuzzy Logyc Systems Institute de la Universidad de Berkeley de California. Para su creación Zadeh combinó los conceptos y los conjuntos de Lukasiewicz mediante la definición de grados de pertenencia. Con el desarrollo de esta Lógica se superan las limitaciones de las Lógicas anteriores y se establecen nuevos métodos cualitativos de análisis que revelan con más exactitud el comportamiento de los sistemas dinámicos no-lineales. El aporte radical de Zadeh se concreta cuando logra con sus tesis sobre los conjuntos borrosos enriquecer los fundamentos del álgebra de George Boole (1815-1864), pues la convierte en un caso particular de su nueva concepción. Por tanto, su lógica difusa resultó ser más general y mucho más adaptable a los casos reales. Zadeh aporta las nociones de medidas de posibilidad, medidas de probabilidad, de plausibilidad y de credibilidad, así como los llamados conjuntos difusos, los cuales no son más que sistemas naturales y sociales, que tienen implícito un cierto grado de difusidad en la descripción de su esencia, estructura y comportamiento dinámico. Uno de los grandes propulsores de los avances prácticos de la Lógica borrosa ha sido el japonés Bart Kosko (1960-) de la University of Southern California y del Laboratory for Internacional Fuzzy Engineering Research, quien además ha convertido esta nueva lógica en uno de los principales fundamentos de las Teorías de la Inteligencia artificial y de sus consecuentes realizaciones prácticas, es decir, autómatas y robots como tecnologías de punta que están siendo utilizados y perfeccionados continuamente en las instituciones científicas y hospitalarias, en la industria, en la vida pública y doméstica.

termina de construirse, empeñado quizás en una deconstrucción permanente para ser coherente con sus principios fundamentales” (Andrade, 2002:2)

Aquí se necesita una nueva salvedad. Es muy importante que no caer en las falacias propias del paradigma neo-positivista todavía imperante. “El tránsito hacia un pensamiento complejo no implica meramente un cambio de paradigmas, sino que se trata de una transformación global de nuestra forma de experimentar el mundo, de co-construirlo en las interacciones, de producir y validar el conocimiento. La pretensión de “enchalecar” la complejidad en un paradigma o de pretender que se trata meramente de una nueva metodología, constituye un enfoque no sólo simplista sino peligroso de la complejidad” (Najmánovich, 2002)

Son indispensables elaboraciones epistemológicas que aprovechen las emergencias teóricas que sintetizan y re-crean un nuevo lenguaje con ideas, principios, términos, conceptos, métodos, técnicas y procedimientos, que sean tanto reinterpretaciones como novedades transdisciplinarias, provenientes de los esfuerzos de integración de las diferentes áreas, pues cada una por su lado no pueden ni comprender ni encontrar soluciones efectivas y duraderas a los problemas complejos.

De hecho, no solo son muy cuestionables las propias denominaciones de este movimiento científico e intelectual, sino que también denominarlo es sumamente complejo, por ello han existido en la literatura una gran cantidad de controvertidas propuestas:

- *Ciencia no lineal* (Varios autores desde la década del 20, en especial en la URSS)
- *Teoría del Caos* (Lorenz, 1963)
- *Tercera Ola de la Epistemología integradora* (Toffler, 1980)
- *Filosofía de la inestabilidad* (Prigogine, 1989)
- *Galaxia Auto* (Dupuy, 1993)
- *Pensamiento complejo* (Morin, 1994)
- *Sistemas Complejos o Complejidad* (Gell-Mann, 1998)
- *Constructivismo radical* (Von Foerster, 1998)
- *Ciencias de la complejidad* (Maldonado, 1999)

La mayoría de los autores consideran que estos estudios están constituidos por “... un magma de teorías procedentes de diversas disciplinas que convergen por diferentes vías en torno a un nuevo concepto de orden. Este paradigma emergente se caracteriza por apuntalar, frente al mecanicismo reduccionista, la imagen de un universo intrínsecamente creativo” (Sanz, 2002:1)

Según lo expuesto hasta aquí, a esta profusa área de integración del saber es preferible llamarle Estudios de la Complejidad. Para ello se ha tomado en consideración varios argumentos:

1. Los Estudios de la Complejidad constituyen un colosal movimiento científico de integración del saber, iniciados con la Teoría del Caos y enriquecidos con otras teorías y creaciones intelectuales, desarrollados desde la década del sesenta gracias, primero, al vínculo creciente entre física, química, biología y matemáticas, así como a la posterior incorporación de otros estudios interdisciplinarios, desde saberes sociales y humanísticos. Son, además, efectivos logros teóricos y prácticos, productos de la creación de nuevos métodos transdisciplinarios y tecnologías de punta que permiten dar solución a problemas concretos en diversas esferas de la actividad humana. Estos estudios alcanzan hoy un mayor reconocimiento social y creciente institucionalización.
2. Este movimiento no es y ni siquiera aspira a ser una Teoría de teorías o una Ciencia unificada, sino ha sido desde sus inicios un espacio de trabajo de cooperación en equipo, que promueve la integración de saberes, a la vez que potencia las propias disciplinas.
3. Así pues, constituye más bien un sistema de enfoques de naturaleza holística, que recién comienza con la creación de una nueva comunidad lingüística y la consiguiente reconstrucción e hibridación epistemológica y metodológica que debe evolucionar de la inter a la transdisciplina.
4. Es natural que la gran diversidad de ideas, teorías y enfoques dificulte con creces el consenso terminológico y semántico necesario. De manera que se produce cierto rechazo al manejo de términos tan definitivos como teoría o ciencia y mucho menos en singular, pues pretender eso ya denota el típico apego a la racionalidad reduccionista heredada del positivismo.
5. Para intentar un acercamiento a ese consenso necesario se propone aquí un término más genérico y flexible como Estudios, pues se parte de la idea de que todavía no se ha logrado la madurez epistemológica que exige la coherencia y consistencia de la etapa de la ciencia normal (usando el lenguaje de Thomas Kuhn)
6. También se tiene en cuenta experiencias exitosas en el uso de este término “Estudios” en otras áreas tan amplias de integración del saber, el cual ha facilitado el consenso, gracias a su rápida aceptación y legitimación sociales. Por ejemplo, Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Ahora bien, para completar el análisis de los fundamentos epistemológicos de los Estudios de la Complejidad se precisa sistematizar los principios, conceptos y propiedades, pero, aunque ya se han caracterizado algunos a lo largo del texto, es imposible tratarlos todos aquí por limitaciones de espacio.

En general, por Complejidad se entiende muchas cosas, las polémicas sobre este término son muy ricas hoy, se enfatizan diferentes aristas de la noción de Complejidad. Muchos autores se cuestionan hasta el valor que pudiera tener una definición de Complejidad, pues más bien empobrecería nuestra comprensión de ella. De hecho, es una noción construida a lo largo de la historia de la integración del saber, por lo que se ha enriquecido con las contribuciones de las más disímiles áreas de conocimientos.

Considerando, ante todo, que no se deben olvidar las seminales ideas,²² y, en especial, la platónica noción de la *Symploké* para comprender lo complejo como ensamble o entretrejido de cosas en dinámica conexión y desconexión. Por tanto, se puede partir de su origen etimológico; es decir, "... el término 'complejo' viene del latino "complexus" que se deriva del verbo 'complector' (complexus sum: estoy abrazado, enlazado por... Términos españoles equivalentes son: abrazar, entrelazar, envolver. De ahí se pasa al sentido de contener muchos elementos mutuamente relacionados" (Rodríguez, 2009:4)

Sin embargo, la noción de Complejidad está todavía en constante elaboración y supone decenas de ideas, principios, términos y propiedades en creciente hibridación conceptual transdisciplinaria. De hecho, su esencia no es reductible a la simple complicación o enredo de elementos en calidad de problema, enigma o anomalía a resolver, pues lo complejo supone problemas, pero no todo problema es complejo (Rodríguez, 2008:2), (Aguado, 2001) Como tampoco supone, solo el desconocimiento o inseguridad del sujeto; en verdad, es eso también, pero es mucho más que eso, ya que presupone tener en cuenta un conjunto de propiedades aludidas en el mencionado arsenal epistémico y sus correspondientes interpretaciones, según las particularidades concretas de lo que se define como complejo

²² Para solo mencionar dos ejemplos de esas ideas seminales, muy valiosas para reflexionar sobre la Complejidad, se puede tomar la noción de Platón sobre el término, poco conocido, de *Symploké*, el cual se refiere al entramado o ensamble constituido por el entrelazamiento dinámico de hilos, mimbres, letras y cualquier cantidad de elementos, es decir, como conexión y desconexión a la vez de varias cosas (Bueno, 1992: 194-195). El segundo ejemplo se expresa en las nociones de *Sinolon* y *Sistema* contenidas en la concepción holística de Aristóteles, en la que enfatizaba que el todo es más que la suma de las partes, intuyendo con ello las actuales ideas de mediación y emergencia (Aristóteles, 2005a: 127), (Bueno, 1993a:127-274), (Woods, Grant, 2005:71-79), (Martínez, 2007)

Varias son las premisas de las cuales se puede partir para la explicación de lo complejo, pues depende de los referentes filosóficos y científicos en los que se formó quien intenta caracterizar la complejidad. Se sabe que en la literatura han aparecido decenas de definiciones matizadas cada una por el campo disciplinar de quien la formula.²³

En consecuencia, aquí se ha preferido aplicar el principio del análisis histórico concreto del conocimiento, es decir, se ha seguido la evolución de los diversos referentes epistemológicos que han contribuido a la noción de Complejidad y, a la vez, se han ido mostrando las coincidencias e imbricaciones que son indispensables para acelerar el paso de la inter a la transdisciplinaria integración del saber.

Por tanto, para lograr una comprensión dialéctica y epistemológicamente fértil de la Complejidad se debe recordar que también se caracterizó aquí la fundacional Teoría del Caos de Lorenz y sus colaboradores, destacando sus aportes a la comprensión de los sistemas caóticos, así como otros referentes teóricos y enfoques que han contribuido a la comprensión de los sistemas complejos.

Así pues, para una sensata aproximación epistémica, que abone el terreno para las posibles propuestas metodológicas, se debe privilegiar la continuidad enriquecedora que ha tenido el concepto de Caos con las posteriores contribuciones inter y transdisciplinarias sobre la noción de Complejidad (Munné, 1993), (Munné, 1994), (Munné, 1995)

En esencia, ello supone retomar los seis rasgos que caracterizan un sistema caótico: 1) su dinámica es inestable o alejada del equilibrio, 2) tiene alta sensibilidad a los cambios en las condiciones iniciales, que llevan al sistema a un comportamiento errático, azaroso y probabilístico, 3) genera retro-alimentación y recursividad provocadas por las perturbaciones del entorno, 4) la no-linealidad es intrínseca, pero el caos tiende a ser determinista, pues es reductible a un conjunto finito de variables 5) es una mezcla de orden y desorden que genera patrones de auto-organización, 6) es más predecible a corto que a mediano o largo plazo (Gleick, 1988: 30-50), (Navarro, 2001:76-79), (Andrade, 2002:4-10, 45-47)

Para avanzar más en su comprensión es preciso revelar otras propiedades que evidencian ese paso del concepto científico particular de Caos a la noción epistemológica transdisciplinaria de Complejidad. Esa evolución ha sido posible no solo porque ha pasado suficiente tiempo de maduración en el proceso de integración efectiva del saber, sino también

²³ Varios autores señalan esa dificultad (Horgan, 1996), (Bar-Yam, 1997), (Bar-Yam, 2000), (Binder, 1999), (Andrade, 2002), (Rodríguez, 2009).

porque se ha tenido y se tendrá todavía que fertilizar mucho más su sistematización epistemológica y filosófica.

Así también, es bueno tener en cuenta que la Complejidad: 1) abarca o encierra muchos elementos o partes; 2) que es observable bajo diferentes aspectos; 3) que son fenómenos muy intrincados (difícil de percibir); así como que 4) tienen infinitos nexos entre sí. (Buarque de Holanda, 1999), (Diegoli, 2003:14-15), (Rodríguez, 2008)

Además, no se debe seguir los manidos esfuerzos positivistas de privilegiar o jerarquizar unas u otras propiedades en aras de argumentar tal o más cual interpretación de la Complejidad, sino más bien sería juicioso revelar el carácter multidimensional, inagotable y creativo de la propia labor de sistematización de su o sus epistemologías. De manera que se deben considerar con el mismo valor epistémico todas las contribuciones al estudio de los sistemas complejos, ya sea desde la filosofía, las ciencias naturales y técnicas, así como desde las ciencias sociales y las humanidades, entre otros saberes que están acrisolando el torrente de los Estudios de la Complejidad.

Sin embargo, existe un cierto conceso en cuanto a que la Complejidad, es un conjunto de propiedades que denotan la condiciones de existencia de la realidad, reveladas en el entramado proceso de interrelaciones entre los sistemas dinámicos y su entorno, constituyendo red-rizomas anidadas en sus micro, media y macro escalas, alejadas del equilibrio y fluctuando en un comportamiento de singular autonomía y cierta estabilidad, pero no-lineal, caótico, azaroso, borroso, fractal, de retroalimentación, etc., gracias a lo cual estos sistemas generan propiedades emergentes, que propician su auto-organización e incremento de su robustez adaptativa, así como la transformación del propio entorno.²⁴

Así también una rica contribución para la comprensión de la complejidad, se ha estado recibiendo de los estudios científicos concretos (Ciencias de la Complejidad) que utilizan las novedades y aplicaciones de la matemática no-lineal. Entre esta aplicaciones se destacan las metodologías y creaciones de los Autómatas celulares,²⁵ de la Lógica borrosa, de la

²⁴ Además, la Complejidad se comprende como un “estado” (es también un proceso) “... entre el orden y el caos, concebidos éstos como situaciones extremas. Henri Atlan usa para esto la metáfora «entre el cristal y el humo», así como otros científicos (matemáticos, en particular) se refieren al «límite del caos», una noción creada por Stephen Wolfram. Muchos sistemas dinámicos presentan tres clases de comportamiento: fijo, periódico y caótico (atractor de punto fijo, atractor de ciclo límite y atractor extraño). Pero Wolfram dio con un cuarto tipo, intermedio entre el comportamiento caótico y el fijo o periódico. Al abandonar el territorio ordenado y entrar en la región del caos, se atraviesa una región muy estrecha, a la que Wolfram ha llamado «límite del caos»” (Rodríguez, 2009:9-10).

²⁵ Autómatas celulares: desde los años sesenta varios científicos han utilizado modelos matemáticos de redes para estudiar los fenómenos de la vida y el desarrollo social. Inicialmente, se destacaron los trabajos de Maturana y Varela (1975) sobre la célula autopoietica en los procesos de auto-organización en los seres vivos, luego otros autores desde diferentes disciplinas desarrollaron juegos matemáticos y aplicaciones al estudio de diferentes sistemas complejos, incluyendo la evolución de poblaciones, los fenómenos económicos y otros de naturaleza

Inteligencia artificial, de la Imaginología fractal y de la nueva Topología funcional, las cuales revolucionan los estudios de diagnóstico y predicción, que ya están siendo incorporados en los equipos de alta tecnología médica, aeronáutica, cosmonáutica, robótica industrial y equipamiento doméstico.

Así también, ya tienen indiscutibles éxitos las aplicaciones de los análisis matemáticos no-lineales en el estudio de tendencias de comportamiento de sistemas complejos, a través del registro y análisis de sus series de tiempo para mejorar el pronóstico, muy valiosa información para la toma de decisiones, por ejemplo, por parte de los directivos institucionales y políticos, como los de la esfera de la salud y de la defensa civil en situaciones de desastres naturales, epidemias y catástrofes industriales.

En consecuencia, resulta indispensable aprovechar todas estas contribuciones aquí resumidas para poder sistematizar los fundamentos epistemológicos de los Estudios de la Complejidad, pues con ello se podrá actualizar la formación y superación de los profesionales de la ciencia en América Latina. Por tanto, aunque sea un duro reto asimilar endógenamente estas novedades teóricas aquí caracterizadas, es preciso, ante todo, "...darse cuenta de que es muy difícil y que no es una tarea individual; es una tarea que necesitaría el encuentro, el intercambio, entre todos los investigadores y universitarios que trabajan en dominios disjuntos" (Morin, 1994:20)

Esta recomendación tienen una vigencia tremenda para comprender y transformar la realidad académica latinoamericana actual, por ello urge un análisis más juicioso, crítico y responsable sobre la situación actual de la educación en nuestros países, como vía efectiva para comenzar esa necesaria transformación, que debe iniciarse con la disposición de reconocer, ante todo, que se está frente a una urgente demanda: la sistematización de los fundamentos epistemológicos de la Educación transdisciplinaria de la Complejidad.

Varios autores han reiterado la idea de acelerar el proceso de asimilación endógena en Latinoamérica de los avances científico-técnicos que se desarrollan en el mundo. En alguna medida y en determinados sectores esto se ha estado impulsando, pero en otros ámbitos la situación es muy diferente. Por ejemplo, en cuanto a los avances epistemológicos de las últimas cinco décadas que han sido frutos de la nueva Revolución del Saber, ya caracterizada en este trabajo, el proceso de recepción y reinterpretación

social. Stephen Wolfram y sus colaboradores le están dando un sistemático y prometedor impulso a estos estudios. Para conocer nuevos avances y perspectivas de las aplicaciones de los Autómatas celulares en las diferentes esferas de la actividad humana se debe consultar: Farmer, Tomaso, Wolfram, 1984, Gutowitz, 1991, Capra, 1996, Wolfram, 2002, Ugarte, 2009.

ha sido demasiado lento y repleto de obstáculos de todo tipo, desde ignorancia e indiferencia de autoridades académicas a todos los niveles hasta resistencia y desprecio simulado de detractores políticos que se han mofado y han esgrimido excusas de todo tipo para no apoyar los Estudios de la Complejidad y de otros paradigmas emergentes.

Si se quisiera realmente ser honesto, se debe reconocer que entre muchos de los propios cultores de los Estudios de la Complejidad en nuestra región hay cierto aislamiento, desconexión y espíritu gremial, pues aunque existen decenas de centros de investigación, cátedras y universidades dedicados a estas temáticas y se organizan anualmente algunos eventos, todavía falta la necesaria sinergia y sistematicidad en el intercambio entre los complejólogos de Latinoamérica. Esto incita trazar nuevas estrategias de divulgación, educación y socialización de la información sobre los Estudios de la Complejidad.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha tratado de realizar cierta sistematización de algunos antecedentes y fundamentos epistemológicos de los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad en la nueva Revolución del Saber. Para ello, se caracterizó el advenimiento en la década del sesenta de la Teoría del Caos de Edward Lorenz, en la cual se concretaron las ideas seminales de sus predecesores, conformando un sistema teórico fundamentado en varios principios y conceptos que han revolucionado la ciencia moderna.

Esta fundacional teoría allanó el camino para un conjunto de teorías y enfoques que fueron enriqueciendo la visión del hombre sobre la naturaleza no-lineal de la dinámica de la realidad, desmitificando así el ideal de la racionalidad científica clásica que impedía ver un gran número de propiedades de los sistemas complejos, las cuales ya también venían o serían reveladas en otras conquistas científicas, tales como: Teoría General de Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy, estudios de Ilyá Prigogine sobre las estructuras disipativas, Topología de Stephen Smale, Teoría de las Catástrofes de René Thom y Geometría Fractal de Benoit Mandelbrot, entre otros.

A su vez, se muestra el vínculo entre estas nuevas creaciones, así como el valor de algunas de sus ideas y conceptos fundamentales para la comprensión y solución de los más disímiles problemas en las diferentes esferas de la actividad humana. Así pues, se enfatizó cómo los Estudios de

la Complejidad permiten penetrar mejor en la esencia de todos esos fenómenos tan ordinarios pero incomprensidos históricamente. Se sabe que hasta hace poco tiempo no existían herramientas cognitivas para comprender fenómenos tan cotidianos como la espuma en una jarra de cerveza, la caída de una hoja de un árbol, una columna de humo, las grietas en una pared, el advenimiento de un infarto, el surgimiento de las malformaciones congénitas, entre otros muchos fenómenos no lineales de la realidad.

De hecho hoy, gracias a la cooperación que promueve el trabajo transdisciplinario inspirado en el Enfoque de la Complejidad, se están creando las herramientas cualitativas para comprender estos fenómenos e, incluso, ya hace algún tiempo se están diseñando autómatas de todo tipo que funcionan bajo los principios e ideas de la complejidad. Solo basta mirar a nuestro alrededor repleto de equipos informáticos, domésticos y médicos de tecnología de punta, que tienen incorporado programas de planificación, ejecución y control, basados en este emergente enfoque.

Al cierre se trata de mostrar la importancia de una mirada latinoamericana sobre los fundamentos de la complejidad y su valor para la solución de los problemas concretos de la realidad de nuestra región, así como las posibles aplicaciones del enfoque, que preferimos nombrar Estudios transdisciplinarios de la Complejidad. Precisamente, continuar con esta insoslayable tarea es la urgente demanda que nos impone la difícil tarea de enseñar y divulgar endógenamente estos avanzados y útiles estudios.

6. Bibliografía

- Aguado Terrón, Juan Miguel. 2008. Bases epistemológicas de la complejidad: de la economía organizacional a la ecología organizacional. En *Teoría crítica y comunicación: lecturas y fundamentos para el análisis*. Sierra Caballero, F. (Comp.), Sevilla, Comunicación Social, Ediciones y Publicaciones, págs. 217-250.
- Aguado Terrón, Juan Miguel. 2001. Fundamentos epistemológicos del Paradigma de la Complejidad. Información, Comunicación y Auto-organización. Sevilla, Comunicación Social, Ediciones y Publicaciones.
- Alonso, A.; De la Fuente, J.R. 1996. *Caos y Fractales*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Andrade, Raiza, 2002. "El paradigma complejo: un cadáver exquisito". *Revista Cinta de Moebio*, (14) Septiembre, 52.
- Aristóteles. 2005. *Metafísica*. Madrid, Proyecto Filosofía en español.
- Barnsley, M.F. 1988. *The Science of Fractal Images*. Springer-Verlag.
- Bar-Yam, Yaneer. 2000. *Concepts in Complex Systems*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Bar-Yam, Yaneer. 1997. *Dynamics of complex Systems*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Batard Martínez, L.; Estrada Hernández, Y. 2006. *Historia de las Matemáticas*. Santa Clara, Universidad "Martha Abreu" de las Villas.
- Bateson, Gregory. 1972/1993. Una unidad sagrada. Pasos ulteriores hacia una ecología de la mente. Barcelona, Gedisa.

- Binder, Philippe. 1999. Cuatro versiones de la complejidad. En C.E. Maldonado, *Visiones sobre la complejidad*. Santafé de Bogotá, Ediciones El Bosque, pág. 39-48.
- Buarque de Holanda Ferreira, Aurelio. 1999. *Novo dicionário Aurelio. Século XXI*. São Paulo, Nova Fronteira.
- Bueno, Gustavo. 1993. Teoría del cierre categorial. La gnoseología como filosofía de la ciencia. Historia de la teoría de la ciencia. Vol. 2. Oviedo, Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. 1992. Teoría del cierre categorial. Introducción general. Siete enfoques en el estudio de la ciencia. Vol. 1. Oviedo, Pentalfa Ediciones.
- Capra, Fritjof. 1996. *La trama de la Vida*. Barcelona, Editorial Anagrama, S.A.
- Checkland, Peter. 1981. *Systems Thinking Systems Practice*. New York, Wiley.
- Chew, Geoffrey. 1968. "Bootstrap: A scientific idea?", *Science* (161) 762-765.
- Delgado Díaz, Carlos. 2002. *La filosofía del marxismo ante la revolución del saber contemporáneo*. La Habana, Ponencia presentada en la Cátedra de Complejidad del Instituto de Filosofía de Cuba.
- Diegoli, Samantha. 2003. El comportamiento de los grupos pequeños de trabajo bajo perspectiva de la complejidad: Modelos descriptivos y estudio de casos. Barcelona, Universidad de Barcelona.
- Dupuy, J. P. 1993. "Orden, desorden y autoorganización". *Revista Archipiélago* (13) 56-64.
- Francois, Charles. 2009. "Transdisciplinariedad, cibernética y sistémica para comprender la realidad. Una nueva metodología para la gestión de las situaciones multifacéticas de la realidad". *Revista Pensando la Complejidad* (7) 3-7.
- García Cuadrado, Amparo. 1995. "Notas sobre la teoría general de sistemas". *Revista General de Información y Documentación* 5 (1) 197-213.
- Gell-Mann, Murray. 1998. *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*. Barcelona, Tusquets Editores, S.A.
- Gleick, James. 1988. *Caos, la creación de una ciencia*. Segunda edición. Barcelona, Seix Barral.
- Haken, Hermann. 1983. *Laser Theory*. Berlin, Springer.
- Herrera Torres, Isaías. 2008. Reflexión filosófica en torno a la educación y su mediación cultural: una perspectiva desde el pensamiento complejo. Tesis de Doctorado. La Habana, Editorial Universitaria, MES.
- Hidalgo Tuñón, Alberto. 1998. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Oviedo, Proyecto Symploké.
- Horgan, J. 1996. *The End of Science: Facing the limits Knowledge in the twilight of the Scientific Age*. New York, Broadway Books.
- Lorenz, Edward. 1963. "Deterministic Nonperiodic Flow". *Journal of the Atmospheric Sciences*, (20) 130-141.
- Maldonado, Carlos Eduardo. 2008. "Complejidad y Ciencias Sociales desde el aporte de las matemáticas cualitativas". *Revista Cinta de Moebio* (33)
- Maldonado, Carlos, Eduardo, 1999. *Visiones sobre la complejidad*. Santafé de Bogotá, Ediciones El Bosque.
- Mandelbrot, Benoit. 1997. *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona, Tusquets Editores.
- Mandelbrot, Benoit. 1987. *Los objetos fractales: forma azar y dimensión*. Barcelona, Tusquets Editores.
- Martínez Álvarez, Fidel. 2010. *Antecedentes y fundamentos epistemológicos de la Auto-organización*. Ponencia presentada en 5to. Taller Internacional Complejidad 2010 del 4-8 de enero, La Habana.
- Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy; González Mora, Ania. 2009. Multi, inter y transdisciplinariedad en la historia del conocimiento. En *Veredas Interdisciplinares*, M.C. Lustosa, P. Yone Stroh, págs. 13-34. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, EDUFAL.
- Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania. 2008. *Multi, inter y Transdisciplina*. La Habana, Ponencia presentada en el IV Taller Internacional Complejidad-2008, efectuado del 17-20 de Enero en el Capitolio.
- Martínez Álvarez, Fidel. 2007. "Fundamentos histórico-filosóficos de la complejidad en la Antigüedad". *Revista Humanidades Médicas* 7 (20) 17.
- Martínez Miguélez, Miguel. 2009. "Transdisciplinariedad: Un enfoque para la complejidad del mundo actual". *Revista Pensando la Complejidad* 3 (7) 13-29.

- Mier, Raimundo. 1998. "Ilya Prigogine y las fronteras de la certidumbre". *Revista Metapolítica* 2 (8) 63-78.
- Morin, Edgar. 1994. Epistemología de la complejidad. En D. F. Schnitman, *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*, págs. 421-442. Barcelona: Editorial Paidós.
- Munné, Frederic. 1995. "Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento". *Revista Interamericana de Psicología* 1 (29) 1-12.
- Munné, Frederic. 1994. Complejidad y caos: Más allá de una ideología del orden y del desorden. En *Conocimiento, realidad e ideología*. M. Montero, Caracas, Avespo.
- Munné, Frederic. 1993. La teoría del caos y la psicología social. En *Epistemología y procesos psicosociales básicos*. I. Fernández Jiménez, Sevilla, Eudema.
- Najmánovich, Denise. 2002. *La complejidad: De los paradigmas a las figuras del pensar*. La Habana. Ponencia presentada al Seminario Internacional Complejidad 2002.
- Navarro Cid, José. 2001. *Las organizaciones como sistemas abiertos alejados del equilibrio*. Tesis de Doctorado. Barcelona, Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona.
- Nicolescu, Basarab. 1999. *La Transdisciplinariedad una nueva visión del mundo*. México, Éditions du Rocher.
- Piaget, Jean. 1978. *Psicología y Epistemología*. Barcelona, Editorial Ariel.
- Prigogine, Ilya. 1997. *El Fin de las certidumbres*. Santiago de Chile, Editorial Andrés Bello.
- Prigogine, Ilya, Nicolis, Grégoire. 1994. *La estructura de lo complejo*. Barcelona, Editorial Alianza Universidad.
- Prigogine, Ilya. 1989. "The Philosophy of instability". *Futures*, 396-400.
- Pupo, Pupo, Rigoberto. 2007. *Didáctica y evaluación en los procesos educativos complejos*. Sonora, Multiversidad Mundo Real Edgar Morin.
- Rodríguez De Rivera, José. 2009. *Complejidad*. Madrid, CEPADE/IDOE, Universidad Politécnica y Universidad de Alcalá de Henares.
- Rodríguez De Rivera, José. 2008. *Observador y Observación – El nuevo enfoque en la Epistemología de la Complejidad*. Madrid: CEPADE/IDOE, Universidad de Alcalá de Henares.
- Salazar Domínguez, Carlos. 1997. Efecto de Perturbaciones Periódicas en sistemas químicos auto-organizados. Tesis de Diploma. La Habana, Universidad de la Habana.
- Sanz, Bernardino Esteban. 2002. Procesos de Autoorganización en Sistemas Sociales: La Estructuración Social del Cuerpo Humano. *Revista Mad* (6)
- Thom, René. 1997. Estabilidad estructural y morfogénesis. Ensayo de una teoría general de los modelos. Barcelona, Editorial Gedisa.
- Toffler, Alvin. 1980. *La tercera ola*. Barcelona, Plaza & Janes, S.A. Editores.
- Varona Domínguez, Freddy. 2008. "Alcance filosófico del empleo del enfoque complejo en el estudio de la relación cultura - educación superior". *Revista Pensando la Complejidad* (4) 31-39.
- Von Foerster, Heinz. 1998. "Por una nueva epistemología". *Revista Metapolítica* (2) 23-34.
- Woodcock, A.; Davis, M. 1994. *Teoría de las Catástrofes*. Madrid, Ediciones Cátedra.
- Woods, Alan, Ted, Grant. 2005. *Razón y Revolución*. La Habana, Editorial de Ciencias Sociales.

SEGUNDA PARTE

**Complejidad de los problemas
de América Latina
en el Siglo XXI**

CAPÍTULO V

El vivir bien: una contribución autóctona desde el hondón sudamericano al pensamiento complejo del Sur

Pedro Luis Sotolongo*

1. Introducción

Una nueva “ventana” se ha abierto en el seno de la cultura contemporánea desde el último tercio del recién finalizado Siglo: La “ventana” de “la Complejidad”, que nos está posibilitando, al mirar a través de ella, evidenciar, por así decirlo, “el costado complejo e irregular” de un mundo –natural, social y de la propia subjetividad humana- que el Saber científico tradicional desde la Modernidad nos había hecho creer inexistente, evidenciándonos sólo su “costado ordenado y sometido a regularidades” universales, denominadas como “leyes”. Los resultados de ese “mirar” a través de esa nueva ventana por cada vez mayor número de nosotros, ha ido dando cuerpo a lo que se denomina ya como Pensamiento y Ciencias de “la Complejidad”, que se fructifican mutuamente.

Éstas últimas, las “Ciencias de “la Complejidad”, tienen como su orientación general el aprehender, para propiciarlas más adecuadamente, las modalidades genéricas del cambio y la transformación auto-organizante, es decir, espontánea, y emergente (de-abajo-hacia-arriba), de unas u otras

* Presidente Fundador de la Cátedra para el Estudio de “la Complejidad” de La Habana, Cuba. Miembro de la Asociación Nacional de Escritores de Cuba (UNEAC), Dirección Permanente: Calle Lacrete 129, bajos, Esquina a Heredia. Vibora, Municipio 10 de Octubre. Ciudad de La Habana. Teléfono doméstico: (537)6411425, pedro.sotolongo@yahoo.com

totalidades sistémicas complejas abiertas a su entorno, del mundo natural, social y/o del de la propia subjetividad humana. Para preveer –ante la imposibilidad de predecirla- su gama de alternativas factible y poder así propiciar las más deseables. Hurgan pues, en dichas totalidades sistémicas con nuevas estrategias de indagación –holísticas, no lineales y transdisciplinares- en ese su comportamiento que denominamos como “complejo: alejado del equilibrio, bifurcante, atraído por “atractores” raros, extraños o “caóticos” (que en realidad constituyen un cambiar y transformarse, una dinámica, sumamente compleja, que sólo superficialmente se asemeja, pero sólo se asemeja, sin serlo, a algo verdaderamente caótico en el sentido anárquico tradicional).

Y aquel primero, el Pensamiento de “la Complejidad”, desplegando y desarrollando las implicaciones –y consecuencias- más generales, cosmovisivas, de esas indagaciones más particulares, constituye uno de los más relevantes avances del Saber contemporáneo; que nos reivindica la necesidad de un Saber pertinente, contextualizado e histórico; un Saber que debe tomar en cuenta toda la diversidad de lo que ha sido ignorado bajo el pretexto de “universalismos” descontextualizados y ahistóricos. Y que nos orienta hacia articular lo que ha sido desarticulado, desmembrado analíticamente, de aquéllas sus totalidades –por “complicadas”- de origen (entre ellas las culturales) no universales sino específicas.

Pero, ¿para qué queremos al Pensamiento y Ciencias de “la Complejidad” en este nuestro Sur específico y particular? ¿Y tanto más en estas tierras sureñas de Latinoamérica y el Caribe? ¿Para lograr cuáles objetivos nos pueden y deben servir?

2. ¿Para qué queremos el pensamiento y ciencias de “la complejidad? hacia un pensamiento complejo del sur

Durante una reciente estancia en Lima, Perú (Agosto 2009) en ocasión de la apertura del Instituto Peruano de Pensamiento Complejo ‘E. Morin’ (IPCEM), fuimos testigos todos los presentes allí, de cómo el propio pensador francés Edgar Morin planteó la importancia del desarrollo de lo que denominó Pensamiento del Sur, en articulación con el Pensamiento Complejo. En esa ocasión, Edgar Morin argumentó dicho planteamiento de la siguiente manera:

“Europa se estanca, Europa pierde la savia magnífica que hizo brotar a la ciencia, la razón y la filosofía moderna. Ya no es capaz de cuestionar ni examinar una ciencia fragmentada en disciplinas y ciega sobre su futuro, una razón encerrada e incapaz de concebir eso que la

sobrepassa, una filosofía que ya no sabe considerar y pensar ni el hombre ni el mundo.

La esperanza reside ahora en América del Sur. La esperanza está en un pensamiento del Sur, que integre las aportaciones positivas del Norte, pero que rechace la hegemonía del cálculo, de lo cuantificable, de una visión del mundo en dónde domine la mecanización y la ganancia.”

Entonces, ello nos ofrece una primera respuesta que se impone por su propia fuerza, a la interrogante formulada acerca de: ¿para qué queremos al Pensamiento y Ciencias de “la Complejidad” en este nuestro Sur latinoamericano y caribeño específico y particular?

Siendo, como es, el Pensamiento Complejo un pensar contextualizador, con vista a ser pertinente, el mismo debe constituirse para nosotros, desde nuestra rica diversidad, en un fundamento de una nueva propuesta de desarrollo para convivir sin asimetrías injustas de poder y en armonía con la naturaleza, hacia un patrón de prácticas colectivas post-neoliberales, que no reproduzcan –consciente o inconscientemente- modelos impuestos (casi siempre desde el Norte) o asumidos como ‘lo-común-de-una-época’ cuándo en realidad es ‘lo-común-impuesto-a-una-época’ desde los centros de poder hegemónico, desconociendo y/o invisibilizando la gran diversidad cultural, política, social, económica y de vida cotidiana de las comunidades en los diversos ámbitos del planeta.

Y esa nueva propuesta debe aprovechar toda la riqueza acumulada por siglos de experiencia de nuestros pueblos, especialmente a partir de las experiencias de aquéllos “quiénes” que más han sufrido -y por más tiempo- las aludidas imposiciones, por lo general norteamericanas; o por parte de los que entre nosotros –hay que también decirlo- han pensado y actuado como “norteamericanos”; haciendo pasar ‘lo impuesto’ por los intereses y beneficios de una minoría a la mayoría, como si fuera del interés de todos, desconociendo así las más legítimas aspiraciones de esas mayorías.

No obstante, cuándo ya algunos habían proclamado “el fin de la historia” y la euforia neoliberal aún campeaba por su respeto, aunque ya no tan segura de sí misma como en la década anterior, en los últimos años del recién finalizado Siglo y en la primera década del actual, desde el hondón latinoamericano están siendo muy notorios procesos diversos propiciadores de cambios sociales profundos en más de uno de nuestros países; procesos que emergen ahora, pero que “han estado ahí”, latentes y sumergidos por

siglos, pero no por ello menos reales, pertenecientes a ese “subyacente siempre plasto de la-historia-del-largo-plazo”.

3. El “el vivir bien” como manifestación de un pensamiento del sur

De entre esos procesos de radical corte social en nuestra región, el que está teniendo lugar en Bolivia está desarrollando la concepción de “El Vivir Bien”, que constituye una nueva concepción *de cambio y transformación* de la vida cotidiana, *para propiciar una alternativa* de vida orientada a la convivencia comunitaria, a partir de los testimonios, saberes, vivencias y experiencias prácticas de comunidades autóctonas, obreras, campesinas y de los movimientos sociales, así como de las comunidades indígenas originarias, y que integra sus nociones de convivencia, de nobleza de vida, de libertad, de armonía, de lucha contra el mal, desde la multiculturalidad y la multinacionalidad.

“El Vivir Bien” constituye una nueva concepción *de cambio y transformación* del convivir cotidiano, *para propiciar una alternativa* de vida orientada a la convivencia comunitaria, intercultural, a partir de la experiencia práctica de comunidades campesinas y movimientos sociales, y de las comunidades indígenas originarias aymaras, quechuas, guaraníes y otras (y que integra sus nociones de Convivir Bien, Vivir bien. Camino Vida Noble, Vida Buena, Vivir en Libertad, Vida Armoniosa, Tierra Sin Mal), en un país multinacional; y puede irse constituyendo, desde esa diversidad de identidades culturales y nacionales de pueblos y comunidades, en el fundamento de una nueva propuesta de desarrollo, precisamente sin asimetrías injustas de poder y en armonía con la naturaleza, hacia un patrón de prácticas colectivas post-neoliberales, que no reproduzcan –consciente o inconscientemente– los ya aludidos modelos impuestos desde los centros de poder hegemónico.

Al mismo tiempo, “El Vivir Bien” se enriquece con las experiencias y concepciones de otras realidades sociales, también pertenecientes a nuestro ámbito cultural y que son convergentes con sus aspiraciones, que se desarrollan en otros países de la región, particularmente con “El Buen Vivir” ecuatoriano y peruano y/o el “Mío nada; Todo de Todos” en la región chiapanesca.

Esta concepción de “El Vivir Bien”, por otra parte, está siendo desarrollada en articulación con la asimilación de los avances de la reflexión teórica contemporánea de avanzada, lo que propicia la convergencia natural

entre “El Vivir Bien” y el Pensamiento –y la reflexión científica- de “la Complejidad”, aunándose ambas en la plasmación de un Pensamiento Complejo del Sur, como alternativa vivificante hacia la integración y el cambio social en nuestra región, y como aporte nuestro a la reflexión pensante en otras regiones del mundo.

4. ¿Por qué “el vivir bien” y “la complejidad”?

Porque precisamente el Pensamiento de “la Complejidad”, uno de tales avances del Saber contemporáneo, nos reivindica la necesidad de Saberes como El Vivir Bien, pertinentes a nuestras más ancestrales costumbres, contextualizado desde ellas y, por lo mismo, histórico, que debe tomar en cuenta toda la diversidad de lo que ha sido ignorado bajo el pretexto de descontextualizados y ahistóricos enfoques “universales”; y que nos orienta hacia re-ligar lo que ha sido des-ligado, desmembrado de aquéllas sus totalidades culturales no universales sino específicas. Mientras las Ciencias de “la Complejidad”, como ya afirmáramos, nos ayudan a aprehender, para propiciarlas más adecuadamente, las modalidades genéricas del cambio y la transformación de tales totalidades complejas, entre ellas las de las comunidades sociales; cambio y transformación auto-organizantes y emergentes (de-abajo-hacia-arriba, desde la vida cotidiana) para preveer su gama de alternativas factible y poder así propiciar aquéllas que estimamos más enriquecedoras para el desarrollo de una convivencia justa, equitativa para las mayorías siempre marginadas de nuestros pueblos. Por lo mismo, existe una convergencia natural entre la concepción plasmada por “El Vivir Bien” y el Pensamiento –y la reflexión científica- de “la Complejidad”.

“El Vivir bien” es estar y sentirse bien en armonía con la sociedad y la naturaleza: es habitar bien, conocer bien, sentirse bien, recrearse bien, convivir bien, participar bien, trabajar bien, comer bien. “El Vivir Bien” es una expresión cultural que condensa una comprensión de la satisfacción compartida de las necesidades humanas, sin reducirla al ámbito de lo material y económico –aunque teniéndolo también en cuenta- reivindicando la ética social, la unidad, la inclusión, la igualdad de oportunidades, la equidad social y de género, así como de producción y redistribución de productos y bienes sociales, la dignidad, la solidaridad, la libertad, la complementariedad. Y todo ello requiere el aporte de múltiples saberes, lo que asimismo converge con el carácter transdisciplinar del Pensamiento y Ciencias de “la Complejidad”.

Esa convergencia es la que condiciona la articulación de la reflexión y de la praxis de “El Vivir Bien” con la reflexión y la praxis de “la Complejidad”, para contribuir a la construcción colectiva de Saber y a la implementación práctica de una mejor y más enriquecedora convivencia humana, así como para plasmar la aspiración de ese proceso boliviano tan original –y de otros de la región- compartiendo y enriqueciéndose con las experiencias y concepciones de otros procesos sociales de cambio y transformación con objetivos convergentes con “El Vivir Bien”.

Ya afirmamos que el surgir, en el último tercio del recién finalizado Siglo, del Pensamiento y Ciencias de “la Complejidad”, ha sido como “una ventana” que se ha abierto en el seno de la cultura contemporánea y que nos está permitiendo al “mirar a través de ella” explorar al mundo de una manera hasta ahora inédita que nos permite ver la necesidad de volver a reunir a lo que había sido desmembrado analíticamente; tener en cuenta cuándo pequeños cambios pueden en ocasiones ser el origen de grandes transformaciones (la no linealidad) y recurrir a lo que aportan cualesquiera conocimientos disciplinares contemporáneos, así como los cotidianos y ancestrales, para integrar un saber transdisciplinar.

Y, por su parte, concepciones como la de “El Vivir Bien” son, asimismo, “una nueva ventana” de legitimación económica, social, política y cultural que está permitiendo no sólo ver, sino actuar, a favor de espacios de participación, espacios de consulta y espacios de validación del proceso de empoderamiento de los siempre desempoderados, de inclusión de los siempre excluidos, de dejar de explotar a los siempre explotados, de propiciar cultura a los siempre preteridos incluso del leer y escribir. Por otra parte, todo ello propicia la convergencia natural de “El Vivir Bien” con el movimiento al nuevo socialismo que se desarrolla en otras latitudes, y especialmente con las que propugnan un Nuevo Socialismo del Siglo XXI en nuestro continente.

Denunciamos –y también oímos denunciar- al orden y al patrón de vida neo-liberal y que hay que trascenderlos. Semejantes denuncias son correctas y necesarias, pero son insuficientes; es también necesario la implementación en los hechos concretos de la vida cotidiana, de prácticas colectivas post-neoliberales que plasmen lo que decimos y propugnamos. Y no es un secreto que algunos de los experimentos sociales –preferimos denominarlos así- que fracasaron en el Siglo XX en su esfuerzo de trascender la sociedad capitalista, no lograron plasmar, en el cotidiano quehacer de los hombres y mujeres de sus socialidades, auténticos patrones de prácticas colectivas que trascendieran a las que deseaban trascender.

Prácticas colectivas características de la vida cotidiana que propicien – como se orienta “El Vivir Bien”- a la participación social real de-abajo-hacia-arriba; que propicien –como se orienta “El Vivir Bien”- a que las decisiones que afecten a la vida cotidiana de las comunidades, barrios y vecindarios, sean tomadas por ellas mismas y que posean –o tengan la posibilidad real de acceder- a los recursos suficientes para implementar sus decisiones.

Y, a su vez, el Pensamiento y las Ciencias de “la Complejidad” nos está revelando a través de estudios y modelaciones de la ciencia contemporánea (holística, es decir, orientada a las totalidades sin desmembrar; no lineal y transdisciplinar) que la creatividad de las redes sociales es mayor cuándo propiciamos que sean lo más distribuidas y diversas que sea posible y lo menos jerárquicas que sea posible. A eso precisamente se orienta “El Vivir Bien”.

Son pues las mencionadas sólo algunas de las convergencias entre “El Vivir Bien” y “la Complejidad” que justifican su articulación de mutuo beneficio. Tal articulación, al mismo tiempo, será un aporte autóctono, y no de menor significación, que nuestra región está ya haciendo y hará a ese llamado que se nos hace al desarrollo de un Pensamiento Complejo del Sur, que, integrando las contribuciones legítimas del Norte, rechace la hegemonía del cálculo, de lo cuantificable, de una visión del mundo donde prime la dominación y la ganancia, a favor del adecuado balance de lo cualitativo y lo cuantitativo, de la liberación de nuestros pueblos y del predominio de los valores humanísticos reales y no los demagógicamente enarbolados por los poderosos, mientras en realidad se atenta contra esos mismos derechos que se proclama defender.

Se necesita –necesitamos- entonces, una nueva concepción *de cambio y transformación* de la vida cotidiana, *para propiciar una alternativa* de vida orientada a la convivencia comunitaria, intercultural, a partir de los testimonios, saberes, vivencias y experiencias prácticas de nuestras culturas y nuestras tradiciones más autóctonas, constituyendo, desde nuestra diversidad de identidades culturales y nacionales de pueblos y comunidades, nuevas propuestas de una vida cotidiana sin asimetrías injustas de un Poder que nos desempodera, de un Deseo satisfecho con nuestro Deseo insatisfecho, de un Saber deslegitimante de nuestros Saberes y de un Discurso asimismo deslegitimante de nuestros Discursos.

Una alternativa de vida cotidiana en armonía con la naturaleza y hacia un patrón de prácticas colectivas cotidianas características que nos proporcionen soluciones propias y no ajenas a nuestros problemas. El Pensamiento Complejo del Sur, uno de cuyos veneros hemos enfatizado en

este trabajo (pero que, por supuesto, no constituye su única fuente posible - recordemos. a guisa de ilustración, las ricas tradiciones y experiencias de nuestros pueblos caribeños, también multiétnicos y multiculturales) puede y debe propiciarnos avanzar hacia esa nueva y cualitativamente nueva alternativa del cotidiano convivir; que deberá ser, no lo dudemos, uno de los componentes de ese “mundo mejor que es posible” y por el que luchamos.

CAPÍTULO VI

De la sequía al cambio climático

La teoría de sistemas complejos y la representación de los problemas climáticos

Martín Andrés Díaz*

1. Introducción

La Teoría de los Sistemas Complejos tuvo en Argentina un gran impulso a partir de los trabajos de Rolando García. Este utilizó la misma en el estudio de las sequías en la década del '70, cuando estuvo a cargo de la Secretaría General de Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP). El GARP “tenía como objetivos establecer los límites de predictibilidad en los pronósticos meteorológicos y evaluar la posibilidad de predicción de las variaciones climáticas.”¹ García estaba convencido que el estudio de este problema ambiental, que amenazaba con dejar sin alimentos a la población mundial, no se resolvía desde el modelo de ciencia occidental de especialización en las universidades². Dos puntos importantes sostenían su visión metodológica para buscar la explicación del fenómeno natural, la necesidad de un trabajo “interdisciplinario” fructífero y la fundamentación epistemológica de que se debía usar la metodología de los sistemas complejos, desarrollada a partir de los trabajos de campo.³

* Doctorando Universidad Nacional de Tres de Febrero, Argentina / Proyecto PICTR2006-2007 UNQ/ANCYT / Comité Ejecutivo MINDEF-APN, Sullivan 450 Torre B1 3ro D – San Antonio de Padua (1718) Pcia. Bs.As. – Argentina, martinandresdiaz@yahoo.com.ar

¹ García, R (2006).

² (García 2006: 15).

³ (García 2006: 17).

En un trabajo sobre aves en el *Journal of Climatic Change del año 2009*, se comparan muestreos de riqueza de especies y abundancia de individuos, repetidos en los mismos sitios, pero separados temporalmente por veinte años. Al encontrar un número significativamente menor de especies e individuos luego de ese lapso temporal, concluye que, “Es evidente que esto no es un problema de tipo general, inducido por los seres humanos a nivel local, como la deforestación, la caza o el uso de plaguicidas. La baja diversidad y actividad se observó no sólo en hábitats perturbados, sino también en parques nacionales y reservas con buen estado de conservación. Si está relacionado con las actividades humanas, entonces esto debe ser más amplio. Una posibilidad es el calentamiento global.”⁴ Esta afirmación final el autor la hace sin un estudio y/o medición que contemple los factores que menciona y que pueden ser algunos y/o todos los responsables de la disminución de la riqueza de aves observada.

El objetivo de este trabajo es analizar la actual problemática del “cambio climático” desde el punto de vista de los sistemas complejos, especialmente en uno de sus aspectos más centrales, la relación clima y organismos, particularmente, la posibilidad de predicción del efecto del cambio climático sobre la distribución y abundancia de los mismos. Hay dos disciplinas centrales, la climatología y la ecología, dado que ambas son consideradas “impredecibles” algunos autores, desde una visión tradicional de la ciencia, se propondrán algunos puntos que pueden dar un paso hacia una comprensión adecuada de los efectos climáticos sobre los organismos, especialmente como una herramienta para asegurar la conservación de ambientes y especies sobre las cuales se han establecidos medidas de conservación. Si la visión tradicional de la ciencia fuera la única posible de aplicación, dejaría el oscuro panorama de que es imposible planificar la conservación de ecosistemas ante las nuevas problemáticas ambientales.

2. La representación de los problemas ambientales

2.1 La necesidad de un cambio de paradigma

Hay concepciones acerca del mundo y de la ciencia que perduran a través del tiempo, y en general las disciplinas que no pueden ajustar sus metodologías a estas visiones son a veces consideradas “no científicas”⁵ o

⁴ Nores, M (2009).

⁵ (Murray 2001: 256).

de escaso valor empírico, como ha ocurrido con la Ecología⁶. Algo similar ocurre con las ciencias de la Climatología, dado que aunque no pueden extenderse los pronósticos meteorológicos por más de diez días, muchos investigadores intentan predecir los cambios que el clima tendrá en cincuenta u ochenta años.⁷ Es necesario entonces representar de otra forma los problemas ambientales y específicamente los relacionados al cambio climático, siguiendo a Kuhn, se debe modificar el paradigma, como señalaba García:

El estudio de un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación de sus recursos, renovables o no renovables (agrosistemas e industrias extractivas), o bien por la instalación de asentamientos humanos de diversos tipos, incluyendo las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura, supone la consideración del conjunto de elementos que intervienen en tales procesos (y de los procesos sociales, económicos y políticos a ellos asociados), de sus partes o factores constitutivos, sus interrelaciones y sus interacciones con otros fenómenos o procesos. Es decir supone concebir el objeto de estudio como un sistema complejo.⁸

Es necesario en primer término poner la mirada en los elementos y características de un sistema complejo para analizar su adecuación al objeto de estudio que es de interés en este trabajo, *la distribución y abundancia de los organismos en función del clima y sus modificaciones*. Las representaciones tradicionales no han sido fructíferas, dado que en busca de unas pocas leyes naturales se han enfrentado a un sistema que posee características particulares y que necesitaría un nuevo enfoque para su adecuada interpretación y explicación.

Como bien señala García, “lo que está en juego es la relación entre el objeto de estudio y las disciplinas a partir de las cuales realizamos el estudio”.⁹ Está claro que cualquier análisis que se realice entonces desde una disciplina particular utilizará una conceptualización limitada por el recorte

⁶ En Castle (2001) hay un buen tratamiento la solución para este enfoque de algunos científicos críticos, según los cuales la Ecología por carecer de leyes universales, un esquema deductivo y predicción empírica a partir de condiciones iniciales y leyes universales, no logra para muchos separarse del simple ecologismo.

⁷ Cada vez existen críticas que manifiestan claramente su oposición su metodología del IPPC (2007), para ver está polémica se puede buscar en internet “Climategate”.

⁸ (García 2006: 39).

⁹ (García 2006: 21).

elegido. El sistema climático, como parte del ambiente de los organismos (los cuales son a su vez parte de ese sistema), no establecen una relación unidireccional, como los viejos paradigmas consideraban, sino bidireccional, en donde ambos componentes se modifican mutuamente.¹⁰

Estudiar los cambios en la riqueza de especies y abundancia de individuos sin trabajar sobre el “ambiente” en el cual está inmerso, y especialmente sin tener en cuenta las relaciones entre todos esos componentes es claramente un camino inadecuado. Como afirma García siguiendo a Carnap (1955), las predicciones no pueden basarse en una sola rama de la ciencia. De acuerdo también a la visión de Piaget de la ciencia, la misma tiene entre sus componentes un “dominio material”¹¹, que está representado por el conjunto de objetos que estudia cada disciplina y estos se integran en sistemas complejos debido a la heterogeneidad que es producto de su interacción. Por ese motivo es necesaria la interdisciplina como metodología de estudio, dado que además de la nueva concepción de la relación organismo-ambiente, las problemáticas ambientales globales poseen siempre una componente social que tienen un papel central y que no puede dejarse de lado.¹²

2.2 Sistemas complejos y problemas ambientales

Uno de los problemas de la relación entre clima y los organismos, es establecer claramente la escala a la cual los efectos pueden observarse (Figura 1). Muchos trabajos han interpretado erróneamente efectos climáticos a escala local, en la cual se sabe no hay relación¹³. Bajo la concepción de los sistemas complejos es posible solucionar este problema, dado que se afirma que los mismos carecen de límites precisos física y problemáticamente. Esto obliga a trabajar interdisciplinariamente en un recorte que reduzca al mínimo la arbitrariedad del mismo, asegurando no dejar “afuera”¹⁴ parte del problema, especialmente por no incluir ciertas interacciones del sistema que son significativas a la problemática bajo estudio. Igualmente lo que no se incluya en el recorte se debe tomar en cuenta a través de las condiciones de contorno.

¹⁰ Como afirma Lewontin (1998), la relación organismo-ambiente ha sido representada como “el ambiente presenta problemas y el organismo soluciones”, sin embargo hoy está claro que “la tesis de que el ambiente de un organismo es independiente de ese organismo, y de que los cambios que se verifican en el ambiente son autónomos e independientes de los cambios que ocurren en la especie misma, es claramente falsa”.

¹¹ (García 2006: 31).

¹² (García 2006: 34).

¹³ El trabajo de Root (1988) se puede considerar pionero en el establecimiento de la escala a la cual las variables climáticas tienen efecto sobre los organismos.

¹⁴ (García 2006: 49).

presentan errores en la interpretación de resultados de un subsistema como si fueran del “sistema” o en la escala que se aplica¹⁸.

García en su estudio de los sistemas alimentarios determinó distintos niveles de procesos, los mismos pueden aplicarse al caso del clima y la distribución de los organismos¹⁹ y serán detallados en el apartado siguiente. Se puede mencionar que *los básicos o de primer nivel*, representan el efecto local sobre el medio físico, biológico y social. En *el segundo nivel* habría procesos que García denomina *metaprocesos*, estos tienen una escala regional y son por lo tanto más generales, actuando como condiciones de contorno del primer nivel. Por último en el *tercer nivel* están los de alcance nacionales o continental que condicionan los niveles anteriores. Lo particular del tema de este trabajo es que en los tres niveles se dan procesos por un lado ecológicos y por otro antrópicos, que tienen finalmente efecto sobre la relación clima y organismos.

Por último hay que tener en cuenta otro concepto central de los sistemas complejos, es el establecido por Piaget, “no hay estructura sin historia, ni historia sin estructura”²⁰. Los sistemas complejos obligan a un análisis histórico de los procesos, de no ser así, se dificulta alcanzar explicaciones correctas del comportamiento del mismo. Por ejemplo en el caso del clima y los organismos en América Latina, hay que tener en cuenta la relación entre ambos desde el último máximo glacial (LMG en inglés) (Hawkins, 2006) y también el ciclo Niño/Niña que ya se ha demostrado tienen efectos en el mediano plazo sobre rasgos fenológicos de los organismos (Wolfe y Ralph, 2009).

La historia que interesa para determinar la relación entre los organismos y el clima actual, y desde ahí poder trabajar en la explicación de los posibles efectos del cambio climático, tiene que ubicarse en un período de al menos los últimos 18.000 años (Mayle, 2004). Los sucesos ocurridos en este periodo desde el LGM han determinado la distribución y abundancia actual de los organismos y no puede ignorarse. Numerosos trabajos han demostrado que a través de los distintos periodos glaciares e interglaciares el sistema clima-organismos ha pasado por lo que García menciona como “reorganizaciones sucesivas”²¹, pudiéndose determinar claramente distintos estados estacionarios (Thomson, 2000).

¹⁸ En el trabajo de Nores (2009) se presupone que la variación local de diversidad puede explicarse por un proceso a gran escala como el Calentamiento Global sin mostrar las variables de este último que modificarían la riqueza de especies.

¹⁹ (García 2006: 57).

²⁰ (García 2006: 81).

²¹ (García 2006: 57).

Como afirma Edgar Morin, estos estados estables son frágiles, sin embargo, “las estructuras se mantienen mientras los constituyentes cambian; y así es que tenemos no solamente el remolino... sino a nuestros organismos, donde nuestras moléculas y nuestras células se renuevan mientras que el conjunto permanece aparentemente estable y estacionario²². En el caso de la ecología, un trabajo de Sterelny (2001) señala que en el caso de las comunidades ecológicas, estas serían unidades objetivas de la naturaleza y que si bien la ecología contemporánea no puede mostrar evidencia de la estructura que regulan a sus miembros, hay ciertos fenómenos paleoecológicos que podrían hacerlo.

En relación a la problemática de este trabajo, se ha comprobado que en fluctuaciones menores se mantiene constante la riqueza de especies y los valores de diversidad, sin embargo las especies presentes se van modificando de acuerdo a un mecanismo aleatorio e indeterminado de selección desde los grandes reservorios de especies (Willig, 2003). Esta teoría de amplia aceptación sugiere que los gradientes latitudinales de riqueza de especies se podrían producir como consecuencia de la asignación al azar de la variedad de especies dentro de un área delimitada (Colwell y Hurtt, 1994). Sin embargo ante fluctuaciones mayores el sistema cambia a otro estado que presentan diferencias significativas con el anterior.

Esto es un rasgo típico de la dinámica de los sistemas complejos que son abiertos y sin límites definidos. Para el caso del sistema clima-organismos, este se mantiene oscilando alrededor de un valor medio en un cierto período de tiempo, hasta que las condiciones cambian y pasa a otro nuevo estado estacionario diferente. El cambio climático representa la posibilidad de seguir y estudiar este tipo de procesos, lo difícil y discutido es si existe la metodología empírica y teórica que permita predecir con certeza cuál va a ser ese nuevo estado final, y en qué casos difiere del estado actual. Lo visto en este apartado intenta dejar claro que el enfoque de los sistemas complejos es el más adecuado para el estudio de los problemas del cambio climático y el efecto sobre la distribución de los organismos.

²² Estos estados estables de Morin (1990), se pueden relacionar en América Latina con el patrón denominado gradiente latitudinal de especies desde el Ecuador hacia el Polo, que persiste más allá de las especies particularmente presentes. También hay autores que señalan que los organismos pueden interactuar de forma compleja tal que su distribución final toma uno de muchos estados estables alternativos y que dependen de pequeñas variaciones en las condiciones iniciales (Turner, 2001).

3. El Sistema Complejo Clima-Organismos

3.1 Climatología, ecología y complejidad

La Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático realizada en el año 2007, en su Capítulo 5, “La vulnerabilidad al Cambio Climático”, dedica tan solo los dos últimos párrafos a “Los sistemas ecológicos y el cambio climático”. Menciona que “no hay trabajos en el país que vinculen la evolución de los sistemas ecológicos con los escenarios climáticos de las próximas décadas”²³. Sin embargo este es un problema general, ¿Cuál es la causa de la ausencia de este tipo de trabajos? Por ejemplo, en una de las recopilaciones más importante sobre la dinámica de las poblaciones de aves, Ian Newton (2003) señala que existen una cantidad elevada de factores que afectan a las aves, entre ellos considera el tiempo y el clima, pero no les da una importancia central. La metodología a partir de GIS ha sido el factor fundamental para un cambio en la tendencia en los últimos años y comiezan a paarecer algunos análisis (Díaz, 2010).

¿Tiene realmente poca significancia el clima en la riqueza de organismos? Para responder esta pregunta se debe tener en cuenta la escala, dado que “los patrones y procesos ecológicos que los producen son dependientes de la escala espacial y temporal sobre la cual son observados”²⁴. Root (1988) sostiene que los factores abióticos, como el clima, determinan la distribución y abundancia de especies °a gran escala. A nivel local los factores bióticos predominan y dado que la mayoría de los estudios en ecología se realizan a esta escala, se enmascara el papel del clima en la distribución y riqueza de organismos (Figura 1). Gaston y Blackburn (2006) señalan que los estudios a gran escala (regional, nacional o biogeográfica) comprendían no más del 10% de los trabajos publicados en las principales publicaciones científicas.

Desde la ecología y la climatología se hace difícil la realización de este tipo de trabajos a gran escala, especialmente por la necesidad de trabajos interdisciplinarios en lugar de trabajos aislados de especialistas. Un parte importante del problema es que estudiar el cambio climático necesita de un enfoque epistemológico distinto (Betz, 2009), especialmente de una ruptura de la concepción tradicional, que es el modelo de la física. Los

²³ Sin embargo existen en la actualidad trabajos a nivel de América Latina donde se determinan las principales variables ambientales que se relacionan con la riqueza de especies y algunos trabajos sobre la relación de algún rasgo fenológico en relación con el fenómeno del Niño/Niña, los trabajos a escala regional o continental no abundan y por eso quizás la afirmación del informe SAyDS 2007: 108.

²⁴ (Cueto 2006:1).

sistemas climáticos y ecológicos, poseen las características de ser sistemas complejos y por lo tanto el trabajo aislado y desde el modelo clásico de ciencia tiene destino de infertilidad. Se pueden mencionar algunos de los rasgos que diversos autores señalan para separar a los estudios de los sistemas complejos de aquellos de la física clásica: la no-linealidad, principio de incertidumbre, puntos críticos y estados de fases, aleatoriedad, bucles positivos y negativos y retroalimentación y la importancia de la flecha del tiempo²⁵.

Existe en ambas disciplinas trabajos que demuestran claramente que la forma de abordar sus problemáticas es mediante las teorías de sistemas complejos. En el caso de la climatología, hasta la década del '60 se tenía la concepción que el sistema climático se comportaba linealmente, y que a partir de condiciones iniciales y leyes físicas se podía predecir el comportamiento futuro. Todo cambió a partir de los trabajos de Edward Lorenz, quien demostró claramente la no-linealidad del sistema climático (Lorenz, 1963), sus trabajos con la teoría del caos modificaron el paradigma de la climatología, aunque en muchos de los informes sobre cambio climático persiste el modelo tradicional (IPCC, 2007). El cambio más significativo es que ajusta el comportamiento del sistema climático a un espacio de fases y que las variaciones a largo plazo (cambio climático), antes asociadas siempre a causas externas, ahora pueden deberse simplemente a la oscilación interna natural del sistema y por lo tanto ser producidos internamente (Lorenz, 1964).

Respecto a la Ecología, los problemas son similares, pero en un estado más inmaduro. A diferencia de la climatología no existen ecuaciones generales que intenten explicar la distribución y abundancia de los organismos, si un conjunto de patrones y sus modelos asociados que intentan hacerlo (Pickett, Kolasa, y Jones, 2007). De hecho a pesar del descubrimiento hace varias décadas que en los sistemas ecológicos eran comunes las relaciones no-lineales y la alta sensibilidad a las condiciones iniciales, la mayoría de los intentos para encontrar caos en el comportamiento de las poblaciones naturales aún permanece en estado controversial (Sherratt y Wilkinson, 2009).

La Ecología encontró el obstáculo de que la fluctuación de la abundancia de las poblaciones seguía una trayectoria azarosa y errática. Así en 1970 Robert May propuso nuevas hipótesis para explicar de estos patrones dinámicos complejos observados (Cuddington y Beisner, 2005). La complejidad sobre la que hablaba May era el resultado de la no linealidad. A

²⁵ (Maldonado 2007: 6).

nivel de comunidades, ya se conoce con certeza que la mayoría de los gradientes de riqueza de especies dependientes de factores ambientales no presentan una relación lineal con ellos, presentando por lo menos tres tipos de curvas (lineal, en forma de U y joroba).²⁶ Así en las últimas décadas se abandonó los modelos lineales matemáticos para su explicación a favor de otros que incorporan las relaciones no lineales entre el ambiente y los organismos. Sin embargo gran parte de la búsqueda ha seguido orientada mediante el modelo tradicional (linealidad y determinismo) y por eso ha sido poco fructífera.²⁷ Hay trabajos que dan cuenta de la no-linealidad y de la imposibilidad de predecir la distribución ante la sensibilidad de los modelos a pequeñas variaciones en las condiciones iniciales (Haegeman y Etienne, 2010).

Estas características mencionadas brevemente hacen difícil los trabajos sobre el análisis y predicción en la relación clima-organismos, pero especialmente si se lo hace desde el modelo de ciencia tradicional. Como señala Maldonado, “el estudio de los fenómenos no-lineales de complejidad creciente se ha basado fundamentalmente en el trabajo de simulación con ayuda del computador.”²⁸ Ambas disciplinas utilizan hoy esa metodología para determinar el clima futuro y la posible distribución de los organismos, muchas veces tratando de determinar la distribución pasada (Hawkins, 2007). Sin embargo algunos metanálisis de este tipo de trabajos señalan que no hay uniformidad en el número de variables climáticas a utilizar y que tanto un escaso como un alto número han arrojado resultados poco confiables.²⁹

3.2 Representar el sistema clima-organismos

Como señalan muchos autores es necesario ajustar con datos empíricos los modelos, requiriendo el trabajo interdisciplinar del que tanto habla Rolando García, donde los estudios específicos de cada disciplina se integren mediante la unificación conceptual, metodológica y epistemológica hacia una explicación del comportamiento del sistema complejo.³⁰ Algunos autores indican que es necesario integrar líneas de investigación de la

²⁶ En el trabajo de Scheiner y Willig (2005), estos autores analizan y clasifican las formas de las curvas que parecen en los gradientes de riquezas de especies, encontrándose las lineales positivas y negativas y las no lineales como son curvas en forma de U o la denominada en forma de “joroba”.

²⁷ El trabajo de Scheiner y Willig (2008) analiza los distintos niveles teóricos de la ecología en pos de encontrar una teoría general de la disciplina. Estos autores señalan que la visión tradicional ha sido mal empleada en la ecología pidiendo evidencias empíricas a un nivel donde solo pueden hacerse afirmaciones cualitativas.

²⁸ (Maldonado 2007: 4).

²⁹ (Nogues-Bravo 2009: 526).

³⁰ (García 2006: 93).

macroecología, la fisiología, biología de poblaciones, paleontología, climatología y los modelos climáticos para una mejor comprensión de de la dinámica de los organismos en el tiempo y el espacio.³¹

Una de las mayores deudas que tienen los trabajos acerca del cambio climático es cómo tener en cuenta los aspectos sociales y su influencia dentro de los sistemas complejos. Sin embargo existe una estrategia posible para dar solución a este problema, los procesos ecológicos. Este enfoque plantea que si se toma un área determinada y se quieren establecer criterios que aseguren la conservación de los valores ambientales, se deben determinar los procesos ecológicos que la sustentan para poder conservarla.³² Para comprender el comportamiento de esa porción de realidad, a los procesos ecológicos se le debe superponer el conocimiento del uso que la sociedad hace del área y las amenazas que se generan como el cambio climático, la degradación o pérdida de hábitats, explotación agrícola ganadera, introducción de especies exótica entre otras.³³ Estos lineamientos no resuelven el problema de la no-linealidad pero dan las pautas para que un trabajo interdisciplinario pueda establecer al menos una línea de base en cada uno de los procesos naturales y antrópicos con el fin de comprender el funcionamiento y la estructura del sistema clima-organismos.

Dos elementos más son necesarios analizar para comprender a la climatología y la ecología como ciencias de la complejidad. Maldonado (2007) menciona que existen varias líneas de trabajo en relación con los sistemas complejos.³⁴ La más antigua tiene que ver con la simulación en computadoras, la cual vienen realizándose desde hace mucho tiempo en climatología y en las últimas décadas en la ecología. Otra línea de trabajo es la medición de la complejidad, y en ese ámbito la ecología ha trabajado y mucho desde la postulación de los índices de biodiversidad.

Medir la biodiversidad es finalmente “medir la complejidad” del sistema ecológico y ver como varía en el tiempo por su interacción con el clima, es comprender el comportamiento del sistema complejo en relación a uno de los tipos de factores. Las primeras mediciones sólo tenían en cuenta la riqueza de especies (número total de especies presentes en un sitios), pero aspectos muy importantes de la estructura de las comunidades eran ignorados si solo se utilizaba este valor para representarlas. Utilizando una de la teorías que se señala que contribuye a la descripción y explicación de los sistemas complejos, la teoría de la información, se diseño el Índice de

³¹ (Nogués-Bravo 2009: 527).

³² (Bennett 2009: 193).

³³ Bennett 2009: 193).

³⁴ (Maldonado 2007: 7).

Diversidad de Shannon, el más utilizado en la actualidad, para medir la biodiversidad (complejidad) a nivel local, de paisaje o regional (Diversidad α, β, γ y δ).³⁵

Determinar el patrón espacial y temporal de la variación en la riqueza y abundancia de los organismos en función del clima y sus cambios, significa hacer el seguimiento, explicar y predecir el comportamiento de las diferentes medidas (índices de diversidad) en función de las variables climáticas. Numerosos trabajos existen hoy que intentan lograr esto (Willig, 2003), sin embargo están realizados sobre los subsistemas “organismos” y “clima”, pero es necesario integrarlos en un trabajo interdisciplinario que contemple otros factores además de los climáticos como es el uso del suelo por parte del ser humano.

Por último, Maldonado (2007) menciona que se trabaja también en la búsqueda de una teoría general de complejidad. Sería necesario que al menos las dos principales disciplinas involucradas en el problema de cómo afecta el cambio climático a los organismos, climatología y ecología, tengan desarrolladas sus esquemas teóricos generales. Para el caso de la primera de ellas, desde Lorenz para acá se ha avanzado mucho, por ejemplo con las ecuaciones de Navier-Stokesson, un conjunto de ecuaciones en derivadas parciales no lineales que describen el movimiento de un fluido. Esto permite tener una teoría general del sistema climático que mejora su capacidad de predicción aún dentro de su indeterminismo. Así en algunos centros internacionales utilizan metodología para cuantificar la predictibilidad, el índice de la divergencia de la trayectoria del sistema en espacio de la fase puede ser medido (entropía de Kolmogorov-Sinai, los exponentes de Lyapunov, etc.).

Para el caso de la Ecología presenta una inmadurez teórica significativa, existiendo un gran número de trabajos desde el interior de la Ecología que discuten los principales problemas que impedirían alcanzar la madurez teórica y sentar las bases para una Teoría General de la Ecología (si es que esto fuera útil y necesario) (Pickett, Kolasa, y Jones, 2007). El principal obstáculo teórico que se señala son las dudas acerca de cuál sería el estatus epistemológico de las afirmaciones o generalidades que se establecen para explicar esos patrones. A través de los distintos trabajos y autores, las afirmaciones que se proponen para explicar esas regularidades reciben el nombre de leyes generales, leyes, principios, reglas o simplemente proposiciones, de acuerdo al grado de generalización que es posible hacer a partir de ellas o los tipos de organismos que las cumplen.

³⁵ (Begon 2006: 471).

Es notorio en la ecología, especialmente en las teorías que intentan explicar la distribución de los organismos en función del clima³⁶, que al no existir un cuerpo teórico maduro no están claras las relaciones de causa y efecto que determinan los patrones observados. La discusión está planteada en relación a si muchas “correlaciones” son simplemente covariación, esto es, variables que varían similarmente afectadas por las mismas causas o una verdadera relación causal.³⁷ Mientras esto no se resuelva, puede ocurrir lo que señala García en relación a las relaciones causales, cuando afirma que se puede dar una mala interpretación de la sucesión temporal de hechos imponiendo una relación causal a hechos que se suceden en el tiempo pero que no tiene relación. Muy común es el otro punto que indica este autor, cuando se superponen estructuras espaciales, por ejemplo valores de temperatura y de tamaño corporal de organismos, y se considera equivocadamente que responden a un mismo proceso y que son causa y efecto del mismo.³⁸

Estos problemas pueden retrasar la aplicación efectiva de un enfoque desde los sistemas complejos en los efectos del cambio climático sobre los organismos generando problemas para la interdefinibilidad.³⁹ Además el trabajo interdisciplinario que implica la investigación de sistemas complejos responde a la necesidad de lograr la integración del objeto de estudio y más importante en este sentido, el marco conceptual. La ecología y su inmadurez debido a un camino teórico que se ha mostrado excesivamente apegado a la visión tradicional de la ciencia, representa quizás un obstáculo, pero la investigación sobre el cambio climático y sus efectos sobre los organismos representan la oportunidad de analizar y comprender el comportamiento del sistema ecológico mediante un experimento natural, a una escala que jamás se dispuso antes. Por otro lado, el trabajo interdisciplinario en esta problemática debería forzar al desarrollo teórico de la ecología, dado que esta disciplina es la que tiene bajo su dominio el explicar y comprender estos fenómenos.

Antes de pasar al apartado final queda solo remarcar que las propiedades de los sistemas climáticos y ecológicos mencionadas (no linealidad, aleatoriedad, etc.), no representan un obstáculo si se comprende primero que estos los caracteriza como sistemas complejos y que por lo

³⁶ En el trabajo de Scheiner y Willig (2008), estos autores establecen un cuerpo de teorías constituyentes de la Ecología y analizan el grado de madurez de las mismas y concluyendo que la mayoría de ellas no alcanzado ese estado lo que genera la falta de una teoría general de la ecología.

³⁷ En Willig (2003) este autor analiza la relación de los distintos índices de biodiversidad utilizados en función de las variables climáticas que se correlacionan con al latitud.

³⁸ (García 2006: 47).

³⁹ (García 2006: 87).

tanto se deben investigar de acuerdo a ello. El forzar el camino hacia otro tipo de análisis es perder la posibilidad de comprender uno de los fenómenos más importantes de la naturaleza, cómo interaccionan el sistema climático y ecológico en el tiempo y el espacio.

4. El Cambio Climático y los Organismos desde los Sistemas Complejos

4.1 Jerarquía y procesos en la relación clima y organismos

Algunos problemas centrales de la Ecología son el de la “escala”, la identificación de las relaciones entre estructuras de distintos niveles jerárquicos y un tratamiento excesivamente fenomenológico que propone relaciones sin un marco teórico adecuado y que ha dificultado alcanzar una síntesis teórica consistente y una clarificación de la causalidad de los patrones. En este sentido el ordenamiento de los procesos y análisis intervinientes en un problema ambiental realizado por García para el caso de los sistemas complejos, es una herramienta útil para representar adecuadamente las estructuras, procesos, relaciones y patrones, a tener en cuenta para explicar y comprender una problemática como el cambio climático y los organismos.

Hay una coincidencia conceptual en la visión actual de la explicación en ecología⁴⁰ y lo que propuso Rolando García en sus trabajos. En ambos casos se establece que hay estructuras y procesos a diferentes niveles de organización (jerarquías), que existe un nivel de interés y que los que están por encima limitan a este y los que están por debajo contienen los mecanismos explicativos (Figura 1). Para García “Más aún, procesos que pertenecen a un nivel superior actúan, en general, como condiciones de contorno para los sistemas de procesos de un nivel inferior”.⁴¹ Estás reciben en las explicaciones ecológicas, distintos nombres pero son conceptualmente coincidentes: contexto, control, limitaciones, contención y también condiciones de contorno.⁴²

Dado la imposibilidad de detallar todos los aspectos que García afirma se deben tener en cuenta en un proyecto de investigación sobre las

⁴⁰ El análisis más profundo acerca de las explicaciones en ecología y la síntesis teórica necesaria se encuentra en *Ecological Understanding, The Nature of Theory and the Theory of Nature* de Pickett (2007), donde el autor remarca que la comprensión en ecología en un contexto jerárquico implica un nivel inferior y otro superior del de interés.

⁴¹ (García 2006: 152).

⁴² (Wu y David 2002: 10).

problemáticas ambientales, se centra el trabajo en determinar los procesos en los distintos niveles que podrían intervenir, y por lo tanto ser analizados en el caso del clima y los organismos. En la Tabla 1 se detallan los procesos, en los tres niveles propuestos por García, a su vez los mismos están separados en ecológicos y antrópicos. En los últimos años todo el trabajo en conservación de la biodiversidad se ha centrado en la comprensión de los procesos ecológicos que la sustentan.⁴³

A los procesos naturales se les superponen los derivados del uso por parte de los humanos de los recursos terrestres, acuáticos y marinos. Esta visión también estaba presente en García, y de hecho es un rasgo distintivo, los problemas ambientales no pueden explicarse analizando solamente algunas variables naturales. En el primer nivel de procesos García colocaba las modificaciones al medio físico y a la sociedad que lo habita, colocando en los siguientes dos niveles metaprocesos relacionados con cambios en la sociedad y en las políticas nacionales, regionales o internacionales.⁴⁴

En el caso del clima y los organismos existen procesos que modifican el medio físico y biológico en los tres niveles de análisis propuestos por García. Como bien mencionaba este autor, “los tres niveles de procesos requieren de diferentes tipos de análisis. Cada uno tiene su propia dinámica y requiere de la consideración de datos que pertenecen a muy diferentes escalas de fenómenos.”⁴⁵ En este caso, dado que la explicación en ecología se basa en la jerarquización de los niveles de organización intervinientes⁴⁶, en los tres niveles de procesos y análisis propuestos hay procesos de modificación del medio físico y biológico (Tabla 1).

Hay dos principios señalados como característicos de los sistemas complejos que aparecen claramente en la relación clima y organismos. La disposición de los elementos por niveles de organización⁴⁷, en donde cada uno tiene sus propias dinámicas y caracteres emergentes y la evolución del mismo por reorganizaciones sucesivas. Está claro en este caso que los cambios o variaciones en el clima de pequeña escala inducen modificaciones menores en la distribución de los organismos. Sin embargo fluctuaciones mayores como el ciclo Niño/Niña o las glaciaciones provocan una desorganización de la estructura del sistema que determina otro estado

⁴³ (Bennett 2009: 192).

⁴⁴ (García 2006: 56-57).

⁴⁵ (García 2006: 152).

⁴⁶ (Pickett, Kolasa, y Jones 2007: 29).

⁴⁷ Los niveles de organización ecológicos (individuos, especies, población, comunidades, ecosistemas, etc.), interactúan a distintas escalas y en general de manera no-lineal, con la variables climáticas (micro, meso y macroclima). Cada nivel posee sus patrones característicos, pero los niveles superiores van limitando los inferiores y a su vez los niveles inferiores representan los componentes que determinan las propiedades de los superiores.

Procesos	Ecológicos	Antrópicos	Análisis
3er Nivel: procesos de generalidad mayor que determinan dinámicas de nivel anterior.	<ul style="list-style-type: none"> - Variabilidad espacial de la distribución de la energía solar recibida en función de la posición geográfica y la elevación. - Variación espacio-temporal de las formaciones y biomas naturales. - Patrón de distribución de los tipos de suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas Nacionales y Regionales de uso de recursos naturales. - Políticas cambiarias. - Políticas nacionales y regionales de desarrollo. - Demanda regional e internacional de comodities y tecnología. - Políticas nacionales y regionales de distribución de la riqueza. 	3er Nivel: análisis de los procesos nacionales o continentales.
2do Nivel: procesos generales o metaprocesos que limitan o gobiernan el nivel anterior.	<ul style="list-style-type: none"> - Variación espacial de la temperatura, precipitación y evaporación en función de la geomorfología (pendiente, relieve, aspecto y tipo de sustrato). - Variación espacio-temporal de productividad, biomasa, riqueza y diversidad (β y γ) de especies en los tipos de vegetación. - Dinámica de parches de los tipos de vegetación. - Regímenes de flujo de las corrientes que influncian la condición de los hábitats acuáticos. - Regímenes de disturbios naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios y modificaciones en la tecnología utilizada para el aprovechamiento de los recursos naturales. - Variación en el tipo e intensidad de la agricultura y ganadería. - Desarrollo industrial llevado a cabo. - Tenencia y uso de la tierra. 	2do Nivel: análisis de los procesos regionales.
1er Nivel: cambios en el medio biológico, físico, humano y relaciones socioeconómicas.	<p>Variabilidad temporal de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nutrientes, agua y luz para plantas. - Alimento y agua para animales. - Biomasa y Productividad. - Diversidad (α) y Riqueza de Especies. - Coberturas vegetales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación, fragmentación y pérdida de hábitats. - Alteración de flujos hidrológicos. - Alteración o reducción de cuerpos de agua. - Sobreexplotación de recursos. - Introducción de nutrientes o compuestos químicos a los ecosistemas. - Variaciones en la densidad de población. 	1er Nivel: análisis de los procesos locales.

Clima y Organismos

Tabla 1: esquema de los procesos ecológicos y antrópicos que pueden tenerse en cuenta en el estudio del comportamiento del sistema complejo clima-organismos en los distintos niveles de procesos y análisis.

final. En el caso de cambio climático, sería necesario determinar de cuál de los dos casos se trata.

El eje central del problema del cambio climático y los organismos es como aquel afectará la biodiversidad, la cual está determinada por tres rasgos principales de los ecosistemas: composición, estructura y función.⁴⁸ También se establece que no hay un solo nivel de organización fundamental y suficiente, estableciendo a partir del concepto de jerarquía que la biodiversidad debe ser monitoreada a varios niveles de organización y en distintas escalas temporales y espaciales.⁴⁹ Además la mayor parte de los patrones surgidos de estos procesos son no lineales, lo que impide un tratamiento tradicional para alcanzar una explicación adecuada.

Finalmente, no sería necesario tener datos de todos los procesos nombrados en la tabla 1, pero sí parece indispensable que un estudio sobre la problemática ambiental del cambio climático incorpore la mayor cantidad de ellos y que es recomendable que los tres niveles de procesos y análisis estén incluidos. La teoría de la jerarquía sugiere que los niveles más altos de organización incorporan y limitan el comportamiento de los de más bajo nivel, entonces problemas globales como el cambio climático necesitan ser analizados también de manera regional para comprender por ejemplo si los esfuerzos en proteger cierta áreas no son en vano.

4.2 Procesos y análisis en América Latina

Una de la tesis sostenida en este trabajo es que el enfoque tradicional de ciencia empírica no sería adecuado para abordar un problema como el del cambio climático y los organismos. De hacerlo perduraría la visión de que no hay posibilidad de explicar y predecir sus efectos, concluyendo que es imposible llevar adelante eficientes medidas de conservación. América Latina posee en la Amazonia, la región de mayor riqueza y diversidad de organismos de todo el planeta, sin embargo, estudios recientes demuestran que la combinación entre el cambio climático y el uso de la tierra someterían el 80% de su superficie a un cambio rápido de vegetación.⁵⁰ Este trabajo determina que en la región no se puede analizar el cambio climático de manera aislada, debiéndose tener en cuenta su sinergia con los procesos de uso de la tierra.

⁴⁸ (Noss 1990: 357).

⁴⁹ (Noss 1990: 357).

⁵⁰ Quizás el trabajo más actualizado en relación a los efectos del clima y el uso de la tierra en las selvas tropicales del América Latina está Asner (2010), donde analizan los efectos de la deforestación, la tala selectiva y el clima en las décadas pasadas y hacen proyecciones a futuro.

¿Puede pensarse el problema solo a partir de variables climáticas y de organismos? La respuesta es no. ¿Cuántos procesos se deben tener en cuenta un estudio sobre el clima y los organismos en América Latina? La mayor cantidad, por eso el enfoque de un trabajo interdisciplinario de García es necesario. En el mencionado trabajo de Nores (2009), a partir de la medición de solo la Diversidad (α) y Riqueza de Especies a nivel local (Primer nivel de procesos y análisis) se hipotetizan conclusiones causales relacionándolo con un proceso climático de tercer nivel sin la medición de este ni de ninguno proceso intermedio (Tabla 1).

Procesos	Ecológicos	↔	Antrópicos	Análisis
3er Nivel: procesos de generalidad mayor que determinan dinámicas de nivel anterior.			<ul style="list-style-type: none"> - Demanda del mercado regional e internacional de soja. - Demanda del mercado interno. - Políticas cambiarias. 	3er Nivel: análisis de los procesos nacionales o continentales.
2do Nivel: procesos generales o metaprocesos que limitan o gobiernan el nivel anterior.	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio climático de zona seca a húmeda por aumento de la precipitación anual. - Dinámica de parches de los bosques, arbustales y cultivos. 		<ul style="list-style-type: none"> - Intensificación del cultivo de Soja. - Utilización de la tecnología de Labranza Cero. - Utilización de la tecnología de Soja Transgénica y Roundup Ready. - Valor y tenencia de la Tierra. 	2do Nivel: análisis de los procesos regionales.
1er Nivel: cambios en el medio biológico, físico, humano y relaciones socioeconómicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Coberturas vegetales de Bosques y Cultivos. - Topografía de planicie y montaña. - Modificación del flujo hidrológico de los suelos. 		<ul style="list-style-type: none"> - Deforestación para agricultura. - Tala para uso no agrícola (pasturas, carbón y madera). - Expansión agrícola. - Incendios de origen humano. - Variaciones en la densidad de población (emigración rural). - Introducción de compuestos químicos a la tierra. 	1er Nivel: análisis de los procesos locales.

Cobertura Terrestre en Región Central de Argentina

Tabla 2: esquema de los procesos ecológicos y antrópicos que se analizaron en el trabajo de Zak et al (2008) para determinar las causa de los cambios de cobertura terrestres en la región del Norte de la Provincia de Córdoba.

Como ejemplo que permite explicar la realidad compleja de los problemas ambientales, se toma el trabajo What Drives Accelerated Land

Cover Change in Central Argentina? Synergistic Consequences of Climatic, Socioeconomic, and Technological Factors (Zak et al, 2008), realizado en la porción norte de Provincia de Córdoba. El mismo estableció que existen combinaciones sinérgicas de factores climáticos y cambios en el uso de la tierra que tienen el potencial para producir impactos significativos y quizás irreversibles sobre la cubierta terrestre. Los bosques tropicales estacionalmente secos del mundo han recibido muy poca atención, esto es cierto para los bosques del Chaco en América del Sur, que se están perdiendo a un ritmo alarmante, según muchos autores la mayor tasa de deforestación del mundo. El estudio analizó los cambios en la cobertura terrestre que se han producido durante las últimas tres décadas del siglo XX y explicar los factores que han impulsado los mismos.

En la Tabla 2 se esquematizan los procesos que se tuvieron en cuenta y analizaron a partir de datos provenientes de distintas fuentes. A los fines de los objetivos de ese trabajo la lista parece exhaustiva y permite obtener un cuadro situacional bastante acertado de las causas que han provocado cambios significativos en la cobertura vegetal terrestre en el período de tiempo analizado.

Si bien la metodología utilizada no es enteramente la propuesta para los sistemas complejos, los resultados permiten analizar cualitativamente las causas de los grandes cambios en la cubierta terrestre de la zona de estudio, con un 80% del área de bosque que fue originalmente inalterada que está ahora ocupada por cultivos, pastos y matorral secundario. La principal causa de la deforestación ha sido la expansión agrícola con el cultivo de la soja en particular. Esto aparece como el resultado de la convergencia sinérgica de factores climáticos, tecnológicos, y los factores socioeconómicos, que apoyan la hipótesis de múltiples factores para explicar la pérdida de bosques.⁵¹ Sin embargo deja en deuda el pasar de un análisis cualitativo de las relaciones a una modelización cuantitativa que permita establecer acertadamente las relaciones entre los elementos que es lo que determina la estructura del sistema.

Los autores del trabajo mencionan que “También hay una creciente aceptación de que los cambios en el uso de la tierra y el clima interactúan de maneras complejas, produciendo retroalimentación negativa y positiva, de modo que las consecuencias para el ecosistema no son siempre fácilmente predecibles.”⁵² Como se puede observar hacen mención a muchas de las características que Maldonado (2007) menciona para los sistemas complejos.

⁵¹ (Zak 2008: 186).

⁵² (Zak 2008: 181).

Otro aspecto que se puede encuadrar dentro del enfoque de los sistemas complejos es la estratificación que hacen de los procesos y las causas de los fenómenos bajo estudio, “Una de las principales causas del cambio en la cobertura de la tierra es la deforestación y la expansión agrícola, pero los factores (tanto relacionados a las actividades humanas que afectan directamente al medio ambiente, por lo que constituyen fuentes próximas de cambio y las fuerzas motrices fundamentales que subyacen a los procesos sociales que sustentan las causas próximas y/o bien operan a nivel local o tienen un impacto en el nivel regional o mundial), conducen también al declive de los bosques y son aún objeto de debate.”⁵³

En este trabajo también puede verse que al principio del período el sistema estaba en una situación estacionaria, con un clima seco que no permitía el desarrollo de cultivos y la predominancia de los bosques. Luego el cambio en la cantidad de precipitación, la instrucción de la soja y de nuevas tecnología agrícolas ha modificado la estructura del sistema y luego de tres décadas el sistema se encuentra en otro estado estacionario.⁵⁴ Uno de los factores principales de este proceso ha sido el desplazamiento de las isolíneas de precipitación hacia el oeste, que ha permitido el avance de la frontera agrícola desplazando sistemas naturales, lo cual ha modificado el uso del suelo y esto finalmente tendrá efecto sobre el clima.⁵⁵

Finalmente se puede mencionar que el análisis estratificado de los procesos intervinientes es un tratamiento adecuado, sin embargo para alcanzar un enfoque desde los sistemas complejos más ajustado se debería avanzar en otros aspectos de esta metodología. Un punto central es la unificación del marco epistémico, conceptual y metodológico que permita diseñar los hechos y observables necesarios para una adecuada representación del problema ambiental. Sin embargo hay que destacar que bajo la metodología tradicional, tomando como únicos datos las cobertura terrestre y las variables climáticas, se hubiera predicho que los bosques sufrirían una expansión debido al paso de un clima seco a uno húmedo, cuando si se tiene en cuenta el uso de la tierra, se ve que el sistema alcanzó un estado diferente y en sentido opuesto con una reducción considerable de este tipo de vegetación.

⁵³ (Zak 2008: 182).

⁵⁴ Un proceso similar señalaba García para la introducción del sorgo en el Municipio del Valle de Santiago. Surgen varias preguntas, ¿Qué le pasó a la fauna nativa en este período? ¿Si le tendencia de la precipitación se revirtiera que ocurriría?

⁵⁵ (SAyDS 2007: 96).

5. Conclusión

Los problemas ambientales, especialmente los que se derivan de los cambios climáticos, tanto los graduales como los más drásticos, han producido siempre a través de la historia natural de los organismos vivos impactos significativos. A su vez desde la presencia del hombre moderno en la Tierra, este también ha visto modificada su vida por algunos cambios ambientales. Por ese motivo es significativo que la ciencia logre explicar el comportamiento del sistema clima-organismos, dado que eso puede permitir predecir el efecto de los futuros cambios, aunque no la aparición de los mismos, lo cual dará la oportunidad de preservar algunos valores ambientales importantes. Esto es fundamental si, por sobre todas las cosas, los cambios observados se deben a procesos provocados o acelerados por el hombre.

El impacto de las actividades humanas es una de las interacciones que juega un rol central en la distribución de las especies y en la riqueza de los ecosistemas. El impacto sobre la biodiversidad del ser humano es uno de los principales factores que afecta la relación entre la distribución de los organismos y el clima.⁵⁶ Existen trabajos en la actualidad que han demostrado el grado de cambio en la vegetación natural a través del tiempo en función del avance de los ambientes antropizados, los cuales son de tal magnitud en América latina que no pueden no tenerse en cuenta.⁵⁷ Especialmente en esta región, los procesos de modificación del uso de suelo se han agravado en las últimas décadas y se espera que la tendencia continúe, por lo tanto los planteamientos de Rolando García para el estudio de los problemas ambientales en los años 70 cobran mayor vigencia. Como mencionaba ese autor un nuevo marco epistémico necesita de nuevas teorías, las cuales “no fueron producidas por aquellos que encontraron nuevas respuestas a viejas preguntas, sino por aquellos que pudieron formular nuevas preguntas con respecto a viejos problemas.”⁵⁸

Se ha presentado en este trabajo de forma sintética las características de los sistemas complejos y su forma de investigarlos. Todo lo expuesto demuestra que es un enfoque más adecuado para el estudio de los patrones de distribución de riqueza y abundancia de organismos en función del clima, dado que las disciplinas que lo hacen tienen en su dominio como objetos de

⁵⁶ (Nogues Bravo 2009: 524).

⁵⁷ En Ellis et al (2010) se muestra con gran precisión el avance en los últimos tres siglos de los ambientes antrópicos y la notable reducción de los ecosistemas naturales, mostrando la crítica situación de la región de América Latina. Estos autores denominan a estos ambientes *Antrhomes* y en la página <http://ecotope.org> se pueden consultar y bajar las capas GIS.

⁵⁸ (García 2006:40).

estudio, elementos que tiene las propiedades y el comportamiento de este tipo de sistemas. Sin embargo para algunos autores es un inconveniente la necesidad de incorporar a los procesos internos del sistema (ecológicos), los externos (antrópicos) dado que consideran que esto imposibilita la aplicación de la metodología de sistemas complejos.⁵⁹

El apego a la metodología clásica, buscando un modelo explicativo basado en algunas leyes, un esquema deductivo y la predicción a partir de un grupo de escasas condiciones iniciales, no solo no ha permitido comprender el funcionamiento del sistema, sino que ha llevado al pensamiento de que muchas de esas disciplinas (ecología, sociales, etc.), no son verdaderas ciencias. Así se ve postergado el objetivo, y pasará por delante la oportunidad de comprender uno de los procesos más interesante que existe en Planeta Tierra, como el clima a través del tiempo moldea la vida que existe sobre su superficie y como esto afecta a los seres humanos. Esto no es un objetivo menor para la ciencia, acusada muchas veces de ocuparse de problemas ajenos a la sociedad o de poca importancia.

Uno de los científicos que dio origen al trabajo con los sistemas complejos en biología, Stuart Kauffman afirma en su libro *Investigaciones*, “Si la historia no es materia científica, pero es la forma en que manejamos el modo de hacer nuestras siempre cambiantes vidas, es entonces la ciencia y no la historia la que debe cambiar.”⁶⁰ Podemos parafrasearlo diciendo que si la ecología no es materia científica, pero es la forma en que podemos explicar el comportamiento de los organismos en función del clima, es la ciencia y no la ecología la que debe cambiar.

6. Bibliografía

- Arand, Madhur; Gonzalez, Andrew; Guichard, Frédéric; Kolasa, Jurek y Parrot, Lael. 2010. “Ecological Systems as Complex Systems: Challenges for an Emerging Science.” En *Diversity* 2: 395-410.
- Asner, Gregory, Loarie, Scott y Heyder, Ursula. 2010. “Combined effects of climate and land-use change on the future of humid tropical forests.” En *Conservation Letters* 3: 395–403.
- Begon, Michael, Townsend, Colin y Harper, John. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystem*. 4ta Edición. Malden, USA: Blackwell Publishing.
- Bennett, Andrew (2009) “Ecological processes: A key element in strategies for nature conservation” En *Ecological Management & Restoration* 10 (3): 192-199.
- Betz, Gregor. 2009. “Underdetermination, model-ensembles and surprises: on the epistemology of scenario-analysis in climatology”. En *Journal of General Philosophy of Science* 40: 3-21.

⁵⁹ En Anand (2010) se analiza la posibilidad de estudiar los sistemas ecológicos como sistemas complejos como una oportunidad para resolver problemas a nivel de las cadenas tróficas, la dinámica de parches y las fluctuaciones de las poblaciones, indicando ventaja y dificultades de este enfoque.

⁶⁰ (Kauffman 2003: 169).

- Carnap, Rudolph. 1955. *Logical foundation of the unity of science*. International Encyclopedia of United Science. Vol. 1. Chicago, USA: Chicago Press.
- Castle, David. 2001. "A semantic view of ecological theories". En *Dialectica* 55 (1): 51-65.
- Colwell, Robert y Hurr, George. 1994. "Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect". En *The American Naturalist* (144):570-95.
- Cuddington, Kim y Beisner, Beatrix. 2005. *Ecological paradigms lost. Route of theory change*. California, USA: Elsevier Academic Press.
- Cueto, Victor. 2006. "Escala en ecología: su importancia para el estudio de la selección de hábitat en aves". En *El Hornero* 21 (1): 1-13.
- Ellis, Erle; Goldewijk, Kees; Siebert, Stefan; Lightman, Deborah y Ramankutty, Navin. 2010. "Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000." En *Global Ecology and Biogeography* 19(5): 589-606.
- Díaz, Martín. 2010. Escenarios de cambio climático y aves en argentina: problemática para su conservación. En *Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales*, editado por Fernandez Reyes, L; Volpedo, A y Perez Carrera, A. Buenos Aires, Argentina: Red CYTED/PIUBACC. Pag: 363-374.
- García, Rolando. 2006. *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, España: Gedisa SA.
- Gaston, Kevin y Blackburn, Tim. 2006. *Pattern and Process in macroecology*. 2da Edición. Malden, USA: Blackwell Science Ltd.
- Haegeman, Bart y Rampal . 2010. "Entropy maximization and the spatial distribution of species." En *The American Naturalist* 175 (4): E74-E90.
- Hawkins, Bradford; Diniz, José; Jaramillo, Carlos y Soeller, Stephen. 2006. "Post-Eocene climate change, niche conservatism, and the latitudinal diversity gradient of New World birds." En *Journal of Biogeography* 33 (5): 770-780.
- Hawkins, Bradford; Diniz, José; Jaramillo, Carlos y Soeller, Stephen. 2007. "Climate, Niche Conservatism, and the Global Bird Diversity Gradient." En *The American Naturalist* 175 (4): 16-27.
- Intergubernamental Panel of Climatic Change. 2007. Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Levin, Simon. 1992. "The Problem of Pattern and Scale in Ecology: The Robert H. MacArthur Award". En *Ecology* 73(6): 1943-1967.
- Lewontin, Richard.1998. *Genes, organismos y ambiente*. Barcelona, España: Gedisa.
- Lorenz, Edward. 1963. "Deterministic Nonperiodic flow." En *Journal of the Atmospheric Sciences* 30: 30-141.
- Lorenz, Edward. 1964. "The problem of deducing the climate from the governing equations." En *Tellus* 16: 1-11.
- Maldonado, Carlos. 2007. *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicaciones*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Mayle, Francis; Beerling, David; Gosling, William y Bush, Mark. 2004. "Responses of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes since the last glacial maximum." En *Philosophical Transactions of the Royal Society* 359: 499-514.
- Morin, Edgar. 1990. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.
- Murray, Bertram. 2001. "Are ecological and evolutionary theories scientific?" En *Biological Review* 76: 255-289.
- Nogués-Bravo, David. 2009. "Predicting the past distribution of species climatic niches". En *Global Ecology and Biogeography* 18: 521-531.
- Nores, Manuel. 2009. "Are bird populations in tropical and subtropical forests of South America affected by climate change?" En *Climatic Change* 97: 3-4.
- Noss, Reed. 1990. "Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach". En *Conservation Biology* 4 (4): 355-364.

- Newton, Ian. 2003. *Population limitation in birds*. 1ra Edición. Londres, UK: Elsevier Academic Press.
- Pickett, Steward, Kolasa, Jurek y Jones, Clive. 2007. *Ecological understanding: the nature of theory and the theory of nature*. 2da Edición. Londres, UK: Elsevier Academic Press.
- Root, Terry. 1988. "Energy constrains avian distribution and abundances." En *Ecology* 69 (2): 330-339.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2007. *Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Buenos Aires, Argentina: SAsyDS.
- Scheiner, Samuel y Willig, Michael. 2008. "A general theory of ecology". En *Theoretical Ecology* (1): 21-28.
- Scheiner, Samuel y Willig, Michael. 2005. "Developing unified theories in ecology as exemplified with diversity gradients." En *The American Naturalist* 166 (4): 458-469.
- Sherratt, Thomas y Wilkinson, David. 2009. *Big Questions in Ecology and Evolution*. 1ra Edición. New York, USA: Oxford University Press.
- Sterelny, Kim. 2001. "The reality of ecological assemblages: a palaeo-ecological puzzle." En *Biology and Philosophy* 16: 437-461.
- Thomson, Lonnie; Mosley-Thomson, Ellen y Henderson, Keith. 2000. "Ice-core paleoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum." En *Journal of Quaternary Science* 15: 377-394.
- Turner, Monica; Gardner, Robert y O'Neill, Robert. 2001. *Landscape ecology in theory and practice : pattern and process*. 1ra Edición. New York, USA: Springer Inc.
- Willig, Michael., Kaufman, David. y Stevens, Robert. 2003. "Latitudinal gradients of biodiversity: Pattern, Process, Scale, and Synthesis." En *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 273-309.
- Wolfe, Jared y Ralph, John. 2009. "Correlations between El Niño–Southern Oscillation and Changes in Nearctic–Neotropical Migrant Condition in Central America." En *The Auk* 126(4): 809–814.
- Wu, Jianguo y David, John. 2002. "A spatially explicit hierarchical approach to modeling complex ecological systems: theory and applications." En *Ecological Modelling* 153: 7–26.
- Zak, Marcelo; Cabido, Marcelo; Cáceres, Daniel y Díaz, Sandra. 2008. "What Drives Accelerated Land Cover Change in Central Argentina? Synergistic Consequences of Climatic, Socioeconomic, and Technological Factors." En *Environmental Management* (42):181–189.

CAPÍTULO VII

Agroecosistemas, autopoiesis y complejidad

Lisette Bustillo García* y
Juan Pablo Martínez Dávila**

1. Introducción

El interés de este trabajo es explorar un enfoque teórico-conceptual, para abordar el estudio de los agroecosistemas como sistemas complejos, teniendo a la autopoiesis social como ensamble necesario para lograrlo. En el estudio de los agroecosistemas, se hace cada vez más evidente que a pesar de la extensa producción científica y de los diferentes enfoques epistemológicos, se mantiene latente la necesidad de planteamientos teóricos que conjuguen e integren los diversos elementos que participan. Elementos que hasta el momento se han manejado como parte de un sistema natural, para el caso de los recursos naturales y como parte del sistema social para el caso de las sociedades.

Los discursos teóricos, hasta ahora, han sido instrumentalistas y en el mejor de los casos estructural-funcionalistas. Las mejores aportaciones se han quedado en el estudio de sistemas cerrados, observando las relaciones agua-suelo-planta-clima, en el pleno de un vacío social. Por lo que es necesario transitar desde enfoques de explotación y control hacia otros de comprensión y conservación, donde el ser humano sea considerado

* Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Dpto. Socioeconómico. Maracaibo, Edo. Zulia, Venezuela. Tel: 02617596150 E-mail: lisette.bustillo@fcv.luz.edu.ve.

** Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Programa en Agroecosistemas Tropicales. Apartado Postal 421. CP 91700. Veracruz, Ver. Tel: (52)-(229)- 201 07 70. E-mail: jpmartin@colpos.mx

sujeto/objeto de investigación y parte fundamental para entender los sistemas complejos en los que estamos inmersos.

La propuesta de este trabajo es tomar la propuesta Luhmaniana, de considerar un sistema mayor al agroecosistema, donde la estructura obedece a las estrategias funcionales que las culturas locales han definido históricamente. De esta manera, el manejo de los agroecosistemas es resultado de esa dinámica social que es su cultura construida. El sistema autopoietico propuesto por Luhmann, contiene en su funcionamiento la reproducción social de su manejo agropecuario, construido y reproducido por sus procesos culturales históricos, los cuales es necesario entender, describir y explicar, para, con base en ello, proponer a esos grupos sociales planes para su propio desarrollo basados en la atención a sus demandas, el aprovechamiento racional de sus potencialidades y la resolución a sus problemas tecnológicos aún no concientizados. Una de las ventajas que presenta el enfoque autopoietico es la concepción de sistemas clausurados operativamente, los cuales teóricamente permiten procesos de permeabilidad con el contexto, sin que se modifiquen sustancialmente los procesos culturalmente reproductivos, permitiendo con ello mantener en observación el tejido fenomenológico, endógeno y exógeno al sistema autopoietico bajo estudio. Finalmente, en este trabajo se plantea que en la medida en que se comprenden hermenéuticamente los procesos de reproducción culturo-sociales, puede interpretarse mejor la dinámica agropecuaria regional y plantear, con base en ello, estrategias sustentables económica y ambientalmente.

2. Problematización de los agroecosistemas

El estudio de la agricultura, bajo un enfoque de agroecosistema, con una especial dedicación académica, se dió desde los años setentas hasta alrededor de los noventas. La investigación en agroecosistemas fue considerado eje central del estudio de la relación hombre naturaleza para producir los alimentos, materias primas y servicios ambientales que la sociedad demanda. Esto sucedió paradójicamente, de manera ateorica y sin interés por construir el concepto de agroecosistema. La producción fue importante y vertiginosa sobre todo en cuanto a diseños tecnológicos, pero sin tener claro que era lo que se estudiaba. El enfoque era bien intencionado pero demasiado romántico.

Aún cuando se logró introducir conceptos de cibernética, considerando al tomador de decisiones como controlador y al enfoque

ecológico como una guía para buscar equilibrios dinámicos en el sistema, la falta de teorías y conceptos fundamentales, le impregnó debilidad al enfoque y éste fue desplazado por el de sustentabilidad. El enfoque de sustentabilidad fue política y económicamente apoyado por los organismos internacionales con lo que intentaron reparar los daños ambientales generados por un modelo económico que con ello aceptó fallas de concepción y ejecución. De esta manera, académicos, intelectuales y políticos dejaron de estudiar el agroecosistema para tratar con la sustentabilidad, concepto también atóxico, así como, contradictorio y confuso.

Sin embargo, el agroecosistema como un modelo de la actividad agrícola, en la búsqueda de responder a la pregunta de Marcuse (1973) mantiene su importancia fundamental

Lo que está en juego ahora son las necesidades mismas. En la etapa actual la pregunta ya no es sólo ¿Cómo puede satisfacer el individuo sus propias necesidades sin dañar a los demás?, sino ¿Cómo puede satisfacer sus necesidades sin dañarse a sí mismo, sin reproducir, mediante sus aspiraciones y satisfacciones, su dependencia respecto de un aparato de explotación que, al satisfacer sus necesidades perpetúa su servidumbre? El advenimiento de una sociedad mejor se caracterizaría por el hecho de que el aumento de bienestar pasase a ser una cualidad de vida esencialmente nueva

¿Por qué transitar de enfoques simplificados de la segunda generación de sistemas hacia una tercera? Es porque en esta última se tiene claro que la complejidad se da en los sistemas. Un elemento aislado no puede aumentar su complejidad porque no interactúa con otros elementos de un sistema. En opinión de Agudelo y Alcalá (2008:3) la complejidad es un proceso que sigue la misma ecuación no lineal de la evolución y ocurre con base en crisis sucesivas.

La complejidad no tiene un opuesto sencillo, no es antónimo de complejo, sino que es complementario de éste. La complejidad en realidad es un proceso dinámico no lineal. En virtud de ello, cabe preguntarse acerca de cómo transitar desde el estudio y transformación de los agroecosistemas, hacia lo que podría ser su sistema mayor: el autopoietico, en una especie de autopoiesis más funcional que socio-cultural, lo cual conduciría inevitablemente a entrar al tejido en conjunto todavía inextricable de la complejidad. Son estas ideas en general lo que conduce a este documento,

en un esfuerzo por conducir la descripción, análisis y síntesis teórica y después práctica de los agroecosistemas.

3. El agroecosistema como sistema

Antes de conceptualizar al agroecosistema, es necesario hacerlo para el sistema, para lograrlo se debe explorar su internalidad, contextura y valor de uso. Para ello se apoya primero en Herrscher y Gharajedaghi (2005:17-19, 40-41). En realidad un concepto sistémico, es la habilidad para integrar diferentes conclusiones en un todo coherente, para ello se necesita de un lenguaje de interacción que nos permita ver a través del caos para entender la complejidad.

Gharajedaghi, a través de una breve sinopsis histórica de las principales tradiciones teóricas revela que, mientras el enfoque analítico permanece esencialmente intacto después de alrededor de cuatrocientos años, el pensamiento sistémico, sin embargo, ya pasó por tres generaciones de cambio. La primera generación de pensamiento sistémico (la investigación operativa) trataba de la interdependencia, en el contexto de los sistemas mecánicos (determinísticos). La segunda generación de pensamiento sistémico (cibernética y sistemas abiertos) trataba del doble desafío de la interdependencia y de la auto-organización, en el contexto de sistemas vivientes. La tercera generación, responde al triple desafío de interdependencia, autoorganización y libertad de elección, en el contexto de sistemas socioculturales.

De esta manera las organizaciones sociales son sistemas abiertos y sólo pueden ser entendidos en relación con su contexto. Estos sistemas tienen capacidad para auto-organizarse y crear orden a partir del caos. El orden del sistema social funciona igual que en un sistema biológico; donde el ADN de un sistema social es su cultura. El concepto central de esta versión del enfoque sistémico en el mundo es el desarrollo. En contraste con la visión mecánica y biológica, que se ocupan de la eficiencia y del crecimiento, mientras el enfoque sistémico se ocupa del desarrollo. Entendiendo al desarrollo de los sistemas sociales como una transformación intencional hacia niveles superiores de integración. Es un proceso de aprendizaje colectivo por el cual incrementa su habilidad y deseo de servir a sus miembros y a su contexto. En consecuencia deseo y habilidad son dos componentes básicos del desarrollo.

Es necesario aclarar que en esta versión de desarrollo lo que interesa por encima de las demás necesidades es sostener la vida de la raza humana

en el planeta, lo cual no podrá ser conseguido sin un bienestar social racional mundial, en la dinámica de una economía racionalmente manejada y en el uso racional de los recursos naturales, en específico materia y energía.

Sin embargo, es inevitable un argumento de Herscher para enfrentar al pensamiento sistémico y a la complejidad misma. ¿Qué es un sistema? Él mismo afirma que casi todos han dicho hasta la segunda generación, que es un conjunto de elementos interrelacionados con un objetivo común. Pero en realidad somos nosotros los que lo hacemos sistema: al mirarlo, al verlo como sistema, al decidir considerarlo integrante de una categoría que tiene ciertas propiedades. ¿Entonces todas las cosas en este complejo mundo son sistemas? Herrscher argumenta aclarando: 1) Los sistemas no son cosas, sino que hay cosas a las que decidimos tratar como sistemas, y 2) que ni siquiera todas son cosas. Hay artefactos como un coche o una plancha a los que llamamos sistemas mecánicos, hay organismos vivos como un perro y el gato que tenemos en casa, o como cada uno de nosotros mismos o, concretamente, nuestros cuerpos, a los que llamamos sistemas biológicos. Hay organizaciones como una fábrica o como nuestras familias, o como nuestro gobierno o nuestro país a los que llamamos sistemas sociales, y hay creencias, ideas, comportamientos, como lo pueden ser las ideologías, las religiones, las culturas, a los que llamamos sistemas de ideas. Finalmente, la condición de sistema no es una cualidad intrínseca de la cosa, sino una actitud o apreciación de quien, simplemente porque los sistemas no son, sino los vemos como.

Así, los sistemas son abstracciones de la realidad que el hombre ha hecho para ayudarse a entender su mundo complejo. Los sistemas no son, sino es un instrumento para observar a la realidad, que de cualquier manera es procesada, analizada y sintetizada en el mundo ciego de nuestra mente y cerebro, lo que obliga a la complejidad a entrar en las intrincadas profundidades de la mente del ser humano.

4. Los agroecosistemas como elemento de sistemas autopoieticos

El ensamble teórico-metodológico que necesitamos se ha tomado de Dávila (1999: 78-79). Él se apoya en las dificultades que se han dado para hacer complementarios los enfoques cuantitativo y cualitativo, donde la complejidad obliga a verla en escalas de grises, dependiendo de nuestras necesidades argumentales. Para explorar tal escala de grises, este autor se pregunta: ¿Cómo marcar sus diferencias? Estableciendo que tipo de táctica y

estrategia le son propias a esa escala de grises: las de la primera cibernética en el caso de la perspectiva distributiva y las de la segunda en el caso de la perspectiva dialéctica. La perspectiva estructural se queda a medio camino de las dos cibernéticas, ya que se aleja de la primera sin alcanzar la segunda, situándose en el medio de las dos, lo que genera un sistema organizacionalmente cerrado e informacionalmente abierto, es decir, un sistema autopoiético.

Pero, ¿Y que es un sistema autopoiético? Un sistema autopoiético, según Maturana y Varela (1986) es aquel que literalmente se produce continuamente a sí mismo, y se constituye como distinto del medio circundante por medio de su propia dinámica. Es decir, traza una frontera en torno a sí mismo, auto-constituyéndose en unidad (pues forma conjunto): esta forma de organización es propia de todo ser vivo. Sin embargo, la percepción de autopoiésis que interesa a este documento es la de Niklas Luhmann (2002: 118-125) con un enfoque marcadamente sociológico, aunque con frecuencia Luhmann alude a Maturana como creador del concepto y realiza críticas a sus planteamientos. Considerando que los agroecosistemas son reproducidos fundamentalmente por criterios culturales, en el sentido de clausura operativa del sistema, puede plantearse que los agroecosistemas en conjunto podrían conformar sistemas autopoiéticos.

Pregunta Luhmann: ¿Por qué el nombre de autopoiésis? Maturana describe que el concepto surge cuando trabajaba con estructuras circulares, sin considerar atinada la palabra, surgió una discusión entre los términos aristotélicos praxis y poiésis. Quedó claro que la poiésis es algo que se produce dentro de sí mismo, con el añadido de la palabra auto (por sí mismo). Así, en el concepto de autopoiésis, la producción consiste en producirse a sí mismo. Operación que no tiene sentido si se expresa como autopraxis, ya que se trataría de una reduplicación de lo que la praxis ya hace por sí misma.

Así, la célula se auto reproduce al interior de ella misma, aunque recibe nutrientes y tiene salidas de energía y desperdicios, precisamente por la característica de ser un sistema clausurado operativamente (permeable). Es esta misma idea la que se plantea para un sistema autopoiético agrícola, determinado por su cultura en el manejo de los agroecosistemas, donde la propia cultura y sus entes culturales (agricultores) reciben influencia externa por su permeabilidad autopoiética, pero su reproducción está condicionada por la cultura de grupo.

Si existe un agente externo, que intenta introducir mejoramiento en un agroecosistema y no entiende esa cultura de grupo rural, heredada

históricamente, que conforma un sistema autopoietico, se corre el peligro de romper ese delicado tejido culturo-social auto-reproducido por la fuerza identitaria de la propia subsistencia rural. De tal manera, que ese proceso cultural es el que conforma el sistema autopoietico mismo.

Finalmente, Luhmann introduce una idea que se acopla perfectamente a la idea central de este documento, el impacto del término autopoiesis se le sobrevalora y subvalora. Se subvalora el principio de clausura operativa, lo cual, aunque es teóricamente radical, aún no se ha estudiado en un nivel tal que permita contar con evidencias validadas.

Se ha sobrevalorado, en cambio el carácter explicativo del concepto. El concepto de autopoiesis argumenta Luhmann, es sólo un punto de partida al que tienen que seguir otros conceptos complementarios que contribuyan a generar cada vez mejores modelos de la complejidad en la realidad. La autopoiesis es entonces, un principio teórico que de una manera particular responde a la pregunta de que es la vida social y las conciencias que la componen. El concepto de autopoiesis requiere de ayudas decisivas, como la del concepto de acoplamiento estructural.

Algo que ni Maturana ni Luhmann parecen tomar en cuenta es que los conceptos de sistema, agroecosistema, autopoiesis y complejidad son sólo modelos conceptuales de la realidad, son una abstracción en la mente de hombres que intentan explicarse su mundo, lo cual va avanzando en complejidad en tiempos tan cortos que su vertiginosidad, en ocasiones, impide al autor y al lector darse cuenta que la auto referenciación, es cada vez más, un instrumento para verse a sí mismo como sujeto y objeto de su propia investigación, generando con ello procesos inter subjetivos de gran valor explicativo.

Sin embargo, la autopoiesis de los agroecosistemas en sus diferentes tipos y niveles, que prioriza el entendimiento del funcionalismo de sistemas socioculturales que se reproducen históricamente o bien se erosionan por procesos transculturales, que de cualquier manera generan otros sistemas autopoieticos de calidades mixtificadamente múltiples y que generan también sistemas hiper complejos, aun no estudiados adecuadamente

5. La complejidad de los agroecosistemas como sistemas autopoieticos

Los sistemas autopoieticos de agroecosistemas, inclusive de autoreproducción diferente, se interrelacionan de manera cada vez más compleja, esto conduce al estudio de los agroecosistemas en su

funcionamiento como redes complejas, donde lo humano, lo social, lo económico, lo político y sus conflictos y contradicciones, es lo que se trata de ver en su tejido fenomenológico, para ello habría que internarse un poco en los fundamentos filosófico-teóricos de la complejidad.

Edgar Morin (Consulta Dic. 2010) valora que pueden considerarse históricamente dos concepciones de desarrollo, una en la que se consideró que el desarrollo tecno-científico, económico era suficiente para remolcar el tren del desarrollo humano (libertad, democracia, autonomía, moralidad) aunque, argumenta Morin, este tipo de desarrollo ha traído más bien subdesarrollos mentales, síquicos y morales, sin considerar que el problema fundamental de ese enfoque es que el desarrollo humano, como un concepto multidimensional y no sólo uno de valoración eficientista.

Argumenta Morin, que en una especie de concepto promedio, enmendado del solamente técnico-eficientista, por cierto, propuesto por los generadores del mayor desequilibrio generado por el hombre en su propia historia, es la idea del desarrollo sostenible, el cual introduce las ideas del porvenir del planeta, de los seres humanos y la salvaguardia vital de la raza humana, que es una consideración ética

Piensa Morin, que el tipo de desarrollo eficientista, basado solamente en la cuantificación y el cálculo, considera el bienestar humano únicamente en términos cuantitativos y monetarizados. No se busca observar los problemas de las calidades de vida que muchas veces escapa a la cuantificación. Por ejemplo, el tipo tradicional antiguo de agricultura familiar polivalente era una economía que permitía subsistir con un pequeño sector monetarizado para los intercambios. Es una vida menos fea que la vida de una persona que se encuentra sin dinero en los barrios pobres de las ciudades, en un mundo totalmente monetarizado y que permite valorar que con sólo un pequeño esfuerzo, el sector agrícola no tendría solo mejor calidad de vida, sino que probablemente sería más feliz que un ciudadano estresado permanentemente.

Se puede decir entonces, que el desarrollo humano significa principalmente integración, dialogo permanente entre lo técnico-económico con las ideas éticas de solidaridad y responsabilidad sociales y humanas. Propone Morin, que no se debe subordinar más el desarrollo humano al desarrollo económico, ello es, el papel ético fundamental y no ser simples objetos de la maquinaria económica, así como renacer en una nueva aventura humana.

Plantea Morin, (aunque hay quien lo atribuye a Piaget): "...Las ciencias humanas tratan del hombre, pero éste no es solamente un ser síquico y cultural, también es un ser biológico, por ello las ciencias humanas

están de cierta manera enraizadas en las ciencias biológicas, las cuales están enraizadas en las ciencias físicas, ninguna de ellas, evidentemente, reductibles la una de la otra. Sin embargo, las ciencias físicas no son el pedestal último y primaria sobre el que se edifican las otras; las ciencias físicas, por fundamentales que sean, son también ciencias humanas en el sentido que aparecen dentro de una historia humana y de una sociedad humana”.

La anterior cita, parece ser una alusión directa al elemento central de este manuscrito: Él y los agroecosistemas. El manejador, decididor del qué y cómo conducir al agroecosistema, es el hombre o bien un grupo de ellos que son también seres síquicos, culturales y biológicos, los cultivos, crianzas y su producción y comercialización son procesos biológicos, sociales y económicos, pero no puede negarse la necesidad de acudir a las ciencias físicas para entender las cajas negras de tan complejos fenómenos.

Sin embargo, tal como Bolaños (2002:4) aún queda espacio para la indeterminación, el asombro y lo novedoso. Es claro que se debe avanzar hacia la re-articulación de las disciplinas, pero lo importante es tener el espíritu crítico que permite ver sentido nuevos de las cosas. Cabe tener en cuenta lo que señaló Roland Barthes (1987:104), para quien escribir es no solo sacar el yo, sino dispersarlo y de esta manera, se convierte en texto. Barthes ha mostrado el valor de la metáfora como reveladora de los sentidos y que nos permite movernos dentro del complejo mundo contemporáneo

6. Reflexiones finales

Desafortunadamente, los enfoques analíticos, mecanicistas, reduccionistas con su vigencia de más de 400 años nos hicieron pensar que la naturaleza era tan simple como se pudiese descomponer. Por lo contrario, el beso por ejemplo, menciona Morin, depende de las condiciones culturales e históricas en que se aborde. Hace 50 años o más, el beso en Japón era inconcebible e incongruente. Es decir, la naturaleza no ha sido lo suficientemente gentil como para hacer las cosas tan simples como quisiéramos: Hay que enfrentar su complejidad.

Es por ello, que las teorías de la complejidad a las que se ven abocadas no pocas disciplinas, tanto en las ciencias físicas como en las biológicas, las matemáticas o las ciencias socio-culturales, están apuntando a un trasfondo en el que se construye una nueva epistemología: la epistemología de la complejidad. De lo cual se pregunta Morin (2004:1) ¿Cómo entenderla? Bueno, el camino comienza a andarse, ya no solo las

disciplinas tienen que construir nuevas epistemologías, los enfoques teóricos necesitan construir las también. Guy Trebil (1990) con base en un modelo dialéctico materialista de categorías, procesos y relaciones dialécticas, inserta un ensamble funcional-estructuralista, donde lo que el modelo marxista llamó proceso ecológico, Trebil le llama ecosistema a los procesos de trabajo y a los de producción inmediata dialécticos les llama agroecosistemas. Este ensamble que parecería absurdo hace 50 años, hoy ayuda a entender mejor el mundo. Ello da fortaleza explicativa a su modelo a través de lo instrumental funcionalista, tomando en cuenta los conflictos y contradicciones de la dialéctica materialista.

En síntesis, estudiar, diseñar, operar, evaluar agroecosistemas, tal como se ha hecho con el enfoque estructural-funcionalista, se dinamiza y amplía bajo el concepto funcional estructuralista de autopoiesis de Luhmann, y permite entrar en el pleno del pensamiento complejo. Recordando siempre que la complejidad no es una respuesta, es más bien una interrogante a responder.

7. Bibliografía

- Agudelo, Guillermo y Alcalá, Guillermo. 2008. *La Complejidad*. (citado 22-05-2008) disponible en <http://www.redcientifica.com/doc/doc200301110300.html>.
- Bolaños, Fernando. 2001. El desafío de lo inesperado: el aporte sobre el pensamiento complejo de Edgar Morin. Curso virtual sobre Pensamiento Complejo. www.reduc.cl. pp. 1-5
- Herrschel, Enrique. 2005. *Pensamiento Sistémico: caminar el cambio o cambiar el camino*. Editorial Granica. México, D.F. pp. 17-19, 40-41.
- Delgado, Juan Manuel y Gutiérrez Juan. 1999. Las perspectivas metodológicas cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales: Debate teórico e implicaciones praxeológicas, En: *Métodos y Técnicas Cualitativas de Investigaciones Sociales*. Coordinado por Delgado y Gutierrez. Tercera Edición. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España. pp. 69-83.
- Luhmann, Niklas. 2002. *Introducción a la teoría de sistemas*. Segunda edición. Universidad Iberoamericana. México, D.F. pp. 118-125.
- Marcuse Herbert. 1973. *Un ensayo sobre la liberación*. Tercera edición. Editorial Joaquín Mortiz. México, D.F. p.
- Maturana, Humberto y Varela, Francisco. 1986. *El árbol del conocimiento*. Universitaria. Santiago de Chile. p. 34
- Morin, Edgar. 2010. Sobre la interdisciplinariedad. (citado 10-12-2010) disponible en www.pensamientocomplejo.com.ar
- Morin Edgar. 2004. La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología* No. 20. Buenos Aires Argentina. p. 20.
- Trebil Guy. 1990. Principles and stops of the Method of Diagnosis on Agrarian Systems: A case Study From Sathing Phra, Area – Southern Thailand. En: *Farming Systems Research and Development in Thailand*. Editado por Guy Trebil. N° edición 2°. Haad Yai: Editorial Prince of Songkla Universities. Thailand, pp. 29-62

CAPÍTULO VIII

La evaluación de la complejidad del espacio geográfico desde el enfoque sistémico

Un modelo de evaluación sistémica para cuencas hidrográficas

Elvira Aidee Suarez Montenegro*

Introducción

En la actualidad, la expansión de sus oasis productivos a través de las actividades vitivinícolas, olivícolas, mineras y turísticas es cada día más importante en la Provincia de San Juan. Este proceso común en todo el mundo, también aquí generó impactos negativos en el medio natural, lo que llevó a una preocupación constante.

Se implementaron medidas destinadas a la caracterización de los recursos naturales, evaluación de impactos ambientales y al mejoramiento del medio ambiente en algunos casos. Aún así, los resultados fueron parciales porque el rumbo elegido para definir las medidas fue focalizado o sectorial ya que no consideró la complejidad del espacio geográfico.

Como respuesta a esto, la geografía ofrece enfoques metodológicos como el modelo sistémico que permite superar estas limitaciones y lograr una evaluación de manera integral. Este último aspecto resulta básico para una correcta toma de decisiones cuya importancia radica en la consideración

* Instituto de Geografía Aplicada, Universidad Nacional de San Juan. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), elvira.sm@conicet.gov.ar

de los recursos naturales y antropogénicos como un sistema con sus partes interrelacionadas.

Se propuso como objetivo general para la realización del proyecto: “Comprender el funcionamiento integral de una cuenca hidrográfica desde un enfoque sistémico geográfico, con el fin de proponer un plan estratégico de manejo al uso actual de los recursos naturales en la región de Precordillera”.

Se seleccionó, como unidad de investigación, la cuenca drenada por el río de la Ciénaga. Las razones fundamentales son su proximidad a los valles más habitados de la Provincia de San Juan y su alta influencia en el abastecimiento de agua para consumo humano a zonas habitadas urbanas.

Se planteó como hipótesis que las cuencas hidrográficas de la región precordillerana sanjuanina se comportan como sistemas abiertos complejos, debido a la diversidad de sus variables naturales y antropogénicas. Por lo tanto estas cuencas poseen dinámicas particulares ligadas a procesos como el desarrollo de laderas, surgimiento de ciénagas, desplazamiento de fauna, dinámica humana y flujos físico-químicos; lo que las convierte en módulos aislados o bien las agrupa en conjuntos.

Para el logro de estos objetivos se trabajó en base al paradigma geográfico sistémico. El modelo de evaluación sistémico geográfico de base física se denominó M-SIGEC (Modelo Sistémico Geográfico para la Evaluación de Cuencas). Se utilizaron como software Ilwis 3.3, Statgraphic y ENVI.

El proyecto de investigación se desarrolló de acuerdo a cinco etapas que se correlacionaron con los objetivos específicos:

- 1° Etapa con selección, análisis geoestadístico, matricial y multicriterio de los indicadores de las variables naturales y antropogénicas del sistema abierto complejo.
- 2° Etapa de diseño y elaboración de encuestas a expertos a partir del Método DELPHI.
- 3° Etapa de análisis correlacional y establecimiento de unidades síntesis.
- 4° Etapa de creación de contextos virtuales futuros del sistema - cuenca seleccionada con diferentes situaciones (sequía, aluviones, desertificación, implementación de prácticas que minimicen la pérdida de agua, etc.). Se incorporó la creación del SIG.
- 5° Etapa de elaboración del plan de manejo con abordaje de pertinencia cultural y diagramación de la oferta del modelo y SIG hacia los usuarios de la cuenca.

La mayor parte de las actividades se ejecutaron en gabinete y las relacionadas al trabajo de campo se hicieron en zonas de fácil a difícil acceso e incluyó relevamiento, medición y recolección de especies vegetales, control de cartografía geomorfológica, medición de infiltración y retención de los terrenos, PH - temperatura y banco de semillas en suelos, muestreo de agua y encuestas.

Los resultados de la investigación se organizaron a través una indagación conceptual de la Teoría General de Sistemas que permitió establecer el marco teórico, estructurar a la cuenca como un sistema abierto complejo y seleccionar las variables con sus indicadores más descriptivos. Luego se hizo la caracterización del sistema natural de la cuenca a partir de la variable hidrográfica, geológica, edafológica, climática, geomorfológica, biogeográfica y antropogénica, definida todas por parámetros, clasificaciones y cartografía específica. Se trató de forma separada la variable hidrogeomorfológica, quizás la más compleja propuesta para la evaluación del sistema natural. El motivo fue la seria problemática que acusan los aluviones en la cuenca, este análisis resultó en la identificación de zonas sensibles y potenciales en la cuenca, como así también el planteo de una urgente atención y control de la problemática.

El análisis sistémico de la cuenca permitió definir unidades ambientales similares dentro de ella, resultado de las interacciones entre las variables que caracterizan las diferentes subcuencas estudiadas. Se expone en el presente escrito las unidades resultantes sobre las que se recomiendan algunas propuestas de mitigación a los impactos negativos.

2. La importancia del enfoque sistémico para el estudio de la cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga

Dado que el espacio donde vive el ser humano conviene corregirse; se debe reconocer que está compuesto por numerosas variables que poseen rangos y dinámicas diferentes, funcionamiento organizado, estructura marco limitada, depósito de reservas y una red de comunicaciones.

Como es necesario, entonces, hacer más sencilla su comprensión “con la Teoría General de Sistemas se busca una solución para la complejidad del mundo real. La descompone en estructuras simplificadas, pero que son totalmente subjetivas, sólo existen en la mente del investigador” (Capitanelli, 1998: 28).

Así desde la visión sistémica, el espacio geográfico es un conjunto de sistemas en los que se observa alta cohesión y complejidad de recursos

naturales y acciones antropogénicas. Vale la aclaración sobre la aplicación del enfoque sistémico geográfico, su significado y evolución a lo largo del tiempo para abordar esta problemática.

Las raíces de la teoría sistémica son complejas, se atribuye las bases a la Ingeniería Energética y a la Política. La historia del concepto sistema incluye muchos nombres ilustres y obras preliminares sobre la Teoría General de Sistemas como: “Leibniz con Filosofía natural, Nicolás de Cusa con su Coincidencia de los opuestos y De Ludo Glohi; Paracelso y de su Medicina mística a la visión de la historia, De Vico e Ibn-Kaldun, con Sucesión de entidades o sistemas culturales; Marx y Hegel con Dialéctica, Hermann Hesse con Glasperlenspiel” (Butterfield, 1982: 34). Se agrega Köhler (1924:56) con Gestalten físicas y su postulación de Teoría General de Sistemas y la obra clásica de Lotka (1925:69).

No obstante, la necesidad y factibilidad de un enfoque sistémico aparece en la tercera década del siglo XX con Ludwig Von Bertalanffy, quien ante un enfoque mecanicista de la época que generaba desconciertos, hizo hincapié en el descubrimiento de los principios de organización de un sistema en sus diversos niveles.

Desde 1925 aparecieron los primeros enunciados de Von Bertalanffy. Para obtener una primera generalización se profundizó en los sistemas abiertos a través del concepto de termodinámica irreversible y resultó en otra generalización que explica que la mayoría de los fenómenos biológicos, sociales y también geográficos, pueden abordarse por expresiones y modelos matemáticos. Este proceso dejó al descubierto que el estudio de los sistemas no está restringido a la física o química. Si hoy esta idea se lleva a la práctica, se coloca en un tapete a las ciencias exactas porque los sistemas resultan en configuraciones espaciales; van de la estructura hacia el paisaje.

“La Teoría General de Sistemas se recibió con incredulidad por inexistente, presuntuosa y trivial; en vista de que analogías superficiales como la comparación de la sociedad con un organismo disimulan diferencias genuinas y conducen así a conclusiones erradas y hasta moralmente objetables” (Von Bertalanffy, 2003:16).

En 1954 en la asamblea anual de la American Association for the Advancement of Science (AAAS), cuajó el proyecto de una sociedad dedicada a la Teoría General de Sistemas (TGS). Mientras esta sociedad comenzó sus funciones hubo otro adelanto: Cibernetics de Norbert Wiener (1948:76) y la Teoría de los Juegos que amplió conceptos de cibernética, retroalimentación e información que produjo una generalización entre lo biológico y lo social.

Tiempo después, Claude E. Shannon (1949:38) en su artículo *A Mathematical Theory of Communication* (Teoría matemática de la comunicación) y en relación a leyes matemáticas que rigen la transmisión y procesamiento de información, propone las bases de la Teoría de la Información y la Comunicación (TIC).

De forma más general, la Teoría de la Información ha sido aplicada en campos tan diversos como la cibernética, la criptografía, la lingüística, la psicología, la estadística y también en nuestra ciencia con la creación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La aplicación de este enfoque a las diversas ramas de la geografía se inició después de 1950. En Latinoamérica llegó a tal apogeo que ya lo aplican geógrafos de Brasil, Argentina, Chile y Perú como fundamento en la formación de nuevos profesionales geógrafos, a quienes se enseña el verdadero significado de sistema en geografía.

Según López Bermúdez (1992: 150) “un sistema es, por tanto, una combinación de elementos o variables estructuradas, interdependientes, con conexión entre sí, que actúan conjuntamente como un todo complejo”, es decir una ordenación significativa de cosas.

Otro gran autor, Hagget (1994: 54) afirma “un sistema es un grupo de elementos o componentes que operan juntos a través de un conjunto regular de relaciones”.

Una cuenca hidrográfica brinda un excelente ejemplo de sistema no aislado abierto, morfológico, en secuencia, de proceso-respuesta y complejo. Esto es porque es el resultado de las interrelaciones entre variables naturales y antropogénicas. Las cuales se organizan y resultan a lo largo del tiempo en subespacios, donde la influencia humana proveerá o no beneficios. Dicho efecto es percibido por límites externos e internos que permiten la dinámica de energía y flujos.

“El estudio sistémico de la cuenca hidrográfica opera en contextos diferentes. El contexto natural pone énfasis en el presente, dinámica actual y a escala humana cuyos estudios se centran en las formas actuales, procesos, materiales, ecosistemas y cambios rápidos. El contexto humano opera con análisis y comprensión del uso actual del espacio como índice para definir las relaciones hombre-medio. Por la acción del ser humano se conoce el uso potencial de los recursos, que permite adaptaciones o modificaciones en el manejo de las cuencas. El contexto ambiental ingresa en el campo de una geografía interdisciplinaria que avale el manejo y gestión con un espíritu de cooperación” (Parra, 1988).

Como un modelo sistémico es una abstracción de la realidad, las variables pueden ser las más elementales pero quizás las más complejas. En

el caso del sistema natural de la cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga se seleccionó:

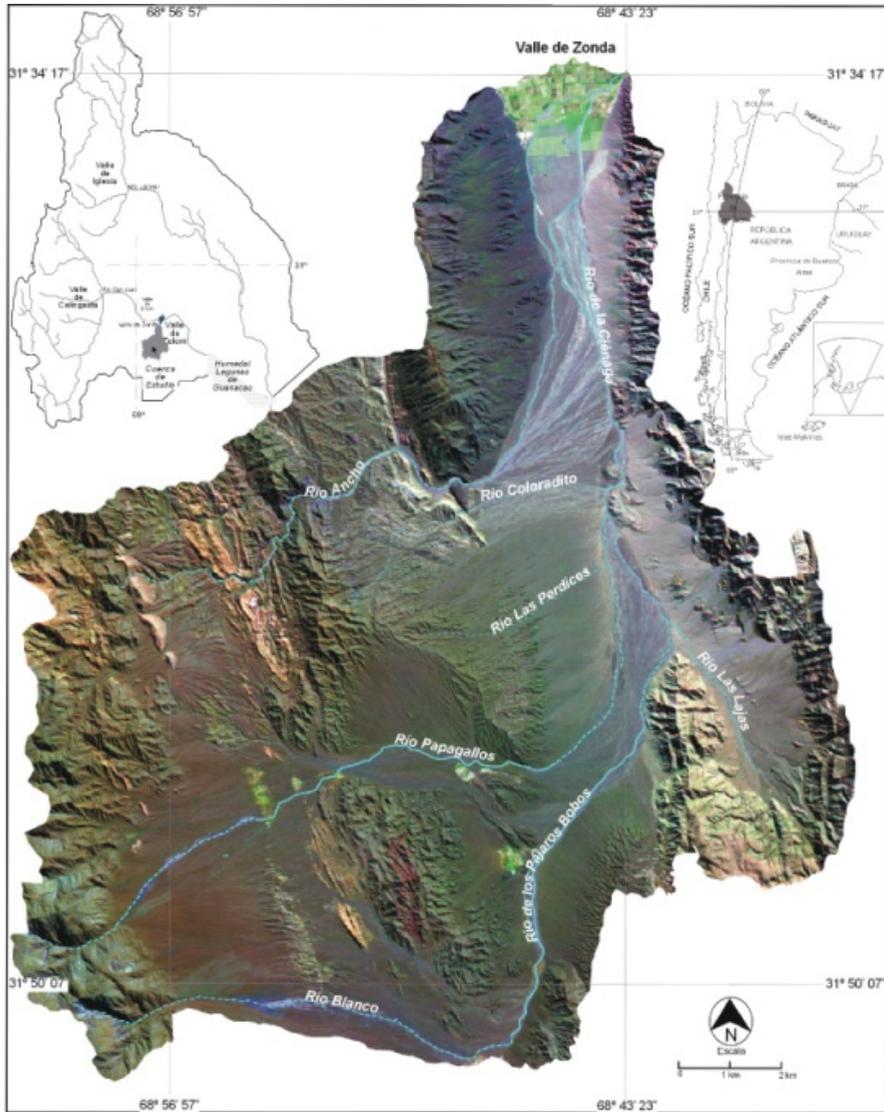
- La variable hidrográfica con la necesidad “de individualizar aspectos de alimentación y escurrimiento, para integrarlos en sus conjuntos naturales y evaluar los resultados” (Bruniard, 1992: 6).
- La variable geológica con “caracterización de formaciones litológicas, perfiles estratigráficos y estructura” (Gayoso, 1999: 23).
- La variable edafológica en el sentido de “delimitación de unidades homogéneas de tipificación, características físico-químicas y acogida” (FAO, 1980: 106).
- La variable climática con estructura a partir de “tipo de clima y procesos que lo generan, porque a través del calor, la humedad y movimientos se sustenta el dinamismo de los procesos” (Capitanelli, 1998: 76).
- La variable geomorfológica con “identificación, descripción, clasificación y explicación de las formas actuales del terreno, según procesos y niveles de acción” (De Pedraza Gilsanz, 1996: 15).
- La variable biogeográfica con “descripción de las condiciones bióticas existentes en relación a tipo, cantidad y distribución” (Canter, 1998: 214).
- La variable antropogénica “factor responsable del impacto en el sistema natural que afecta la composición y dinámica” (Gómez Orea, 1999: 97).

Esta construcción, simulación o expresión del sistema natural en una cuenca hidrográfica permite resolver problemas concretos sobre el cómo y el dónde, en especial cuando la configuración del estado actual se representa al detalle en mapas. El interés en el uso de estos modelos es importante en la geografía física porque le asigna el poder de decisión.

2.1. Ubicación de la cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga

La cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga se ubica en la Provincia de San Juan, República Argentina. Pertenece a la jurisdicción del Departamento administrativo de Zonda, en el valle homónimo al Oeste de la capital provincial, entre la Sierra del Tontal y Sierra Chica de Zonda. Se desarrolla desde los 31°34'17" hasta los 31°55'07" de latitud Sur y desde los 68°43'23" hasta los 68°36'57" de longitud Oeste. Según Coordenadas

Gauss Krüger corresponden valores en sus puntos extremos XY 6506438, 2528211 y XY'6506948, 2543656 (Mapa 1).



Mapa 1: Ubicación de la cuenca del río de la Ciénaga

3. Unidades síntesis ambientales

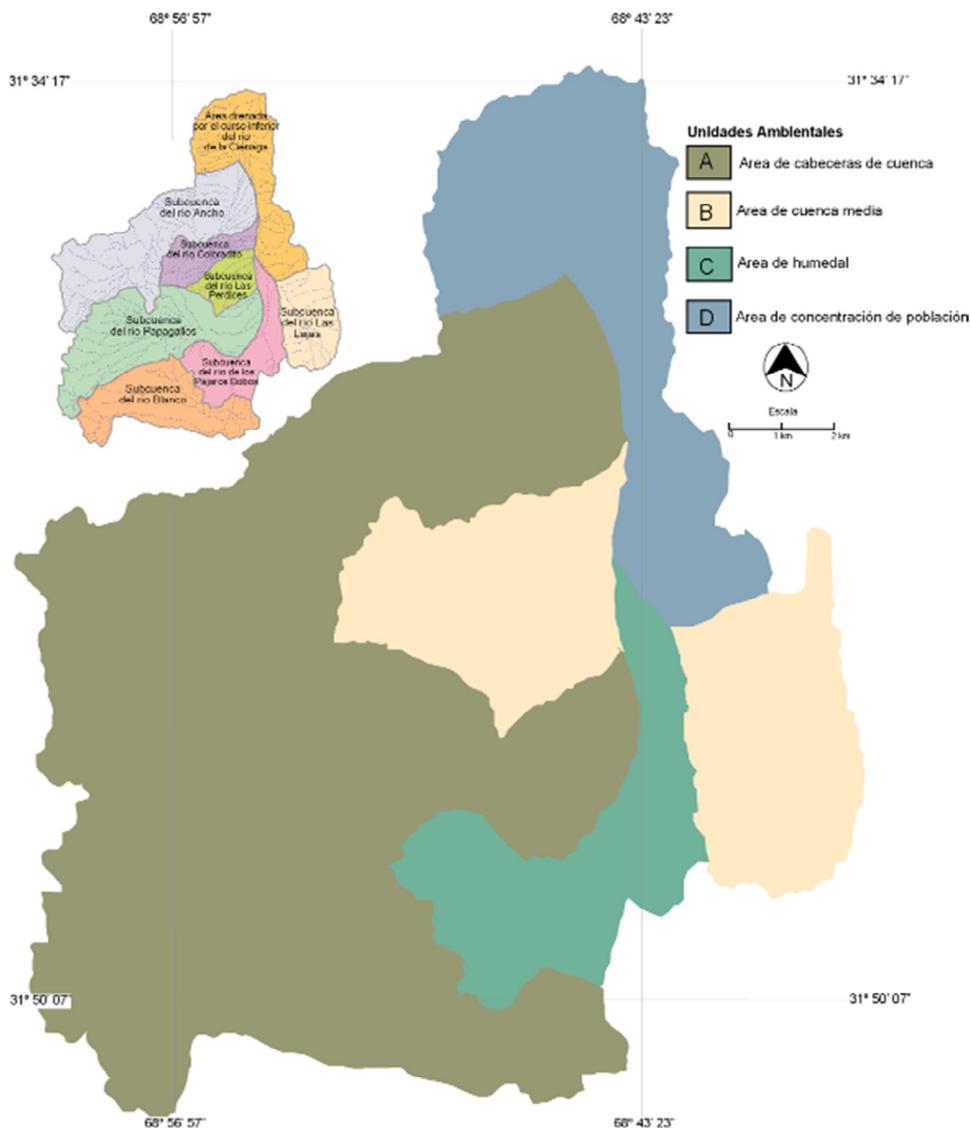
Las unidades ambientales definidas en la cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga son cuatro y cada una tiene un sello muy marcado en cuanto a

sus rasgos principales. La primera de ellas, denominada unidad A, está compuesta por las subcuencas que se ubican en área de cabeceras de cuenca del río de la Ciénaga, estas son las del río Ancho, Papagallos y Blanco (Mapa 2).

La segunda unidad, a la que corresponde la denominación B, se ubica en el sector centro de toda la cuenca por margen izquierda y derecha del río de la Ciénaga y está compuesta por las subcuencas del río Coloradito, Las Perdices y Las Lajas.

El resto de las cuatro unidades ambientales son, por un lado la unidad C que se ubica hacia el Sureste de toda la cuenca e incluye a la subcuenca del río de los Pájaros Bobos. Por otra parte, la unidad D se ubica en el extremo Norte de la cuenca y corresponde al área drenada por el curso inferior del río de la Ciénaga.

La unidad A define por su extensión y ubicación a una interesante zona de cabeceras de la cuenca del río de la Ciénaga. En este sector las precipitaciones superan los 100 mm anuales, con dirección de vientos del Suroeste. La presencia de uadis es relevante en cuanto a densidad que varía entre 10,1 a 14 km/km² y su diseño de avenamiento es paralelo. Dichos uadis tienen un probable régimen hídrico de tipo nival - pluvial, con caudales en meses de crecidas (verano), entre 0 a 6 m³/seg.



Mapa 2: Unidades síntesis ambientales de la cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga

El modelado del relieve está representado por glacis muy extensos, conos aluviales y macizos antiguos de gran altura que superan los 3.000 metros sobre nivel del mar, con dominio de procesos erosivos fluviales en sus laderas. Predominan las Gramíneas (coironales) que cubren hasta un 40 % de la superficie y la macrofauna entre guanacos, pumas y roedores con una densidad 0 a 15 A/m².

Esta unidad condiciona los rasgos aluvionales en la cabecera de la cuenca. Por ejemplo la capacidad de infiltración - retención de los terrenos es alta-media, con cauces de talweg plano con fondos de guijarros y arena. Las pendientes sufren variaciones desde los macizos antiguos y su contacto con los glaciares o conos aluviales, pero en valores promedio son superiores al 7 %. Si se le agrega la abundancia de lluvias, más la cobertura y tipo de vegetación se observa que es una unidad con un nivel alto de riesgo aluvional. La cantidad de habitantes es de 0 a 50 hab/km² que se trasladan por un camino de tierra no consolidado y ocupan viviendas de material mixto sin servicios. El espacio se utiliza para pastoreo de ganado caprino, vacuno y equino y este hecho ha ocasionado que el pisoteo de animales, la destrucción de nacederos de agua, el vertido de residuos y el tránsito vehicular de camiones o camioneras hayan producido impacto negativo en el 25 % de la unidad.

En segundo lugar aparece la unidad B, que ocupa el 14,1 % de la superficie total y se ubica en un sector de cuenca media del río de la Ciénaga. Cabe destacar que las precipitaciones decrecen para ser menores a los 100 mm anuales, con vientos de dirección Suroeste. Los uadis se desarrollan con una densidad mucho menor que la anterior unidad, varían entre 0 a 10,1 km/km² y su diseño de avenamiento es de tipo paralelo. El modelado del relieve está representado por conos aluviales coalescentes muy definidos y macizos antiguos. Predomina la vegetación de la Familia de las Zigofiláceas (retamales) que cubren hasta un 40 % de la superficie. En este ambiente hay dominio de aves con una densidad 0 a 15 A/m².

Los rasgos aluvionales de esta unidad están determinados por la capacidad media de infiltración - retención de los terrenos, cauces con talweg plano de fondos aguijarrados con arena y desarrollos de pendientes entre 3 al 5 %. No hay habitantes, pero sí un camino de tierra no consolidado que une el valle de Zonda con los puestos de la unidad A. Hay un 25 % de la superficie con signos de impacto negativo como destrucción de vegetación y vertido de residuos líquidos o sólidos producto del intenso tránsito vehicular.

Las dos últimas unidades guardan rasgos muy semejantes a las unidades anteriores pero son singulares porque, una de ellas, la C tiene un gran ambiente de ciénaga en su interior y la D, concentra a toda la población del río de la Ciénaga.

La unidad C ocupa menor de superficie que las unidades anteriores, sólo el 5,3 % de la cuenca del río de la Ciénaga, sin embargo, sobresale del resto por la presencia de un ambiente de ciénaga que cubre casi la mitad de la unidad. Las precipitaciones son menores a los 100 mm y los vientos son

de dirección Suroeste. Los cauces son en general uadis, a excepción de tres cursos que nacen en el área de la ciénaga, escurren por unos 500 metros y tienen caudales que superan los 6 m³/seg. La densidad de drenaje en toda la unidad varía entre 10,1 a 14 km/km² y se organiza según un diseño de avenamiento de tipo paralelo. Su relieve está representado por conos aluviales y macizos antiguos, donde hay suelos del complejo La Ciénaga. Predomina la vegetación de la Familia de las Gramíneas (vegas) que cubren más del 40 % de la superficie. En este ambiente hay dominio de macrofauna como guanacos y zorros colorados con una densidad mayor a 15 A/m². Es una unidad con capacidad de infiltración - retención de los terrenos alta-media, con cauces de talweg plano y fondos de guijarros y arena, a lo que se suman pendientes inferiores al 7 %. Es la unidad con menor riesgo aluvional de toda la cuenca. Esto es una contradicción porque siendo la unidad más rica en cuanto a recursos naturales y paisajísticos es la más vulnerable a la actividad humana.

La cantidad de habitantes es de 0 a 50 hab/km², quienes utilizan un camino de tierra no consolidado y ocupan viviendas de material mixto sin servicios. El espacio se utiliza para pastoreo de ganado caprino, vacuno y equino por lo que con frecuencia hay pisoteo de animales, destrucción de nacederos de agua, vertido de residuos, quema de pastizales y tránsito vehicular por lo que más del 25 % de la superficie presenta signos de impacto negativo.

La unidad D es la más poblada de toda la cuenca del río de la Ciénaga y por este hecho es singular, siendo que ocupa el 17,5 % del total de la cuenca, desde el pasado es la más impactada por el hombre. Las precipitaciones son menores a los 100 mm anuales y en algunos periodos se registran valores inferiores a 50 mm y los vientos son siempre de dirección Suroeste. Los uadis presentan una densidad de drenaje que varía entre 10,1 a 14 km/km² y el diseño de avenamiento es de tipo paralelo. En inmediaciones del curso inferior hay aparición de agua subterránea aprovechada para regar los cultivos, el caudal de los pozos supera los 6 l/min.

Se observan macizos antiguos que varían entre los 2.000 a 3.000 msnm y conos aluviales diferentes en cada ladera. Es la unidad donde aparecen los suelos de la Serie Ullum y el Chilote muy utilizados para cultivos intensivos.

Predomina la vegetación de la Familia de las Gramíneas (Pasto salado) que cubren más del 40 % de la superficie. En este ambiente hay dominio de aves con una densidad mayor a 15 A/m². Es una unidad donde los aluviones generan enormes problemas. A diferencia del resto de las unidades, la capacidad de infiltración - retención de los terrenos es baja y los

cauces son de talweg plano y anchos, de fondos de guijarros y arena, con pendientes superiores al 7 %.

La cantidad de habitantes es mayor a 50 hab/km² con buena infraestructura vial (camino de tierra no consolidados, caminos pavimentados), agua potable, electricidad, línea telefónica y usos del suelo rural, recreacional y de servicios. Hay signos de impacto negativo en más del 50 % de la unidad a través de la deforestación, tránsito, vertido de residuos, nivelación de terrenos y caza. Vale la reflexión que siendo la unidad donde los aluviones generan más problemas, también es la unidad donde más presión ejerce la población.

4. Conclusiones y recomendaciones

El objetivo central del proyecto fue la evaluación del sistema natural de una cuenca hidrográfica desde un enfoque sistémico. La tarea persigue la adquisición de un detallado conocimiento de las variables naturales de la cuenca y sus interrelaciones. Pretende además, servir de base para la toma de decisiones en actividades de corrección de impactos antropogénicos y planificar futuras acciones dentro de la cuenca, con el propósito de no generar degradaciones al ambiente de la misma.

La cuenca hidrográfica seleccionada como unidad de estudio fue la del río de la Ciénaga, donde se realizó el análisis de las variables hidrográfica, climática, geológica, geomorfológica, biogeográfica, antropogénica y de las problemáticas relevantes como es el caso de los aluviones a nivel de las subcuencas. Este análisis sistémico de la cuenca, permitió definir unidades ambientales similares dentro de ella, como resultado de las interacciones entre las variables citadas que caracterizan a las diferentes subcuencas estudiadas.

Las acciones para mitigar el impacto del medio sobre el hombre y a su vez, el efecto antropogénico negativo en la cuenca, deberían organizarse desde la unidad A hasta la D.

Siendo la unidad A el área de cabeceras de cuenca y desde donde nace el problema aluvional, se debe comenzar desde dicha zona con la aplicación de técnicas para desarticular el sistema de uadis con zanjas de desviación de aguas, diques gavionados o reservorios de aguas temporarias, se pueden estabilizar las pendientes y demorar los escurrimientos peligrosos. La actividad ganadera en la unidad, deberá organizarse con un sistema rotativo de pasturas para impedir la destrucción de la vegetación natural joven como así también deberán seleccionarse y construirse corrales seguros con buena

infraestructura de bebederos y refugios. Las viviendas deben mejorarse a través de la construcción de zonas para vertido de residuos y caminos para el tránsito.

La unidad B, que aparece en la cuenca media, debe ser controlada con tareas de mantenimiento del camino, a fin de que el recorrido del tránsito por la unidad no degrade el ambiente y se genere mayor seguridad a los usuarios. Por ejemplo, pueden construirse pasarelas en aquellos uadis más peligrosos, como también, aplicarse técnicas de estabilización de laderas. La vegetación de esta unidad, contrasta con las del resto de la cuenca, por lo que es recomendable impedir las actividades extractivas de las mismas en el futuro.

La unidad C tiene su propio sello determinado por la existencia del humedal. La mitigación a los impactos negativos debe ser inmediata en la zona de este ambiente. Una buena medida sería colocar cartelería que refleje la importancia del mismo, como así también se puede cercar la zona y delimitar las áreas degradadas para permitir que se recupere su vegetación.

La unidad D merece una pronta intervención en la mitigación del impacto negativo dado que, la intervención humana no planificada genera una intensificación del problema aluvional. La unidad tiene algunas medidas para prevenir este fenómeno pero no son suficientes y se reducen a las zonas de cultivos. En consideración a la elongación de la misma y su pendiente, resulta apropiado la construcción de defensas gavionadas desde 15 km antes de los cultivos, en el sector del Cerro Divisadero. Junto a esto, se pueden estabilizar algunas laderas de la Sierra Negra y del Cordón de las Lajas con muretes de piedra o zanjas de desviación.

Se debe restringir el acceso de vehículos durante el fin de semana por el cauce del río de la Ciénaga y para ello debe mejorarse el camino por margen derecha. Con esto se controlaría el vertido de residuos ocasionales, la erosión del lecho del río, como así también la depredación de la fauna y la flora.

En suma, se demuestra que la cuenca hidrográfica del río de la Ciénaga y por extensión otras cuencas de Precordillera de San Juan con similares características, son sistemas complejos pero que pueden ser abordados a través de enfoques sistémicos para hacer más sencilla su comprensión.

5. Bibliografía

- Bruniard, Enrique D. 1992. *Hidrografía. Procesos y tipos de escurrimiento superficial*, Buenos Aires- Ceyne.
- Butterfield, Herbert. 1982. *Los orígenes de la ciencia moderna*, Madrid- Ediciones Taurus.
- Canter, Larry W. 1998. *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto*, Madrid- Mc Graw Hill.
- Capitanelli, Ricardo. 1998. *Geografía Física y Medio Ambiente. Revalorización y enseñanza, métodos y técnicas de trabajo*, Mendoza- Ecogeo.
- De pedraza gilsanz, Javier. 1996. *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*, Madrid- Rueda.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1980. *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*, Roma- FAO.
- Gayoso, Jorge. 1999. *Guía de conservación de suelos*, Valdivia- Universidad Austral de Chile.
- Gómez orea, Domingo. 1999. *Evaluación del impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*, España- Coedición Ediciones Mundi-Prensa, Editorial Agrícola Española S.A.
- Haggett, Peter. 1994. *Geografía. Una síntesis moderna*, Barcelona- Ediciones Omega.
- Köhler, Wolfgang. 1924. *Die physischen gestalten in ruhe und im stationären Zustand*, Germany- Erlangen.
- López Bermudez, Francisco; RUBIO RECIO, José Manuel y CUADRAT, José María. 1992. *Geografía Física*, Madrid- Cátedra.
- Lotka, Alfred. J. 1925. *Elements of mathematical biology*, New York- Dover.
- Parra, Oscar. 1988. *Bases ecológicas para el manejo integral de la hoya del Bío-Bío. Uso, manejo y desarrollo de la hoya hidrográfica del río Bío-Bío*, Chile- Universidad de Concepción. Tomo II.
- Shannon, Claude. 1949. *The mathematical theory of communication*, Illinois- University of Illinois Press.
- Von Bertalanffy, Ludwig. 2003. *Teoría General de Sistemas*, México- Colección Obras de Ciencia y Tecnología.
- Wiener, Norbert. 1948. *Cybernetics*, New York- John Wiley & Sons.

CAPÍTULO IX

Las ciencias de la vida: una perspectiva transdisciplinar

Rafael Pérez-Taylor y Aldrete*

...Lo que hay de peligroso, lo que corroe y envenena la vida en nuestra manera de hacer ciencia.

F. Nietzsche, Ecce Homo

1. Introducción

Estar presente en el contexto de la vida nos lleva a dilucidar sobre su posible definición por una parte, y en un segundo nivel el saber las consecuencias de ello. Las dos premisas anteriores, están cargadas en su semántica de discursos que intentan validar desde sus contrarios el sentido por la vida: es no estar muerto; si se está vivo, ¿cuál es el móvil de la vida?, desde donde podemos saber, que la vida tiene un sentido. Es por ello, que la evolución adquiere su constante devenir en el tiempo de lo vivo, que en algún momento estará muerto.

Son premisas que denotan en las interrogantes el propio sentido de la vida, como el espacio que delimita en el tiempo las constantes que periodizan una relación entre la vida y la terminación de esta: principio, desarrollo y finalización, son los diferentes momentos que desenvuelven la

* Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México (IIA-UNAM). Datos de contacto. Te. +52 (55) 5622 9543. Correo Postal: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. Circuito exterior Ciudad Universitaria cp. 04510 Coyoacán, México DF. Correo electrónico: raptya@yahoo.com.mx

organización y explicitación del estar aquí ahora. De cualquier forma, que lo abordemos entramos en cierta inconsistencia del termino, que a su vez nos atrapa en el como sabemos que estamos vivos. La respuesta sencilla a esta última consideración, es que podemos dar cuenta de nuestra presencia y del resto de especies con las cuales cohabitamos, nuestra presencia va acompañada de un yo y un nosotros, que nos ubica en el terrenos de las diferencias y las similitudes, movilidad que subyace a la capacidad de dar cuenta de un universo en movimiento. Donde estas diferencias especifican la transformación de la vida desde lo orgánico a lo que carece de ella, lo inorgánico.

Acercamiento que deslumbra en el orden de la vida, la capacidad de reproducción. Es decir, la transmisión hereditaria como constante de mantener con vida a una especie, una cultura, una familia; se conforma una relación dialógica entre el habito y mantenerse aquí, reproducción de recursos que emplea la sobrevivencia ante un medio ambiente que puede ser hostil; desde esta perspectiva se desprende la necesidad de establecer puntos de referencia entre lo que condensa la vida y cuando se carece de ella, además de habilitar si hay algún tipo de existencia material que nunca haya tenido vida, puede existir un origen sin estar conectado con la vida.

Ante todo, contamos con un cúmulo de relaciones que han mantenido la vida en el planeta y que, en el escenario de la naturaleza y la cultura la organización es el vínculo que delimita la posibilidad de existir, o dicho con otras palabras, tener vida y mantenerla lejos de la muerte en lo posible. Las especies que lo han logrado tienen éxito en el contexto de la naturaleza y con ello, podemos sostener que su sobrevivencia les ha capacitado para proveerse de estrategias evolutivas, que se enfrentan al medio ambiente, a otras especies, a la propia transformación lenta y paulatina de la propia especie. Intercambios materiales que posibilitan en el orden de la inestabilidad, procesos de transformación que condicionan la vida como factor de movilidad.

Lo que significa en el espectro de la permanencia, que vivir exige habituarse al medio donde se habita, o de lo contrario, la extinción es el preámbulo de no satisfacer la necesidad de mantener la vida. En consecuencia, la organización de la vida requiere de cierta ambientación, que sólo se produce cuando las condiciones de producción se diversifican para mantenerse como grupo configurando la resistencia ante la adversidad. En este sentido, estamos ante acciones que recurren a la vida como el condicionante que hace presente actividades cognoscitivas y cognitivas, para preservarse en redes de punto fijo que sostengan el entrelazado de actividades y estrategias de sobrevivencia. Referencia, que únicamente se

puede encontrar en las diferentes habilidades que manifiestan el sentido sobre lograr las permanencias, lo que corresponde a sostener que los alcances y límites de cada especie están directamente relacionados con su exterior. Estar afuera responde a la necesidad de saberse unitariamente como grupo, clasificación que no se comparte y que sostiene el orden que debe prevalecer, cuando se hace presente cualquier tipo de contingencia la sucesión de eventos posibles pueden llevar a una nueva valoración sobre el existir. De cualquier forma, la resistencia, la perseverancia denotan en la conjunción de la naturaleza concatenaciones que diferencian especies activas y pasivas, para desarrollar habilidades de subsistencia y poder prolongar la vida, desde los seres unicelulares hasta los grandes mamíferos de hoy, pasando por todas las especies que no lo han logrado en el devenir de la historia de nuestro planeta. De los vegetales a los animales y de estos al homo sapiens, como el punto de diferenciación en el proceso de producción de inteligencia, entendida esta por la capacidad de producción de herramientas y de niveles de abstracción que nos permitan niveles de organización compleja que pueda transformar el entorno para “*mejorar los sistemas de vida*”.

Comprender sobre la vida nos ubica en el terreno de diferentes experiencias que se desenvuelven en el espacio y en el tiempo, construcción histórica de la vida, de los fósiles a las especies actuales, de cualquier forma la vida deja su legado tras la muerte estudiamos los restos que nos han legado desde remotos tiempos del pasado, hasta el encuentro con lo viviente que nos circunda sea al interior de micro universos insertos en los diferentes cuerpos unicelulares, celulares hasta llegar a organismos complejos que defiendan su lugar en la evolución. En esta perspectiva, la ciencia o mejor dicho, las diferentes ciencias han parcializado el conocimiento estableciendo fronteras entre lo que le debe concernir a cada una de ellas. En definitiva, se ha dificultado en un grado extremo la posibilidad de tener un conocimiento total sobre la vida, la entendemos desde espacios limitados, cuyas fronteras nos indican hasta donde podemos saber. Nos ubican en niveles de especialización que nos alejan cada vez más de la propia vida fuera de su contexto real. El espacio de la naturaleza y de la organización de los cuerpos como proceso de transmisión de experiencias y conocimientos simples y complejos que construyan en el todo *corpus* de saber.

Reflexionar en torno a un todo.

Si las ciencias han diversificado sus conocimientos alejándolos cada vez más de un saber integral y compartido, estamos antes la desvalorización de una ciencia que sirve sólo para “*hacer ciencia por la ciencia misma*”

2. Ciencia y diversidad

Vemos estructuras complejas, entre otras cosas porque estamos capacitados para detectarlas. Todos los organismos vivos, para sobrevivir, tienen que cartografiar su entorno. Tienen que ser capaces de percibir los cambios de estación, los movimientos del sol y de la luna, los movimientos de las víctimas y los depredadores. En consecuencia, tienen que ser detectores de pautas y averiguar cómo los cabos y fragmentos del entorno encajan en formas organizativas mayores y más previsibles. Los humanos no dejan de diferenciar entre las partes del entorno que tienen estructura y las que no. Las estrellas nos interesan por fuerza mucho más que las vastas llanuras de espacio casi vacío que hay entre ellas. Y hemos aprendido a detectar muchas pautas que los sentidos no perciben de manera inmediata, por ejemplo las pautas del tiempo. El orden y el caos determinan todos nuestros esfuerzos por conocer el mundo.

David Christian (2007: 559)

Cuando pensamos y trabajamos sobre escalas de tiempo de la larga a la corta duración, podemos detectar en los procesos de organización de las civilizaciones las tendencias a controlar y manejar, lo que se encuentra afuera y lo que está dentro de la esfera de la propia vida. En ello, la organización social dispone de dispositivos de diferentes alcances, para poder denotar una cartografía simbólica y material, que conlleve a explicaciones e interpretaciones que nos ayuden a comprender los universos de posibilidades reales, que se encuentran atrapados en las prácticas de la memoria colectiva.

Quedar atrapado significa la posibilidad de poder sobrevivir al contexto de la naturaleza, de los ecosistemas que animan la vida sobre los territorios donde se ubican estas y si, seguimos de acuerdo a Robin Dunbar: “*si nuestra visión del mundo, como han sostenido los algunos antropólogos, es un reflejo de cómo están organizadas nuestras sociedades, está bien mientras nos proporcionen una base útil para organizar nuestro conocimiento*” (Dunbar, 2004: 160). La organización de las prácticas, el conocimiento y la memoria se encuentra en el desarrollo de las formas de saber pensar en deferencia a los actos vividos como sociedades y culturas.

Esto nos quiere decir, que a lo largo de la historia humana el universo, la naturaleza, la sociedad y la multiplicidad de formas, que nos posibilitan el poder mirar, han demostrado, que las distancias sobre el saber ver, se encuentran directamente relacionadas con procesos cognitivos, que amplían desde una historia de la mente las prácticas que hacen verosímil el universo

físico y conceptual. Estar presente, dilucidar sobre la vida y su reproducción nos acarrea a discutir cuáles son las formas de la distancia y sus posibles deslizamientos en la construcción de mundos posibles, sea a través de las metáforas, el arte o las diferentes ciencias.

Lo anterior nos permite ver, que no somos en el presente, producto de un solo pasado, hubo infinitud de ellos, la mayoría abortados durante el ejercicio del poder de la historia y consecuentemente, la incertidumbre cubre el tiempo, como una forma de organización impredecible, que tiene que establecer en su permanencia tipologías posibles, que aclaren el devenir de los procesos en una interminable correlación de hechos que cada espacio histórico intenta dilucidar. La complejidad y la variabilidad de los procesos activan diversas formas de acercamiento, sea desde la distancia de la observación de lejos a la intromisión directa e indirecta de los procesos. Ver el universo a la distancia, no es lo mismo, que tomar las piedras y analizarlas, estar presente y vivir un acontecimiento, nos lleva a la implicación directa y la manera de suscribirlo es a través de su difusión como discurso.

La pasión de la mirada, posibilita la forma del acercamiento en una sola perspectiva, estar lo más cerca posible para producir orden. El orden es el principio de un intento por manifestar estabilidad, en un universo profundamente inestable. Esto significa, que recortamos para construir lugares seguros, corpus que nos ayuden a tener tranquilidad sobre el caos que nos domina. Esta complejidad, debe materializarse en un sentido que alivie el sentir de la vida social, debemos tener explicaciones que intenten dar a la organización social los lenguajes que le aglutinen en formas del saber actuar entre las problemáticas del presente vivido, delimitación que se sucede en la movilidad civilizatoria en la larga duración.

3. Formas de accionar conocimiento

El poder recordar, se convierte en la herramienta del saber sobrevivir, lo que equivale a decir, que en la cartografía de los procesos de vida a gran escala, estos delimitan recortes, que se convierten en los espectros de momentos estacionarios en un instante preciso del movimiento, lo que regula las formas de acercamiento, sean desde una perspectiva digital y computacional, o desde su nivel analógico o del cógito, en ambos casos la complejidad de los sistemas de comprobación y verificación de un evento, constituyen el modelo de acercamiento.

Ver un planeta desde el telescopio, es distinto a un astronauta que camina sobre él y acciona la posibilidad de recabar información directa. En este sentido, un historiador, verá el mundo a través de los documentos del archivo, mientras que el antropólogo, leerá los documentos y permanecerá en el lugar de los hechos, para poder describir el comportamiento social y cultural de un grupo humano. Esta distancia, argumenta la construcción de procesos marcados por la intromisión directa o indirecta, de las oscilaciones que afectan el macro y el micro universo, donde hoy se sabe, que existe una geometría fractal que les afecta permanentemente.

Si la permanencia se adquiere en este sentido, a partir de la recursividad, la auto-similitud, la infinitud y la dimensión fraccional (Reynoso, 2006: 335), estamos ante un contenido de procesos que entrelazan la naturaleza y la cultura, condiciones de producción digital y analógica. Equivalencia que recurre a postular que en la evolución de los procesos las culturas y la naturaleza, formalizan cierta certidumbre que encauza a connotar universos cerrados, en los cuales sus leyes de regulación proporcionan similitudes en la organización de los sentidos por la vida. Principios que nos ubican en un terreno de certezas y contradicciones que convergen en proporcionar orden en el caos (Smith, 2001).

Conocer, implica necesariamente, desenvolver la trama de la existencia en la cultura, lo que proviene de relacionar la experiencia con la actividad cognoscitiva, de abstraer dicho conocimiento para plasmarlo en una forma distinta al evento real. Sea, la escritura de la ciencia, o la obra artística y las metáforas de la vida en su sentir poético.

La enumeración recursiva es un proceso donde surgen elementos nuevos a partir de elementos anteriores, por la acción de reglas establecidas.

Hofstadter Douglas R (1987: 169).

La denotación de los procesos, producen en el movimiento, el acto de sus recuerdos, cuando la práctica produjo el evento y el recuerdo se convierte en experiencia. La acción que se realiza desliza en el bucle un movimiento que hace que el pasado esté en el presente. Eventos que ya no están son repetidos sucesivamente, hasta que estos se modifican para convertirse en otro proceso, cuyo origen, se transforma en el espacio de la memoria, para actualizarse y lograr su permanencia. El entramado producido jerarquiza el orden de las afirmaciones, que actúan para convertir en predecible el acto de la repetición, siempre y cuando el pasado siga presente.

La larga o la corta duración de la práctica logra su cometido en la auto-similitud, que desemboca en un recambio de facultades enunciativas y pragmáticas, aunque siempre existe el derecho de regresar de alguna forma al origen, regreso que delimita formas imaginarias y discursivas que intentan volcar el evento en su propia similitud. La acción del posicionamiento se desenvuelve en la recurrencia de su verificación. Es decir, la repetición y el error son los elementos del acto de construcción, donde la experiencia se materializa a través de la fundamentación empírica y su consecuente conceptualización. Discursividad que impone al deseo de estar presente, en el acto de la vida actual, así, el discurso adquiere un nuevo sentido a través de su práctica como parte del hecho real.

De esta forma, el mundo de los hechos concretos y de los imaginarios en el macro y el micro universo, se articulan a partir de similitudes y recursividades que fluctúan en los diferentes planos del espacio y el tiempo. Un evento crucial al que no hay que desatender, es que la comprensión que todo proceso tiene sentido, pues existe una unidad civilizatoria, que puede dar cuenta de lo que ocurre en los diferentes planos de la existencia de los objetos, los organismos y la vida en cualquiera de sus manifestaciones.

Las formas para transitar por cada una de ellas, nos proporciona conocimientos que dan cuenta de cuanto ocurre en el universo. La distancia que nos depara de una acción inmediata a una postergada por la observación distante, nos obliga a pensar en el sentido de la ciencia, y en la búsqueda de una ciencia, que intente dar cuenta, desde diferentes perspectivas de un evento, cualquiera que sea su ubicación.

4. Para comprender los conceptos

La palabra metáfora resulta de la combinación de dos palabras griegas, meta, que significa “por encima”, y ferein, “llevar al otro lado”. Las metáforas permiten saltar al otro lado del abismo entre un pensamiento y el siguiente. Las metáforas tienen múltiples niveles de significado que se perciben simultáneamente. Proporcionan una plasticidad al lenguaje sin el cual, muchas veces, la comunicación sería menos interesante, más difícil o incluso imposible. El mundo objetivo se puede describir, medir y catalogar con notable precisión, pero para comunicar una emoción o un sentimiento empleamos metáforas

Leonard Shlain (2000: 39)

Las diferentes formas de significar conllevan en las lecciones del lenguaje los contenidos de lo que debe saberse, conocimientos que tienen

que estar al servicio de las diferentes comunidades. El universo y sus diferentes contextos se manifiestan de diversa índole para lograr cierta comunicación sobre la incertidumbre de los orígenes posibles, la vida tal y como la conocemos y las particularidades que nos permiten dilucidar sobre todo aquello que nos inquieta. La base de las interrogantes sobresalen, quedan atrapadas en cada espacio histórico, donde se construyen las preguntas pertinentes y se buscan las respuestas y con ello, las ciencias responden en su historicidad temporal con las herramientas teórico-metodológicas, que disponen de la trayectoria, esta fundamenta para saber si se pueden responder las preguntas, para saber acerca de su pertinencia, en consecuencia, el devenir del conocimiento se articula para seguir en nuevos planos del tiempo.

La comprensión predispone el acto dialógico de responder a la necesidad de entablar un intercambio simbólico y material, para construir un objeto de observación. Reconociendo en ello, que una comunidad esta de acuerdo sobre dicha propuesta, el hacer comunidad en este sentido, dispone de un dispositivo que regula las acciones de los hechos en diferentes tipos de lenguajes. De la ciencia, al arte y de este a la comprensión de comunidades, que entrelazan el conocimiento en procesos de cotidianidad que manifiesta en la cultura el sentir de las sociedades.

En este sentido, marcar en el espacio de la cultura el conocimiento producido por las artes y las ciencias, en ambos casos la tipificación del lenguaje esboza formas de acercamiento al concierto de la producción enunciativa. El universo, la cultura, la ciencia y el arte existen en la verosimilitud de sus acciones comunitarias, lo que equivale decir, del compromiso existente entre quien produce y el espacio de las sociedades.

Comprender, es llevar el conocimiento en cualquiera de sus manifestaciones a lugares de intersección que denoten posibilidades de acercamiento entre los diferentes órdenes. En otras palabras, el nivel de la escala condiciona el grado de abstracción y en términos discursivos, es a quien se le envía el discurso y con ello, cuál es la especialización y el tipo del lenguaje que debe ser registrado.

En este sentido, la profundidad simbólica de lo dicho encapsula el lenguaje en su pertinencia política y científica, así como artística, juegos de abalorios que se desenvuelven en la evolución del caos, para producir certidumbre y seguridad en el espacio de una argumentación en sentidos compartidos, dialógica que comprende y su dispositivo interpretativo permea los límites del saber. En consecuencia, la recursividad y la auto-similitud, encuentra en el universo elementos de continuidad que hay que descubrir, cuyas constantes nos deben permitir el saber ver, sentir, oír y

alimentar la posibilidad de recurrir a infinitud de posibilidades de vida en el espacio y el tiempo. Lo que quiere decir, que la intersección produce una dimensión fraccional, que se recrea en el movimiento subsecuente de cada proceso, nada esta *in pass*, todo circula por el bucle, generando una espiral infinita de posibilidades recursivas que se materializan en el arte y la ciencia, concatenación que lleva implícita la marca de los procesos civilizatorios.

La belleza a de salvar el mundo
Fedor Dostoievski

Finalmente, el trabajo que se lleva a cabo en los terrenos del arte y de la ciencia deben ir cubierto de un humanismo, que clarifique el sentido de una ciencia del todo o fundamental, algo que va implícito en la actividad artística. Un mundo de fusiones y cruzamientos que nos ubican en los caminos de la transdisciplina como una forma adecuada en el siglo XXI de abordar la simplicidad para convertirla en un sistema complejo.

5. Entre la vida y la muerte: una lectura antropológica

La variabilidad, la diversidad, la reversibilidad y finalmente la adaptabilidad bajo condiciones de presión traducen esa dulce violencia de la vida.

Jean-Didier Vincent (1996: 32)

La vida da principio en la tierra hace aproximadamente unos 3,800 millones de años. Es a partir de las primeras formas de vida sencillas surgidas en los océanos, la vida se extendió paulatinamente para conquistar tierra firme y los cielos. Así los seres vivos en los distintos hábitats del planeta, fueron acondicionándose para sobrevivir o para sucumbir antes las constantes transformaciones que tuvieron lugar. El entorno jugó un papel fundamental en el trayecto que la naturaleza configuró, con las diversas formas de vida que han existido y existen en la actualidad.

El principio de la vida esta en relación directa con una concepción del devenir del tiempo, donde estar presente en este contexto, remite a diferentes escalas del propio tiempo para denotar la durabilidad de la vida, respondiendo a las necesidades específicas de cada especie. De esta forma, el nacimiento, el desarrollo, el decaimiento y la muerte son: los argumentos que utiliza la vida para estar presente donde quiera que aparezca, su durabilidad esta directamente relacionada con su entorno. En esta significación, el medio ambiente se convierte en el común denominador, que permite la permanencia de la subsistencia.

Este acercamiento, nos lleva a recurrir en densidades de tiempo real en lo concerniente a historias y evolución de las especies, para poder regular la vida sobre el planeta. Principios que posibilitan en cada escala de tiempo la historia de la vida para sus respectivos espacios, generación de recursos que se encuentran directamente vinculados con la ecología y la capacidad de adaptación ambiental, biológica, cultural y social, que se debe tener para estar presente ante las diferentes alteraciones que conjugan el sentir por lo viviente. El cambio paulatino a lo largo de millones de años ha constituido el factor adaptativo, que nos ha sido legado a un mundo tal y como hoy lo conocemos.

Así como la evidencia química de la vida puede aparecer en las primeras rocas capaces de proporcionarla, los restos morfológicos son todo lo antiguos que posiblemente pueden ser. En los más antiguos sedimentos no metamorfoseados de la tierra, que datan de 3500 a 3600 millones de años en África y Australia, se han encontrado estromatolitos (tapices de sedimentos retenidos y fijados por bacterias y cianófitos) y verdaderas células.

Stephen Jay Gould (2006: 65)

Debemos considerar que la evolución de la vida se cuantifica en millones de años en los períodos más antiguos, mientras que nos acercamos al presente humano las cifras van recortándose a unos cuantos cientos de miles de años. El registro sobre la vida en el planeta se ha realizado desde el contenido fósil. Es decir, desde las evidencias antiguas sin vida y que yacen muertos desde hace millones de años, hasta que han sido descubiertos en los últimos 4000 años aproximadamente por los procesos civilizatorios y la investigación científica basado en el trabajo, primero fortuito, después paleontológico, más tarde en el prehistórico y arqueológico, el etnológico y antropológico hasta llegar a una perspectiva histórica; en esta directriz el resto de las ciencias van estableciendo sus parámetros de investigación alrededor de la vida, la biología, la química y la medicina. La historia del planeta y el universo, la materia física en el macro y el micro universo. Incidencias que producen el conocimiento necesario para conocer e intentar preservar la vida.

HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA

ERA CENOZOICA (vida reciente)

Todas las cifras en millones de años

Período Cuaternario

Holoceno (0-0,01) la mayor parte de la historia registrada

Pleistoceno (2-0,01) aparición de los primeros humanos

Período Terciario (65-2) auge de los mamíferos y las aves

ERA MEZOZOICA (vida media)

Período Tretácico (144-65) último período de los dinosaurios

Período Jurásico (206-144) los dinosaurios alcanzan su mayor tamaño

Período Triásico (250-206) predominio de reptiles, primeros dinosaurios

ERA PALEOZOICA (vida antigua)

Período Pérmico (286—250) reptiles semejantes a mamíferos

Período Carbonífero (360-286) predominio de anfibios, primeros reptiles

Período Devónico (408-360) primeros anfibios pueblan tierra firme

Período Silúrico (438-408) plantas conquistan el medio terrestre

Período Ordovícico (408-510) primeras plantas terrestres, los primeros peces

Período Cámbrico (510-550) primeros seres vivos con esqueleto

Período Precámbrico (550-3800) primeros seres vivos sin esqueleto

6. Larga duración y aparición de la vida como actividad cultural¹

Hasta la edad del progreso científico, los hombres han admitido una continuación después de la muerte. Podemos constatarla desde las primeras sepulturas con ofrendas del musteriense, y todavía hoy, en pleno período de escepticismo científico, aparecen modos debilitados de continuidad, o negativas obstinadas al aniquilamiento inmediato. Las ideas de continuación constituyen un fondo común a todas las religiones antiguas y al cristianismo.

Philippe Ariés (1985: 99)

En el devenir de las historias la vida y la muerte han ido de la mano, especies que nombraremos activas: carnívoras, carroñeras y otras pasivas: las herbívoras. En ambos casos, la supervivencia se ha visto cruzada por la capacidad de enfrentar otras especies y salir victorioso, pero tal vez la forma más importante es el como se acogieron a las inclemencias de la naturaleza, cambios climáticos, catástrofes naturales e infinidad de factores externos que irrumpen en contra de la vida de cada especie. Sin embargo, se crean estrategias de salvaguarda, que impulsan a luchar por un sentido de seguir

¹ Véase (Sperber, 1999)

en este mundo, aparentemente caótico que impulsa su movilidad en contra de lo que encuentre a su paso.

La incertidumbre se convierte en el elemento cotidiano que hace prevalecer la diferencia entre lo activo y la pasivo, entre vivir y morir: adaptarse al ecosistema, saber defenderse de los depredadores y sobrevivir se convierte en la principal actividad que se hace presente en la obtención de los alimentos. Movilidad que desemboca en estar siempre alerta, en cuidar a la nueva generación y dejar morir a quienes han cumplido con su ciclo vital, que se convierten en una carga para mantener la seguridad del grupo. Es decir, quien no es autosuficiente para mantenerse en el ritmo de los demás, movimiento, obtención de alimento, cuidar, proteger y defenderse de cualquier tipo de agresión. Así como el poder adaptarse a las condiciones ambientales y con ello, la movilidad de la migración para buscar mejores condiciones de subsistencia.

Principio y fin se convierten en el sinónimo de vivir y morir como un proceso entrópico, de sujeción de eventos inciertos, que buscan en la estabilidad el poder vencer para prolongar la vida, a pesar de que en cada momento muera algo de sí mismo. En esta historia por la vida se producen formas de organización que ayudan a mantenerla, el costo es el saber como enfrentar el entorno o sucumbir, la estrategia es la producción de condiciones que posibiliten la permanencia de cada una de las especies.

El trayecto denota en el devenir de las posibles historias que cada tipo de especie ha enfrentado y sigue enfrentándose a condiciones de existencia material, que deben confrontar a cada momento, la línea del tiempo establece en sus propias directrices las formas de concatenación de cada espacio vivencial. También hay una historia del planeta, que nos deja ver a través de su estratigrafía los cambios de cada periodo, donde se incluye en el fósil las especies que nos han antecedido hasta llegar a los hallazgos prehistóricos y arqueológicos de las culturas materiales que nos han legado nuestros antepasados más remotos a los más cercanos.

A lo largo de millones de años hasta llegar a un pasado no tan lejano con la aparición del homo, las formas de organización de esta especie le ha llevado en un corto tiempo en la escala del tiempo a dejar manifiesto que puede controlar el entorno, que puede modificar las condiciones de la naturaleza para mejorar su condición de vida. Esta actividad que se mueve alrededor de procesos civilizatorios, enmarcados en el espacio de la sociedad y la cultura articula la necesidad vencer lo inevitable: la muerte. La magia, la religión, la mitología y la ciencia, entre otras formas de sentir, vivir y pensar el entorno producen organización social. El saber que nada es eterno, busca vida más allá de la vida, extenderla para lograr la inmortalidad

es el carácter de la memoria como parte del proceso de permanencia; cuantificación de eventos y procesos que desbordan al carácter individual.

Ante la muerte, el moribundo preside y manda. Tras la muerte, al muerto se le visita y se lo honra.

Philippe Ariés (1975: 217)

Se convierte en un logro el poder enfrentar y vencer a la muerte, por lo menos en su paradigma simbólico. De ahí, la presencia de calificativos sobrenaturales que ayuden a ablandar el doloroso camino hacia la muerte y la constitución de una cosmovisión, que aclare o por lo menos lo intente, para conseguir algún tipo de permanencia. Las prácticas y los hábitos desde el principio de los tiempos, formulan el tránsito entre la vida y la muerte, como parte, de la acción existencial individual y colectiva se revierte en el quehacer cultural; de lo material a lo simbólico se estructuran pensamientos que produzcan estabilidad ante lo irremediable.

Para vencer a la muerte hay que luchar constantemente contra ella, la magia hace su trabajo al proteger al cazador, al guerrero, al anciano, al enfermo y al moribundo. Su eficacia se logra a través de controlar los elementos de la naturaleza: agua, tierra, fuego y aire, para activar desde lo sobrenatural un preámbulo con lo natural. Justificar el procedimiento a niveles institucionales produce las religiones y al investigar los diferentes fenómenos desde un método pragmático y teórico se llega a la ciencia. En muy pocas palabras, lo que se busca es prolongar la vida, las herramientas se basan en que tan efectivo es el método para lograrlo. De lo sobrenatural a lo natural de la explicación imaginaria a la real y científica, el mundo se mueve en la búsqueda del saber para conocer la incertidumbre que nos rodea en los diferentes niveles del universo.

La vida en su eficacia simbólica nos ubica en el terreno de una construcción cultural, a través del lenguaje, la oralidad, la escritura, la estética y las múltiples ciencias que se abocan a estudiar cada apartado de la misma. Se establece un procedimiento que utilice argumentos y retóricas que den pie a procesos de satisfacción colectiva. Es decir, las sociedades deben ser tranquilizadas en su paso por la vida, de su larga o corta espera sobre su propia muerte, esta tranquilidad en buena medida se logra en la explotación de la esperanza, sobre un más allá de la muerte, una nueva vida y en la vida tradicional y religiosa el encuentro con la reencarnación, el paraíso, la inmortalidad, actividades todas ellas ideológicas que intentan crear y sostener un mundo imaginario.

Lo invisible se convierte en la esperanza de seguir aquí, último recurso que garantiza la prolongación de la vida, de cualquier forma, de cualquier modo. Sostenerse equivale a decir, que hay sentido en el acto del saber vivir y que dejar rastro, no se reduce únicamente al linaje y la descendencia o a la acumulación de cualquier tipo de capital material y simbólico, sino que se puede trascender estos niveles en el encuentro con la prolongación de la vida. Es decir, se trata de vencer a la muerte y para ello, se encuentra la ciencia: todas ellas, con un fin específico el de mantener la vida a cualquier costo, sin importar la calidad de vida que se pudiera obtener de esta necesidad.

De lo sobrenatural a la ciencia es un largo camino recorrido en la historia de la civilización y muy reciente en cuanto al derroteo de la vida humana por el planeta, y hay que dejar en claro, que ninguna de las otras especies que nos precedieron fueron capaces de transformar su medio ambiente, ni producir artefactos que cambiaran el curso de sus propias historicidades; como no lo han hecho, el resto de especies con las que cohabitamos en estos momentos. En este sentido, y siguiendo a Remo Guidieri en su etnografía sobre los polinesios, la muerte existe realmente, cuando el ancestro ya no es consultado y no existe ningún tipo de registro sobre su existencia; esto quiere decir, que después de la vida, el que siga manteniendo un lazo con el mundo de los vivos es desde la experiencia del difunto, en el que la relación entre memoria-experiencia es producto del consejo que aun puede dar a los vivos, que haría si estuviera vivo ante determinado acontecimiento. La muerte emerge realmente en el momento en que ya no puede dar consejo y aunque este sea imaginario, los procesos cotidianos e institucionales de esta cultura sobresalen a las expectativas de la práctica-memoria-experiencia de quien ya no esta. Este es el instante en que realmente muere, al no tener ya un fin práctico, se pasa a la ausencia y a la muerte real.

La muerte está siempre marcada por la separación del cuerpo y del alma. Esta puede verse obligada abandonar un cuerpo sano en el que todavía quería permanecer. O puede ser que la separación del ndil (alma entre los Sara) se justifique, que el alma abandone voluntariamente el cuerpo, porque éste se haya deteriorado, esté herido o amputado (por ejemplo, en el caso de un asesinato).

Robert Jaulin (1985: 185)

El punto de encuentro entre la vida y la muerte se convierte en una actividad simbólica que denota en la práctica el uso de las costumbres y de

formas de resolver el cotidiano, en relación con los sentimientos, la política y la experiencia adquirida durante toda una vida, para el uso y sobrevivencia de la vida comunitaria. En la producción de eventos culturales y sociales, el encuentro con el que ya no está de forma física, significa la apropiación de su memoria y saberes, para proseguir en el presente vivido, hasta que el devenir nos sitúe en acontecimientos impredecibles a aquella memoria-experiencia.

El recuerdo significa tener presente y es el eje de la cultura. Es repetir lo que otros ya hicieron mejorando la eficacia original, de donde la sujeción con el pasado eslabona en el tiempo un encuentro entre pasado y presente, entre vida-muerte-vida, poder discursivo que en su práctica une diferentes elementos actanciales de preservar la vida. Sin embargo, la muerte se convierte en el paso que tiene el tiempo para recordar lo que ya no está y es el inicio de un proceso memorial e histórico, que tiene que dejar evidencia. Esta evidencia se mueve en un proceso en descenso que da por terminada la vida y en consecuencia en su recursividad, se encuentran delimitaciones que van recortando las diferentes vías para proseguir.

Seguir las reglas del descenso de la vida, significa el aumento de la velocidad para llegar al final del camino, para culminar en el desenlace fatal: la muerte. En cuyo caso, se intenta llevar a cabo cierta resistencia interna-el deseo de vivir o de no vivir; y otra externa para controlar la caída y hacer que dure más el momento de contención. Pronunciarse en este sentido, es eliminar todo deseo interno de concluir. El exterior decide y manifiesta a cualquier costo el seguir en este contexto dimensional, lo cual equivale a decir, que el sentido por la vida tiene su propia dialógica: una interna que se sujeta a sus reglas de sobrevivencia, en la que su fin, es sostener en las mejores condiciones posibles la vida y que en el transcurso del tiempo regular, los procesos de mantener dichas condiciones se van deteriorando poco a poco, hasta llegar a un evento reversible en el que es necesario el apoyo externo para seguir manteniendo ese estado ideal.

Conforme el tiempo pasa el apoyo externo tiende a aumentar ante el deterioro interno, hasta llegar al punto de culminación. La espera es interrumpida por el *intermezzo*, que soluciona la espera en dejar todo como está, hasta que haya mejores condiciones de cambio, sin preguntar a su contraparte interna, actúa y ejecuta para intentar llegar a un infinito *impasse* que no culmine en la muerte. Este es el contexto en el que la relación entre la vida y la muerte desenvuelve su entropía en neguentropía, que busca potencializar la vida a cualquier costo.

El sentido por la vida, adquiere una nueva perspectiva sobrevivir en el vacío de la sociedad y la cultura. Significa interrumpir la llegada de la

muerte sin la posibilidad real de asumir la vida tal y como empezó; ante esta situación vida y muerte son los paradigmas de conductas culturales equívocas, que ven en la ciencia una producción inmortalizada fuera de la razón. En ello, se debe reparar para que el tránsito por la vida sea el espacio de su calidad e historicidad como un proceso completo, no truncado por ningún tipo de orden, sino por el contrario la vida desde el principio de los tiempos esta condicionada a mantener su perspectiva en la mejor optimización, cuando se decae se llega el momento de pasar al lugar de la memoria.

7. Antropología y transdisciplina: lecturas afines

Tal vez para la evolución de la vida el problema sea análogo: (es decir, de lo no vivo a lo vivo) pasa por la bioquímica. Y lo que hemos visto en estas inmersiones es precisamente la progresiva realización de aquella “caja de montaje” destinada paulatinamente a construir formas que en un determinado momento serán definidas claramente como “vivas”.

Por lo demás, también nuestro conocimiento está aun en sus primeros albores. Consigue entrever sólo algún titular de la historia de la vida: pero no consigue leer aún todo el texto.

Piero e Alberto Angela (2006: 45)

La lucha por la vida en su vertiente de la larga duración, estableció grandes parámetros de transformación y adecuación de la morfología de los diferentes continentes, desde Pangea hasta nuestros días, en estos millones de años el planeta se modificó y se desplazaron las placas de la corteza terrestre, este movimiento lento pero persistente predispuso diferentes formas de morir por volcanes-asfixia, por congelación y la que vino del espacio exterior. Sin embargo, la marca que sostiene el sistema de lo viviente entre especies prosigue su camino por la evolución para sobrevivir, otras van sucumbiendo al no poder adecuarse a nuevas condiciones de realidad. El mundo y la vida, se mueven en la competición de la adecuación al entorno, para seguir en la ruta de diferentes cambios, transiciones y mutaciones que les hace participes del orden global en el que se encuentran. En diferentes escalas de tiempo se conjuntan las especies para aglutinarse alrededor de ecosistemas favorables, donde el espacio condiciona la relación medio ambiental, ubicaciones que delimitan territorios naturales y ficticios para asegurar la organización de las especies.

Vivir la existencia es enfrentarse siempre con la muerte, dualidad que se ubica en el terreno de las colindancias, como el efecto de un movimiento inseparable y con el cual se comparte siempre. La distancia es tan cercana que la escala de tiempo se reduce a cada especie en particular. Cada una contempla su ciclo de vida y muerte, a pesar de ello, la resistencia se hace sentir en nuestra especie, intentamos abarcar lo más posible, extender la vida, aunado a una calidad que nos ayude estar bien. Alcanzar la vida eterna, sea a través de las ideologías, sea desde la ciencia, el intento es retrasar en lo posible la muerte, o cuando nos llegue tener acceso a una inmortalidad religiosa, falsa como cualquier intento de tenerla, pero por lo menos mientras se vive el principio de esperanza determina y disemina la angustia de vivirlo, mientras que por otra parte la ciencia intenta mantener el cuerpo sano postergando la muerte.

La distancia que nos separa del principio es enorme y la densidad de vida y muerte acumulada durante millones de años, se recarga en la estratigrafía de la tierra, el pasado está registrado a través de la muerte y en la búsqueda de los contextos la ciencia le da forma a la vida que tuvieron en sus propios espacios históricos, de los fósiles encontrados en China y en el desierto de Gobi en Mongolia como el *Caudipteryx* (130 m, a), el *Sinosauropteryx* (130 m,a) y el *Beipiasaurus* (125 m,a), estos tres dinosaurios emplumados (Long, 2007) han establecido los vínculos existentes entre dinosaurios y aves. Esta no es la única lectura de una explicación o de una interpretación, en su camino hacia un conocimiento local en el pasado lejano y hasta antes de mediados del siglo XIX, se impusieron diferentes concepciones sobre este tipo de hallazgos.

Hay que resaltar que en muchas mitologías de mundo, entre ellas: las asiáticas y las occidentales, recrearon desde la antigüedad la existencia de animales imaginarios y fabulosos como fueron los dragones y los grifones, conocimientos populares que llegan hasta nuestros días a través de las narraciones medievales sobre seres fantásticos. Es posible, que este tipo de narraciones hayan existido debido al hallazgo fortuito de restos fósiles, cuyas osamentas no podían ser clasificadas en el orden de los animales conocidos. Es decir, en la cartografía sobre la fauna conocida, no existían este tipo de huesos y tenían que ser clasificados de alguna forma.

Ubicarlos en el terreno de los seres vivos sólo era posible a través de una construcción imaginaria y sobrenatural. Así la cosmovisión religiosa se encargó de ubicarlos en su contexto histórico desde una perspectiva fantástica que cubre los espacios de la mitología. Sobre todo cuando se pensaba que los dioses o un dios supremo, había sido el creador del todo, y que existía una paralización en cuanto a la vida, el principio y el fin estaba

prescrito por las mismas bestias, plantas, mares, el cielo y los hombres. Toda la creación era uniforme y se encontraba fuera de la transformación y de la incertidumbre, el plan divino era inefable y todo lo que fuera encontrado, que no entrara en esta lógica, debía ser producto de un castigo divino y por ello, no se les había encontrado vivos en el espacio de los hombres y las deidades.

Darle vida a lo imaginario y a las concepciones metafísicas del pasado, constituye la base del sistema de creencias en su perspectiva ideológica, donde la seguridad del hecho se basa en unidades de significaciones, que no son comprobables bajo ningún tipo de teoría o de un modelo experimental y que sin embargo, una comunidad las da por verdaderas en el contexto de su fe. Por otra parte, esta la ruta que sigue la ciencia para explicar e interpretar los hallazgos encontrados a través de modelos, teorías y metodologías. Los descubrimientos y la inventiva son parte de la acumulación de saberes que se tienen para poder mejorar la vida presente. De cualquier forma, los muertos viven entre nosotros según las palabras del etnólogo, historiador y psicoanalista francés Michel de Certeau (1978). La ciencia y la historia comprometen el presente con las evidencias del pasado, los muertos son recordados y revividos a través del trabajo de campo, el laboratorio, la clínica, el archivo, la escritura y de las memorias, que nos hablan de aquellos acontecimientos del pasado, en que otros seres vivos pisaban la tierra y que con su presencia dejaron huella, para marcar con su paso un lugar en la evolución de nuestro planeta.

Dichas huellas toman sentido en distintas direcciones, sea para conocer el pasado remoto y el cercano de la vida vegetal, animal y humana, sea para construir un archivo sobre la historia de la medicina y de las enfermedades que nos aquejan como civilización, desde el pasado hasta nuestros días, un inventario de este tipo establecería una continuidad epistémica y práctica sobre las relaciones de salud y enfermedad en tiempos largos y sobre todo, nos plantearía la necesidad de escriturar el vínculo entre diferentes tipos de síntomas a nivel individual, cultural, clínico y la posible medicación en los espacio de culturas diversas. De lo tradicional a lo industrial las medicinas tienen un doble filo (efectos secundarios) y la ciencia debe darlo a conocer entre infinidad de casos más para salvaguardar la calidad de la vida

Vida y muerte son parte del sentido por estar presente, y las diferentes ciencias deben abocarse al estudio e investigación de un conocimiento integral, que posibilite su fundamentación en el saber que nos implica la vida, como un todo, que conjunta el macro y el micro universo, reconociendo a cada paso los diferentes niveles de organización que plasma

la existencia para dejar a su paso evidencias de su recorrido, aun cuando ya no estén entre nosotros.

Es participe de la ciencia encontrar un lugar-espacio institucional, para que la vida pueda ser estudiada en sus diferentes paradigmas. Pasado y presente de forma conjunta, para establecer las continuidades que nos ubican en este mundo a partir de una ciencia de la vida.

8. Bibliografía

- Ariès, Philippe. 1975. *Essais sur l'histoire de la mort en occident du moyen age à nos jours*. Paris: Éditions du Seuil.
- Ariès, Philippe. 1985. *L'homme devant la mort*. I. Le temps des gisants. Paris: Éditions du Seuil.
- Angela, Piero e Alberto. 2006. *La straordinaria storia della vita*. Milano: Arnoldo Moldadori Editore.
- Christian, David. 2007. *Mapas del tiempo. Introducción a la "gran historia"*. Barcelona: Crítica; Barcelona.
- Certeau, Michel de. 1978. *L'écriture de l'Historire*. Paris: Éditions Gallimard.
- Dunbar, Robin. 2004. *The human story a new history of mankind's evolution*. London: Faber & Faber.
- Hofstadter, Douglas R. 1987. *Gödel, Escher, Bach. Un eterno y grácil bucle*. Barcelona: Tusquets.
- Jaulin, Robert. 1985. *La muerte en los Sara*. Barcelona: Editorial Mitre.
- Jay Gould, Stephen. 2006. *La vida maravillosa*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Long, John. 2007. *Dinosaurs*. Sydney: Weldon Owen Pty Ltd.
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*. Buenos Aires: Ediciones SB.
- Shlain, Leonard. 2000. *El alfabeto contra la diosa. El conflicto entre la palabra y la imagen, el poder masculino y el poder femenino*. Madrid: Editorial Debate.
- Smith, Peter. 2001. *Explaining Chaos*. UK: Cambridge University Press.
- Sperber, Dan. 1999. *Il contagio delle idee. Teoria naturalistica della cultura*. Milano: Feltrinelli Editore/ Campi del sapere.
- Vincent, Jean-Didier. 1996. *La chair et le diable*. Paris: Éditions dille Jacob.

TERCERA PARTE

Investigación y programas de acción desde los enfoques de la complejidad en América Latina

CAPÍTULO X

Aspectos psicosociales del cambio climático

Una Mirada desde la Complejidad

Schelica Mozobancyk* y Martín de Lellis**

1. Introducción

El presente estudio es una contribución de la cátedra I de Salud Pública/Salud Mental de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires a las líneas de investigación propuestas por el PIUBACC (Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Cambio Climático) y se encuadra dentro del campo disciplinar de la Psicología Ambiental. Desde ella, asumimos que la forma en que las personas, grupos sociales y sociedades percibimos nuestro ambiente, las actitudes que desarrollamos hacia él y los valores ambientales que sostenemos están en la base de nuestros comportamientos y prácticas ambientales (Mozobancyk, 2009).

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que, como sociedad, tendremos que afrontar en este siglo, por lo que, actualmente, ocupa un primer lugar en la agenda política a todos los niveles. A nivel mundial tendrá impactos negativos sobre los ecosistemas, la disponibilidad de agua, la seguridad alimentaria, los asentamientos humanos y la salud de las poblaciones, principalmente de las más vulnerables.

* Prof. Adjunta Cátedra I de Salud Pública/Salud Mental, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires. Thames 291 3° "C", ciudad de Buenos Aires, Argentina. CP: 1414. T.E. 005411-4856-1761 schelica@uolsinectis.com.ar

** Prof. Titular Regular Cátedra I de Salud Pública/Salud Mental, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires. Pasaje Osaka 1250, ciudad de Buenos Aires, Argentina. T.E. 005411-4432-2405 delellis@fibertel.com.ar

Según el IPCC (siglas en inglés del Panel Intergubernamental de Cambio Climático), Argentina deberá enfrentar durante este siglo un aumento de las tormentas y del granizo; una creciente incidencia de enfermedades como el mal de Chagas, el dengue y la malaria; la migración de los peces característicos de sus aguas e, incluso, la desaparición de cultivos como el maíz y el trigo (La Nación, 2007). Efectivamente, el cambio climático ya comenzó a evidenciarse en la Argentina. El retroceso de los glaciares, el aumento de los niveles de precipitación en algunas regiones y el incremento de las temperaturas medias son sólo algunos ejemplos de este fenómeno (Tanides et al., 2007; Barros, 2005).

El IV Informe del IPCC (2007) indica la necesidad de adoptar políticas de adaptación y mitigación cada vez más decididas, serias e intensas. La implantación de estas políticas deberá implicar nuevas formas de organización social y también profundos cambios en nuestros estilos de vida (nuevas formas de consumir, de utilizar los medios de transporte, de vacacionar, nuevas formas de alimentarnos, nuevos comportamientos respecto al uso de los recursos naturales materiales y energéticos, etc.) que sólo podrán tener lugar si media un cambio significativo en la forma en que las personas perciben y valoran el ambiente. La toma de acciones requiere que todos los actores sociales involucrados (gobierno, empresas, sociedad civil) perciban la gravedad de la amenaza y la urgencia de actuar.

No obstante, el cambio climático es un constructo reciente y complejo proveniente del campo científico que podría no estar siendo asumido con los mismos significados, gravedad y sentido de urgencia por el resto de los actores sociales diferentes de la comunidad científica que trabaja en el tema. Por ello, las preguntas que guiaron la presente investigación fueron: ¿coincide la representación popular del cambio climático con la representación que sostienen los científicos respecto del mismo? ¿Percibe la comunidad el cambio climático como una amenaza seria y urgente que hace peligrar las bases de sustentabilidad de la vida en el planeta? ¿Percibe el cambio climático como un riesgo que puede poner en peligro la seguridad de nuestras vidas, nuestra salud o la de nuestros semejantes? En todo caso ¿cuáles son las causas percibidas del problema, sobre las que se debería actuar para mitigarlo?

A partir de estos interrogantes, el objetivo que nos planteamos para el presente trabajo fue comparar la representación científica del cambio climático, con la representación popular del mismo.

Para ello, en primer lugar, analizamos la representación científica del cambio climático basándonos en la formulación que hace del mismo el IPCC (que representa el consenso de la comunidad científica mundial

respecto al fenómeno) y tomando como parámetro de análisis las dimensiones del paradigma de la complejidad propuestas por Edgar Morin.

En segundo término, estudiamos la representación popular del cambio climático, a partir de un estudio empírico de tipo cualitativo. Por último, comparamos ambos tipos de representaciones.

Consideramos que los resultados a los que arribamos tienen implicancias para la formulación de políticas públicas, las acciones de comunicación social, la educación y la sensibilización comunitaria.

1. El cambio climático como constructo científico complejo

1.1. Formulación científica del concepto de cambio climático

“Cambio climático” es un constructo teórico reciente y complejo que los científicos utilizan para designar una serie de fenómenos vinculados entre sí, que involucran la interacción entre el ambiente físico y los sistemas sociales. Seguiremos, para nuestra exposición, las formulaciones del IPCC, máxima autoridad científica mundial en el tema que, por tener representación de gran cantidad de países del mundo, puede considerarse que refleja el consenso de la comunidad científica internacional. La complejidad de la interacción sociedad-naturaleza en el caso de la problemática del cambio climático, puede ser mejor visualizada tomando como apoyo la Figura 1 en la que se muestra la trama de procesos, variables, inter-retroacciones que vinculan los “Sistemas de la Tierra” (mitad superior del gráfico) con los “Sistemas Humanos” (mitad inferior).

La denominación “cambio climático”, designa, en principio, el ascenso paulatino y constante de la temperatura media del planeta en los últimos 150 años. Concomitantemente, refiere a los fenómenos asociados a este incremento: variaciones en los patrones de precipitaciones, aumento en la frecuencia de la ocurrencia de eventos climáticos extremos (olas de frío y de calor, tormentas, inundaciones) y el aumento del nivel del mar por efecto de los fenómenos de deshielo. Estos procesos se muestran en el cuadro superior (celeste) de la Figura 1.

El incremento de la temperatura media del planeta encuentra su origen en el aumento de la concentración de “gases de efecto invernadero” en la atmósfera (cuadro de la izquierda de la Figura 1). El principal de ellos es el dióxido de carbono (CO_2), que aumenta su concentración, principalmente, debido a la utilización de combustibles fósiles para el funcionamiento industrial, urbano y domiciliario. Paralelamente, se está produciendo una

tala acelerada de bosques, que son los captadores naturales del CO₂ atmosférico, aumentando también por esta vía su concentración.

Los principales impactos negativos que los científicos anticipan que tendrá el cambio climático (y que, en realidad ya están ocurriendo), se observan en el cuadro derecho (verde) de la Figura 1. Ocurrirá alteración y pérdida de ecosistemas terrestres y acuáticos que soportan los procesos de la vida sobre la Tierra. Se pondrá en riesgo la seguridad alimentaria por pérdida de tierras cultivables y bancos de peces. La salud humana se verá afectada por un aumento de enfermedades reemergentes transmitidas por vectores y parásitos, por enfermedades vinculadas con la escasez de agua apta para bebida (como el cólera y las diarreas), y por un aumento de las muertes por olas de calor y de frío. La vida en los asentamientos humanos se verá deteriorada por muertes, pérdida de viviendas y pérdidas materiales ocasionadas por inundaciones y tormentas, todo lo cual se espera que dará lugar al abandono de sus habitats por parte de las comunidades, con la consecuente emergencia de “refugiados climáticos” (IPCC, 2007).

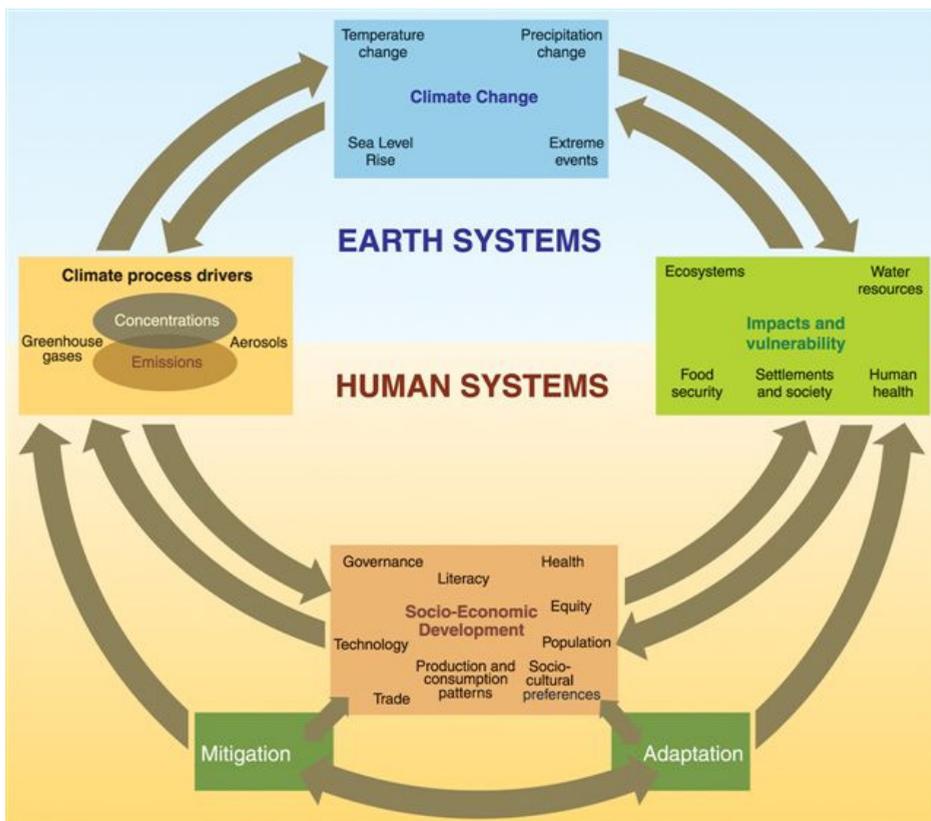


Figura N° 1: Schematic framework of anthropogenic climate change drivers, impacts, and responses Fuente: (IPCC, 2007).

Estos impactos afectarán en mayor medida a los sectores más pobres de la sociedad, ya que tienen condiciones de vida más precarias, viven en zonas más vulnerables y cuentan con menos recursos (servicios de salud, educación, alimentos) para afrontarlos (IPCC, 2001). Es por ello que es necesario que los gobiernos implementen adecuadas medidas de adaptación (cuadro y flechas del sector inferior derecho de la Figura 1), las que dependerán de las decisiones políticas que se tomen, los recursos y tecnologías disponibles, y aspectos culturales, entre otros.

En el cuadro central inferior de la Figura 1, encontramos los factores que están ocasionando el cambio climático. Estos factores determinantes están plenamente ubicados en el espacio de los “Sistemas Humanos”: el IPCC señaló en su informe del año 2001 que existen pruebas nuevas y más convincentes de que la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos cincuenta años, se puede atribuir a actividades humanas. De la modificación de estos factores dependerá que logremos o no mitigar (cuadro y flechas del sector inferior izquierdo de la Figura 1) el proceso de cambio climático antes de que la temperatura media del planeta se eleve, en promedio, 1,5 o 2° C, que es la cifra que los climatólogos han establecido como límite dentro del cual podrían mantenerse escenarios de cierta manejabilidad y certidumbre.

El elemento central del cuadro inferior de la Figura 1 es el “Estilo de Desarrollo” socio-económico imperante a escala global, el que aparece relacionado con otros factores: las pautas de producción y consumo, el funcionamiento del mercado, los avances tecnológicos, las preferencias culturales de consumo, la (in)equidad (en la distribución de los recursos y en la recepción de impactos), procesos todos que están en la base de la generación del cambio climático.

No fue sino hasta la década del '70 que se hicieron las primeras conceptualizaciones que vinculaban la problemática ambiental con aspectos del desarrollo socio-económico. Hasta ese momento, primaba una visión “ecológica” o naturalizada de tal problemática.

El actual modelo de desarrollo imperante a nivel mundial entiende el mismo como sinónimo de crecimiento económico. Dentro de la lógica de este modelo, el objetivo de la producción no es elevar la calidad de vida de la población, sino generar ganancias, lo que lleva a producir indiscriminadamente bienes y servicios (Mozobancyk, 2001). Se asume como positivo todo consumo, sin atender al “qué” ni a “cuánto” se consume, ni a la distribución social de dicho consumo. Se da la paradoja, entonces, de una parte importante de la población que tiene necesidades básicas insatisfechas, que no interesa al mercado y una minoría que tiene

sobresatisfechas sus necesidades y que es disputada por el mismo para venderle bienes y servicios cada vez más sofisticados: en los últimos 45 años el consumo de cereales, bovinos y agua se ha triplicado, en tanto que el de papel se ha multiplicado por seis. El uso de los combustibles fósiles ha crecido cuatro veces, al igual que las emisiones de CO₂ (OPS, 2000). Sin embargo, el incremento del consumo no ha sido equivalente en los distintos segmentos socioeconómicos, sino altamente inequitativo: por ejemplo, la quinta parte más rica de la población ha duplicado su consumo per cápita de energía, carne, madera, acero y cobre y cuadruplicado el número de automóviles, mientras que el consumo per cápita de la quinta parte más pobre prácticamente no ha crecido en los últimos 45 años (OPS op. cit.).

Según la Agenda XXI (Naciones Unidas, 1992) las principales causas del deterioro del medio ambiente mundial son las modalidades insostenibles de consumo y producción, particularmente en los países industrializados, que agravan la pobreza de los países no desarrollados y los desequilibrios ecológicos. En los países no desarrollados la principal causa del deterioro ambiental es la pobreza. Por una parte, porque los recursos económicos son insuficientes para brindar a la población condiciones de habitabilidad mínimas como acceso al agua potable, desagües cloacales, tratamiento de los residuos, etc, con lo que se produce una severa contaminación ambiental. Por otra parte, porque los países no desarrollados depredan sus recursos naturales como estrategia de sobrevivencia a corto plazo, con lo que agotan su capital natural a largo plazo.

Los países desarrollados están altamente industrializados y tienen un alto PBI por persona. Alojan alrededor del 20% de la población mundial, poseen cerca del 80% de la riqueza del mundo, utilizan alrededor del 80% de los minerales y recursos energéticos del globo y generan la mayor parte de la contaminación y desechos de la Tierra. Por el contrario, los países no desarrollados alojan cerca del 80% de la población mundial, pero sólo poseen cerca del 20% de la riqueza mundial y utilizan únicamente alrededor del 20% de los recursos minerales y energéticos del planeta (Tyler Miller, 1994).

La propuesta mundial ante esta problemática es orientarnos hacia un desarrollo sustentable que considere, simultáneamente, los aspectos ecológicos, económicos y sociales del desarrollo, posibilitando así que tanto las actuales como las futuras generaciones puedan satisfacer sus necesidades (Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987).

1.2. Análisis del constructo cambio climático desde las categorías de la complejidad

En este apartado tomaremos distintas categorías propuestas por Edgar Morin (1984, 1994, 2004) como configurantes de una visión epistemológicamente compleja de la realidad y las utilizaremos para analizar si la conceptualización científica del cambio climático puede encuadrarse dentro de esta visión.

Universalidad/singularidad. Los procedimientos hipotético-deductivos, que tan enraizados han estado en el desarrollo de las ciencias físico-naturales, principalmente, se apoyan en principios tales como la universalidad de las proposiciones, válidas para todo tiempo y lugar. Sin embargo, al abordar los fenómenos complejos que afectan a los sistemas físicos y sociales se pone de manifiesto que cada constelación de eventos, relaciones y retroacciones presentan características singulares y localizadas tanto espacial como temporalmente. La epistemología de la complejidad no postula anular ni disolver lo singular en lo general, sino que busca contextualizarlo para lograr una comprensión más rica e integral de los fenómenos bajo estudio.

El constructo “cambio climático” refleja este pensamiento complementario. El concepto de cambio climático alude a un proceso global, definido como un fenómeno que, independientemente de su lugar de origen, produce su impacto o efecto en todo el planeta. En este sentido, se toman indicadores globales (por ejemplo temperatura media del planeta) para verificar su existencia. No obstante, se reconoce, al mismo tiempo, que este fenómeno global tendrá impactos diferenciales -y a menudo opuestos- cuando se lo estudia a distintos niveles de análisis (regional, nacional o local). Asimismo, se reconoce las responsabilidades diferenciales de los distintos países en la producción de tal fenómeno global (las que se expresan, por ejemplo, en la clasificación de los países en distintos anexos del Protocolo de Kyoto, firmado en 1997). También se asume esta complementariedad, por ejemplo, cuando se señala que los impactos del cambio climático global serán diferenciales para los distintos países y comunidades, teniendo en cuenta tanto la ubicación geográfica, las características climáticas y recursos naturales locales, como el grado de desarrollo de cada sociedad.

De este modo, se trata de comprender, simultáneamente, las teorías y los principios generales y su manifestación en casos o situaciones singulares, que no pueden reproducirse isomórficamente en otros ámbitos locales aún similares.

Autoorganización/Irreversibilidad. Cada sistema se (auto)organiza en función de una constelación de eventos, acciones y retroacciones que se desarrolla en un proceso histórico único e irreversible (siempre con orientación hacia el futuro). Ello implica considerar los procesos (sucesivas transformaciones, organizaciones, desorganizaciones, reorganizaciones) que han llevado a configurar históricamente el estado de un sistema en un momento dado.

En el caso del cambio climático, los sucesivos cambios en el clima, medidos en tiempos geológicos, ha sido un factor de confusión hasta que se pudo establecer, como dijimos anteriormente, el origen indudablemente antrópico del cambio climático que estamos atravesando actualmente. Por otra parte, en una historia a escala humana más reciente, que puede medirse en un siglo, las progresivas emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera han producido impactos (en los ecosistemas, por ejemplo) que son irreversibles, aún cuando en algún momento futuro las concentraciones de dichos gases disminuyan de modo significativo. Aunque sin duda, los sistemas físicos, biológicos y humanos se reorganizarán bajo nuevos parámetros, nunca volverán a estados iguales a los que tenían en etapas anteriores de su historia.

Esta capacidad de autonomía y autoorganización de los sistemas socio-ecológicos hace imposible cualquier visión determinista de su estructuración futura. Es por ello que, ante la problemática del cambio climático se proponen diversos escenarios climáticos y sociales futuros, cada uno de los cuales conlleva rangos de probabilidad de ocurrencia (y jamás certeza de su existencia) (Gallopín, 1997). Por ejemplo, el hecho de que se llegue -o no- a acuerdos políticos internacionales sobre límites de emisiones de CO₂, es una variable que permite definir distintos escenarios climáticos futuros, que, a su vez, permiten definir distintos escenarios de impactos ecológicos, sanitarios, de hábitat, etc.

Visión sistémica. Desde la teoría general de los sistemas es común aludir al axioma de que el todo es más que la suma de las partes, enfatizando de este modo que son más importantes las interacciones entre los elementos que la sumatoria de partes que componen el todo.

Un sistema complejo es una representación de un recorte efectuado sobre la realidad, conceptualizado como una totalidad organizada en la cual los elementos no son “separables” y, por lo tanto, no pueden ser estudiados aisladamente. La complejidad del sistema estaría determinada tanto por la heterogeneidad de las partes constituyentes como por la mutua interdependencia e interdefinibilidad de las funciones que desempeñan en cada totalidad.

Los elementos del sistema suelen constituir unidades también complejas que interactúan entre sí. A su vez, las relaciones entre los subsistemas adquieren importancia fundamental porque determinan la estructura del sistema y pueden ser analizadas como sistema en otro nivel de estudio.

En el caso que nos ocupa podemos señalar que se reconoce la denominación de Sistemas de la Tierra y Sistemas Humanos para aludir que los mismos se organizan como totalidades complejas (en las cuales también podemos reconocer componentes que obran como subsistemas).

Dentro del sistema social podemos identificar, por ejemplo, el subsistema productivo (en el cual pueden predominar formas de producción ecológicamente sustentables o no) pero también el subsistema cultural, social, etc. Cada uno de los subsistemas (social, económico, cultural) comprende a la vez diversos subsistemas con complejas relaciones internas, pero con suficiente grado de diferenciación como para ser consideradas unidades de análisis cuyas propiedades integrales y relaciones entre los componentes definen las características de un sistema total. Otro tanto puede decirse del sistema climático, los sistemas ecológicos, los sistemas agrícolas, etc.

Pero, a su vez, como ha señalado Gallopin (2001, 2003) dada la capacidad que desarrolló el hombre para intervenir a escalas nunca antes vistas sobre los ecosistemas naturales y teniendo en cuenta la importante función que éstos cumplen para el desarrollo económico de las sociedades a la vez que para el sostén de la vida en el planeta, la única opción razonable es considerar al sistema socioecológico completo.

Este reconocimiento implica poner en relación los sistemas y subsistemas naturales y humanos, identificando su interacción compleja. Es así que los sistemas humanos tienen efectos sobre los sistemas físicos y naturales y viceversa. Por ejemplo, uno de los determinantes del cambio climático es el sistema socioeconómico imperante, a la vez que los efectos del clima impactarán sobre las sociedades y economía global, imponiendo la adopción de políticas de adaptación y mitigación que, a su vez, impactarán sobre el clima, y así sucesivamente, en un proceso recursivo infinito de inter-retroacciones.

Causalidad compleja. La causalidad compleja implica la intervención de distintos circuitos de retroalimentación, que involucran elementos del mismo y de diferentes niveles de análisis, lo que da por resultado múltiples inter-retroacciones, interferencias, sinergias, etc.

Dada la apertura al ambiente de los sistemas complejos se establecen relaciones tanto a nivel horizontal (entre elementos del mismo sistema),

como, a nivel vertical (entre elementos pertenecientes a distintos niveles de complejidad).

Según Gallopin (op. cit.) las implicancias que tiene para el método científico el abordaje de las problemáticas a partir de una concepción de sistemas complejos es que demanda al científico, por lo menos, dos tareas básicas:

- a) Identificar y comprender las relaciones causales más importantes del sistema, las que pueden darse en un sentido horizontal (entre elementos de un mismo nivel de análisis), o vertical (entre elementos o conjuntos de elementos de distintos niveles de análisis);
- b) Comprender su dinámica, mediante un análisis de las fuerzas que generan el comportamiento del sistema, incluyendo la investigación de qué componentes y procesos interactúan funcionalmente (sinérgicamente) para generar las respuestas del sistema, sus propiedades emergentes y cómo el sistema se adapta y transforma a sí mismo.

En este sentido son válidos para este caso también los ejemplos que dimos anteriormente entre inter-acciones entre los sistemas físicos y sociales (climáticos y socio-económico-políticos). Este tipo de visión sistémica y causalidad circular es asumida por el IPCC como vinculante de todos los sistemas mencionados y aparece graficada en la Figura 1 por flechas de sentido doble que simbolizan procesos multidireccionales que relacionan los cuatro cuadros que la componen.

Organización jerárquica de los sistemas. El análisis de un sistema complejo requiere distinguir niveles de análisis, cada uno de ellos determinado por procesos autoorganizadores de diferente nivel, que le dieron origen, como fue descrito en puntos anteriores.

Estos niveles podrían recortarse, por ejemplo, en el caso del mundo biológico, del siguiente modo: célula, tejido, órgano, organismo. Los organismos, a su vez, forman parte de sistemas más amplios: poblaciones, comunidades que a su vez, se organizan en ecosistemas, etc.

Los niveles de análisis antes descritos pueden considerarse sistemas, los que están conformados por elementos que interactúan entre sí (subsistemas), y que pueden, a su vez, ser definidos y analizados como sistemas en un nivel inferior de estudio. Dicho de otro modo, cualquier sistema puede ser entendido tanto como contexto (ambiente), sistema, o como subsistema, dependiendo de cuál sea el nivel de análisis que se tome como referencia.

Cada nivel de organización es semi-autónomo y un sistema puede ser analizado o manejado en más de un nivel simultáneamente. En este sentido es interesante el señalamiento que hace García (2006) respecto a que, pese a la integración entre los distintos niveles de sistemas, las propiedades emergentes de cada nivel son lo suficientemente específicas, como para que las teorías desarrolladas en cada uno de ellos tengan suficiente estabilidad como para no ser invalidadas por descubrimientos o desarrollos en otros niveles.

Dado que todo sistema complejo (biológico, social) es abierto hacia su ambiente (esto es, realiza intercambios con el mismo), este ambiente, a su vez, puede funcionar como un sistema dentro de otro todavía más amplio, abierto también a su ambiente, y así sucesivamente (los sistemas complejos carecen de límites definidos). Este es uno de los aspectos que Morin relacionó con los límites de la demostración lógica en el seno de los sistemas complejos: debido a que no es posible conocer todas las variables de contexto de un sistema (pues siempre hay un sistema de nivel superior que lo contiene) no podremos nunca conocer un sistema en su completud.

Las diferencias entre niveles de análisis son consideradas fundamentales en las conceptualizaciones científicas actuales del cambio climático. Siguiendo nuevamente a García (op. cit.) podríamos distinguir entre procesos de primer nivel, que pueden comprender fenómenos locales (aunque se difundan extensamente en diversos ambitos), mientras que los procesos de segundo nivel pueden comprender fenómenos regionales y los procesos de tercer nivel aludir a procesos nacionales y/o internacionales.

Dado el orden interdependiente y globalizado que caracteriza al mundo actual es importante considerar los distintos niveles jerárquicos en que se observan las afectaciones. Por ejemplo, la tendencia a alentar la producción mundial de commodities en los países en desarrollo altera las modalidades históricas de producción diversificada y de adaptación al ecosistema local, generando procesos tales como la expansión de la frontera agrícola y la deforestación acelerada concomitante, con impactos tanto a nivel de los sistemas físicos como sociales (aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, aumento de la dependencia de los productores locales de los centros mundiales de producción de tecnologías agropecuarias).

Relación sujeto observador/objeto observado. Hemos aludido al “cambio climático” como un constructo proveniente del ámbito científico. Al sostener que es un “constructo”, estamos significando que el “cambio climático” no es un hecho de la realidad, sino una construcción teórica de los científicos que lo están formulando. Un modelo teórico construido a

partir de un recorte o selección de datos empíricos, tal como lo afirmó Rolando García (op. cit.).

Con Morin, debemos reconocer que el observador de un sistema complejo está también situado en una particular perspectiva (determinada, entre otros aspectos, por factores históricos, sociales y de la propia historia de producción del conocimiento). Estas consideraciones nos permiten comprender por qué, en tanto modelo teórico en construcción, el concepto de “cambio climático” se ha ido modificando y complejizando con el transcurrir del tiempo. Circunscripto, inicialmente, al campo de las ciencias de la atmósfera, hoy incluye aportes de prácticamente todas las disciplinas, incluidas las ciencias sociales y humanas, aunque todavía, en algunos círculos puedan primar algunos discursos “naturalizados”, hegemonizados por la climatología y otras ciencias “duras”.

Al mismo tiempo, la observación del científico produce efectos sobre lo observado, lo cual implica para el científico, una responsabilización por la ciencia que desarrolla (de Lellis y Mozobancyk, 2009). Por ejemplo, no es lo mismo conceptualizar la problemática del cambio climático en tanto fenómeno exclusivamente climatológico (lo que lleva implícita una naturalización del problema y una neutralidad valorativa del científico frente al fenómeno), que conceptualizarla en tanto producto de procesos histórico-sociales-económico-políticos (lo que lleva a plantear responsabilidades diferenciales entre los países del concierto mundial al respecto). Este último tipo de enfoque en la construcción del problema ha dado lugar al reclamo de una “deuda histórica ambiental”, por ejemplo, de parte de los países no desarrollados hacia los países centrales, que no hubiera podido darse desde el primer tipo de enfoque señalado.

A partir del análisis hasta aquí desarrollado, podemos concluir que la conceptualización que la comunidad científica internacional ha realizado del cambio climático puede encuadrarse dentro de los lineamientos que configuran el paradigma de la complejidad, siendo lícito considerar la misma como un constructo científico complejo.

2. La representación popular del cambio climático

2.1. Estudio empírico de la representación popular del cambio climático

Tal como hemos anticipado, nos interesa explorar la representación popular del cambio climático, pues la percepción que las personas tienen del

fenómeno orientará sus comportamientos respecto al mismo (principalmente la puesta en acción de prácticas proambientales y medidas de adaptación) (Mozobancyk, 2007). Consideramos necesario indagar si la comunidad percibe el cambio climático como un problema, la gravedad que le asignan al mismo, la urgencia en el accionar que le supone, así como las causas que atribuyen al mismo y los efectos que consideran que puede tener.

La ausencia de antecedentes tanto nacionales como internacionales que aborden estos aspectos condujo a un estudio de carácter exploratorio y a la elección de una estrategia de investigación de tipo cualitativo (una elaboración preliminar de este estudio se realizó en Mozobancyk y Leibovich, 2010).

Formulamos tres preguntas que nos resultaron relevantes y de interés para comenzar a aproximarnos a la representación popular existente del cambio climático:

1. ¿Escuchaste hablar del cambio climático? En caso afirmativo, ¿qué es el cambio climático?
2. ¿A qué se debe el cambio climático?
3. ¿Puede afectarnos el cambio climático?

La muestra del estudio estuvo compuesta por 100 sujetos que estaban promediando el cursado de su carrera universitaria en la Facultad de Psicología, en la Universidad de Buenos Aires.

El procedimiento del relevamiento de la información fue el siguiente: se entregó a cada sujeto tres hojas de papel en blanco, en cada una de las cuales figuraba, arriba, una de las preguntas señaladas. Se les pidió que escribieran libremente sus respuestas a cada una de las preguntas, en la hoja correspondiente. Se les otorgó un tiempo de 15 minutos para desarrollar las respuestas. La toma se realizó de modo colectivo, administrándose las preguntas simultáneamente a grupos de sujetos, con presencia de los investigadores mientras los participantes elaboraban sus respuestas.

Los textos producidos fueron analizados con técnicas de análisis de contenido. Posteriormente se elaboraron categorías que agrupan las distintas respuestas, a cada una de las cuales se le asignó un nombre que refleja el criterio de clasificación con que la categoría fue construida.

Los resultados mostraron que el 100% de los sujetos, afirmó haber escuchado hablar del cambio climático. En cuanto a la representación que tienen del mismo, basados en la primer pregunta formulada, los resultados han sido los siguientes (el orden en que se exponen las categorías refleja la cantidad de respuestas que concentra cada una de ellas, de mayor a menor).

Categoría 1: Respuestas muy vagas y/o tautológicas. Casi la mitad de las respuestas obtenidas pertenecen a esta categoría, a la que hemos

denominado así, atendiendo a un criterio epistemológico. Dentro de la misma se ubican respuestas como las siguientes: “Se trata tal como lo dice el nombre, de un cambio en el clima. Producido por el calentamiento global”. “Es el conjunto de modificaciones ambientales que provocan cambios drásticos en el clima a lo largo del tiempo”. “Es el cambio en el clima de nuestro planeta”. “Remite a las variaciones de los parámetros normales del clima que podrían o no afectar considerablemente el medio ambiente y todos los fenómenos implicados en él”.

Categoría 2: Temperaturas impropias. Esta categoría agrupa las respuestas que definen el cambio climático como la existencia de temperaturas que están fuera de los parámetros esperables para la estación del año en que ocurren. Algunos ejemplos de las mismas son: “Creo que es una variación en el clima en una estación determinada, cuando en verano hay días de mucha temperatura o en invierno baja mucho”. “Significa que ya no se ‘respetan’ (climáticamente) las estaciones del año”. “Es cuando en una estación climática, por ejemplo en el invierno hay días que hace calor y parece que fuera otra estación”.

Categoría 3: Aumento de temperatura. Ejemplos de respuestas: “Que cada vez el clima de la tierra es más tropical. Se derriten los hielos continentales, climas tradicionalmente fríos se vuelven más templados”. “Es un cambio global en el clima, aumenta la temperatura en general. Los climas del planeta comienzan a ser cada vez más tropicales”. “El cambio climático es el aumento de la temperatura de la tierra, también llamado ‘calentamiento global’ ”.

Categoría 4: Cambios bruscos de temperatura. Ejemplos: “Es cuando bruscamente de una temperatura ‘x’ se pasa a una temperatura ‘y’”. “Me parece que se llama así al cambio abrupto de temperaturas”. “Podría decir que se debe a los cambios bruscos de la temperatura, afectando así al clima”.

Respecto a cuáles son las causas que los sujetos atribuyen al cambio climático, basados en la segunda pregunta formulada, los resultados han sido los siguientes (el orden en que se exponen las categorías refleja la cantidad de respuestas que concentra cada una de ellas, de mayor a menor).

Categoría 1: Es responsabilidad humana. Esta categoría agrupa las respuestas que mencionan al ser humano como causante del fenómeno. En ella se ubican casi el 50% de los entrevistados. Ejemplos: “Se debe al daño que las acciones del hombre produce sobre la tierra”. “Por el hombre en el medio natural, alterando o sobreexigiendo al mismo”. “La causa principal que provoca este cambio climático me parece que está asociado a la acción del hombre sobre los recursos naturales”.

Categoría 2: Es efecto de los contaminantes. Esta categoría engloba todas aquellas respuestas que señalan a los distintos contaminantes como causa del cambio climático, sin mencionar la mediación antrópica en el fenómeno. Ejemplos: “Se debe a varios factores: contaminación de cada una de las personas y las fábricas, gases tóxicos, aerosoles, poda de árboles masiva, humos, contaminación por basurales, etc.”. “Se debe a la contaminación ambiental, principalmente por la eliminación de monóxido de carbono de los automóviles, los desechos tóxicos de las fábricas que contaminan el aire y el agua”. “El cambio climático se debe a la gran cantidad de desechos, gases tóxicos y contaminación que se emanan constantemente”.

Categoría 3: Es efecto de la capa de ozono. Esta categoría agrupa las respuestas que, aun mencionando otros aspectos, señalan a la capa de ozono como desencadenante inmediato del fenómeno. Ejemplos: “A los contaminantes que afectan la capa de ozono y evitan que se escape el calor de una manera rápida de la tierra generando el llamado ‘efecto invernadero’”. “El agujereamiento de la capa de ozono hace que se produzca un efecto invernadero, aumentando de este modo la temperatura del globo”. “Se debe a la destrucción de la capa de ozono, lo que permite que los rayos de sol impacten de forma directa en la tierra”.

Categoría 4: Respuestas donde las relaciones causas-efectos se señalan de manera confusa. Ejemplo: “Se debe a la acumulación de efecto invernadero, el derretimiento de los hielos polares por causa del calentamiento global”. “Se debe a que las emanaciones industriales de CFC’s (clorofluorocarbonos) han creado una capa en nuestra atmósfera que permite el ingreso de calor, pero no su salida (efecto invernadero) lo cual hace que la temperatura media del planeta aumente”. “En algunos casos a la poda indiscriminada de árboles (como en nuestro país), el avance de la tecnología que en ciertos casos es perjudicial (explosiones nucleares). A los escapes de gases tóxicos de plantas industriales (como en Gualeguaychú)”. “Mucho tendrá que ver la contaminación del agua, del aire, a raíz de fábricas o radiaciones por desechos tóxicos, también la tala de árboles indiscriminada sin plantar otros, etc”.

Por último, respecto al modo en que el cambio climático podría afectarnos, basados en la tercera pregunta formulada, los resultados han sido los siguientes (el orden en que se exponen las categorías refleja la cantidad de respuestas que concentra cada una de ellas, de mayor a menor).

Categoría 1: Efectos sobre la salud. Ejemplos: “Esto podría tener consecuencias graves para el hombre, sobre todo en relación con la salud, ya que esto podría ser un factor de riesgo para contraer enfermedades como el

cáncer de piel y otras enfermedades asociadas”. “Sí, en los pulmones, la respiración, enfermedades”. “Podría volvernors más sensibles al cáncer de piel o traernos problemas respiratorios, etc.”. “Podría afectarnos ya que por este motivo cada vez surgen más enfermedades (en cantidad) y también más variedad de ellas”.

Categoría 2: Catástrofes. Incluye todas las respuestas que definen o enumeran efectos de connotación catastrófica. Ejemplos: “Yo creo que no es casualidad que en estos últimos años hayan ocurrido tantas catástrofes climáticas en todo el mundo”. “Sí, nos puede afectar a nivel de catástrofes naturales que pueden desencadenarse como tsunamis que destruyen poblaciones enteras”. “Podría afectarnos, ya que al elevarse el nivel del mar pueden producirse grandes catástrofes como inundaciones, fuertes vientos, sequías, terremotos, maremotos, tornados, huracanes, etc.”. “Los desastres y alteraciones en el mundo en cuanto a lo climático son cada vez más frecuentes: tsunamis, huracanes, granizo en Buenos Aires, etc.”.

Categoría 3: Deshielos. Esta categoría agrupa las respuestas que mencionan los deshielos como efecto único o vinculado a otros efectos antecedentes o consecuentes. Ejemplos: “Las inundaciones que se pueden ocasionar por el deshielo, entre otras cosas”. “De hecho los glaciares se están derritiendo aceleradamente, y por ejemplo, Buenos Aires está a nivel del mar, podría quedar en un par de años bajo el agua”. “Ocurren desastres atmosféricos como los observados recientemente: los deshielos (nieve, granizo del tamaño de pelotas en Capital)”. “Podría cambiar radicalmente el clima estacionario, derretirse los glaciares (lo cual traería serios problemas a nivel mundial) y esto impacta tangencialmente en el ambiente y éste por estar en interacción con el hombre nos afectaría mucho”.

A continuación sintetizamos las principales conclusiones que se desprenden del estudio y se discuten aspectos que resultan de interés.

Todos los sujetos han escuchado hablar del cambio climático, pero son pocos los que dan una definición del mismo consistente con la formulación científica del problema. Casi la mitad de las respuestas definen el cambio climático de modo muy impreciso, apelando frecuentemente a formulaciones tautológicas. Otras definiciones del cambio climático aluden a la ocurrencia de temperaturas que están fuera de los parámetros esperables para la estación del año en que se registran. Encontramos, también, definiciones que apuntan a un aumento de la temperatura planetaria. Este grupo de definiciones es el que mayor coincidencia presenta con la definición que dan los científicos del fenómeno (aunque a veces la noción de “tropicalización” del clima aparece sobredimensionada). Por último,

tenemos otro grupo de definiciones que entiende el cambio climático como la ocurrencia de cambios bruscos de temperatura.

Respecto a los factores causales, el cambio climático aparece, para casi la mitad de los sujetos, relacionado con el accionar humano. Es interesante señalar, no obstante, que este accionar aparece vinculado al “hombre” en términos individuales (muchas veces guiado por motivaciones estrictamente personales), y no a sujetos que forman parte de estructuras sociales orientadas por estilos de desarrollo específicos. Este accionar antrópico no aparece contextualizado históricamente, económica ni políticamente. Está ausente una perspectiva crítica frente a los estilos de desarrollo imperantes en el actual modelo económico y a la inequidad en la distribución del poder, en la utilización de los recursos y en la producción de los impactos. No aparece la dimensión política del fenómeno; no se mencionan las responsabilidades diferenciales que tienen los distintos grupos de naciones en la generación del problema.

En otro orden de análisis, si bien se atribuye el cambio climático a factores antrópicos, no aparecen respuestas de autoimplicación (tanto personal como colectiva) en el problema. Los efectos del accionar propio, de los grupos de pertenencia o de los colectivos sociales de los que se es parte no se incluyen como aspectos determinantes del fenómeno.

Otro grupo de respuestas señala distintos contaminantes como causa del problema del cambio climático. Buena parte de los contaminantes señalados no está vinculada con el proceso de generación del fenómeno estudiado. Por otra parte, diversos tipos de contaminantes son mencionados de forma yuxtapuesta sin una lógica que los organice o aparezcan organizados desde criterios diferentes a los propuestos por la investigación científica. Es decir, la categoría organizadora de los contenidos de la representación parece ser, justamente la categoría de “contaminantes” y es con éstos, en general, que se relaciona causalmente el fenómeno del cambio climático. Las respuestas agrupadas en esta categoría no mencionan el factor antrópico como interviniente en el fenómeno, por lo cual podría suponerse que “la contaminación” aparece como una categoría objetivada o naturalizada.

Un tercer grupo de respuestas señala a la capa de ozono como factor causal del cambio climático. Aparece aquí una confusión con otro de los cambios globales estudiados por la ciencia. Por último, encontramos una serie de respuestas que explican el cambio climático poniendo en relación un conjunto muy amplio de conceptos vinculados a distintas problemáticas ambientales, que no guardan relación con los esquemas explicativos provenientes del campo científico. Se encuentran nuevamente aquí

explicaciones tautológicas de los procesos, donde las causas aparecen poco diferenciadas de los efectos.

En cuanto a los efectos percibidos del cambio climático, los más mencionados son aquellos que podrían afectar la salud humana. Sin embargo, los efectos que se mencionan mayoritariamente (cáncer, enfermedades respiratorias) no coinciden con los efectos que la ciencia prevé que tendrá el cambio climático sobre la salud. Los efectos mencionados por los sujetos muestran coherencia, no obstante, con otros aspectos de la representación que sostienen del cambio climático. Por ejemplo, dado que una porción importante de las personas define el cambio climático como variaciones bruscas de temperatura o como temperaturas no habituales para la época del año, de ahí se establece la relación con el hecho de que este fenómeno puede afectar la salud humana ocasionando gripes y otras enfermedades respiratorias. Asimismo, la asociación que se establece entre el agujero de ozono y el cambio climático, lleva a concluir que este último puede vincularse con un aumento del cáncer de piel.

La representación del cambio climático -y sus efectos- aparece fuertemente connotada con atributos catastróficos. Dentro de esta categoría, los sujetos incluyen no sólo los desastres climáticos, sino diferente tipo de desastres naturales (terremotos, tsunamis) que quedan así, asociados también, por su significado, con el problema del cambio climático.

Sin embargo, los sujetos no parecen perciben el cambio climático como un fenómeno que pueda traer consecuencias que puedan afectar gravemente su vida personal, ya sea de modo directo o indirecto. No se significa el cambio climático como un fenómeno que pueda afectar los procesos básicos que soportan la vida sobre el planeta. Tampoco se lo percibe como una amenaza a la seguridad alimentaria, el abastecimiento de agua dulce, la habitabilidad de los asentamientos humanos, la salud de grandes grupos de personas. No se mencionan impactos diferenciales para distintos sectores de la sociedad.

2.2. Análisis de la representación popular del cambio climático desde la Teoría de las Representaciones Sociales

A partir del análisis realizado hasta aquí de la representación popular del cambio climático podemos concluir que la misma no se corresponde con la formulación que la comunidad científica viene realizando del mismo. Más bien, los rasgos que hemos encontrado en la representación popular se ajustan a los criterios que Serge Moscovici propuso para caracterizar el concepto de “representación social” que definió en los siguientes términos:

"constructos cognitivos compartidos en la interacción social cotidiana que proveen a los individuos de un entendimiento de sentido común de sus experiencias en el mundo. Son un set de conceptos, afirmaciones y explicaciones que se originan en la vida diaria en el curso de las comunicaciones interindividuales y cumplen en nuestra sociedad la función de los mitos y sistemas de creencias en las sociedades tradicionales; puede decirse también que son la versión contemporánea del sentido común" (Moscovici, 1979).

La teoría de las representaciones sociales se inscribe dentro de la epistemología popular o del sentido común (también pensamiento espontáneo o conocimiento "ingenuo"). Por oposición al pensamiento científico, es una forma de conocimiento social que nos permite interpretar y aprehender los acontecimientos de la vida diaria, de nuestra realidad cotidiana.

La noción de "representación social" se sitúa en un punto donde se intersectan lo psicológico y lo social ya que este conocimiento se constituye a partir de nuestras experiencias, pero también de las informaciones, conocimientos y modelos de pensamiento que recibimos a través de la tradición, la educación y la comunicación social. De este modo, las representaciones sociales son un modo de conocimiento socialmente elaborado y compartido. En el caso del cambio climático, es evidente que no existe, para el ciudadano de a pie, la posibilidad de aprehenderlo empíricamente. Si alguna información tiene del mismo, es la que le llega a través de los medios de comunicación social o de procesos educativos. De acuerdo a la teoría de las representaciones sociales, estas informaciones serían luego objeto de intercambios comunicacionales en la vida cotidiana, a partir de los cuales se irían construyendo acuerdos socialmente compartidos, al interior de cada grupo social, respecto a lo que el cambio climático significa. Las experiencias personales (por ejemplo, el tamaño excepcionalmente grande del granizo caído en Buenos Aires en los años recientes) se integrarán y significarán a partir de esta nueva representación en construcción.

Es una característica de la construcción de una representación social, la selección de algunos segmentos de información que aparecen como relevantes y su descontextualización del contexto original en el que fueron producidos, operándose así un proceso de simplificación de los conceptos científicos, que los hace accesibles. Estos fragmentos de información son incluidos, luego, por los grupos sociales, en contextos representacionales de la vida cotidiana, donde se los puede dotar de significado. Estos distintos procesos de elaboración de una representación social pueden ser apreciados

en el análisis que hemos hecho anteriormente, respecto a la representación popular del fenómeno del cambio climático.

Según la teoría de las representaciones sociales Moscovici (1998); Jodelet (1998), éstas emergen ante objetos o hechos sociales extraños o negativos que deben ser elaborados y señalan a las ideas y teorías científicas como un objeto privilegiado a partir del cual se construyen representaciones sociales. Consideramos que la idea de “cambio climático” aparece como un concepto científico complejo, de presencia habitual en los medios de comunicación y las agendas políticas, de connotaciones negativas, amenazante, que necesita ser significado y elaborado a partir de procesos de interacción social. Dicho de otro modo, asumimos que, en relación al concepto de cambio climático, estamos ante una representación social en construcción.

3. Conclusiones y discusión

Como anticipamos en la Introducción, el IV Informe del IPCC (2007) señala la necesidad de adoptar políticas de adaptación y mitigación cada vez más decididas, serias e intensas respecto al cambio climático. Consideramos que buena parte del éxito de dichas políticas de respuesta frente al problema dependerá de la sensibilización y de la implicación de los distintos sectores de la sociedad (gobierno, empresas, sociedad civil) en el mismo.

El logro de comportamientos proambientales implica tanto cambios individuales como colectivos, no presentes aún en nuestras pautas culturales. Para contribuir a comenzar a instalar nuevas prácticas sociales proambientales, es necesario, en primera instancia, sensibilizar a distintos sectores de la población, de modo de facilitar la percepción del problema, sus consecuencias y las posibles acciones que podemos emprender para mitigarlo. Identificar las representaciones, percepciones, atribuciones causales y actitudes de las comunidades respecto al cambio climático es indispensable para diseñar acciones comunicacionales, educativas, de sensibilización y de fortalecimiento de la participación más efectivas.

Tal como lo expresa Meira Cartea (2009), la tarea de acercar hasta la comunidad la “idea del cambio climático” es de una enorme complejidad y debe ser encarada con seriedad. Sería simplista e ingenuo en extremo pensar que la labor de comunicar el cambio climático se puede reducir a la transmisión de la mejor información científica disponible. No obstante, se suele caer con frecuencia en el error de comunicar “los datos científicos del cambio climático”, prescindiendo de la consideración de los contextos

socio-culturales en que la información es brindada, recibida y recodificada por cada comunidad local.

El estudio cualitativo presentado aquí, aún con las limitaciones que implica, en el sentido de que informa la representación social del cambio climático de sólo un grupo poblacional específico, da clara cuenta de que la representación de sentido común del cambio climático no se corresponde con la construcción científica (compleja) del problema.

La tarea de idear respuestas a los retos que implica la difusión social del cambio climático y el desarrollo de una nueva cultura sobre este problema, son, al menos, tan complejas como su estudio y comprensión para las ciencias del clima (Meira Cartea, op. cit.). La labor de contribuir a la construcción de una representación del cambio climático significativa para cada comunidad no puede reducirse a la transmisión (clara, precisa, objetiva) de información científica sino que es necesario considerar los procesos transformativos a los que se ve sometido cualquier “objeto” científico cuando pasa a ser “objeto” de la cultura popular. Es decir, es preciso conocer y reflexionar sobre los procesos psicosociales que transmutan la representación científica del cambio climático en una “representación social”. Y, por supuesto, que distintos actores sociales y cada grupo social realizan sus propios procesos constructivos de esta representación.

Por su parte, es importante tener en cuenta que la comunidad científica no está exenta de tener sus propios sesgos de pensamiento. Desde el paradigma de la complejidad asumimos que el científico siempre es un sujeto situado que hace un recorte del problema y observa la situación bajo estudio desde alguna perspectiva en particular. No existe una representación científica “objetiva” y neutra.

El principal sesgo deformante en el caso de los científicos, es la propia formación disciplinar que dificulta, muchas veces, incluir en los propios marcos cognitivos las visiones que pueden aportar otras disciplinas. La tarea interdisciplinar nunca es sencilla. Un caso frecuente de este sesgo, en la representación del cambio climático, es naturalizarlo, descontextuándolo de los procesos históricos, sociales económicos y políticos que lo desencadenan. Y aunque actualmente la comunidad científica está incorporando rápidamente a la construcción del problema los aspectos provenientes de la dinámica social, aún pueden encontrarse discursos “naturalizados”, hegemonzados por la climatología y otras ciencias “duras”.

Por otra parte, no es fácil para muchos científicos provenientes de campos diferentes al de las ciencias sociales, aprehender la idea de que los

procesos constructivos de las representaciones populares no se atienen a la lógica de la racionalidad científica, por lo que no es posible modificarlas, simplemente, a partir de “transmitir información científica”.

En la base del cambio climático se encuentran prácticas sociales (no sustentables), sostenidas en determinadas representaciones colectivas (significados, valores, actitudes) que son de muy difícil modificación y que pueden seguir operando, aún cuando pudiera comprenderse con claridad las bases científicas del problema.

Otro tanto podría decirse de los decisores políticos, quienes son sujetos sociales, sometidos a los mismos principios de construcción de representaciones sociales, que el resto de los grupos de la comunidad. En este sentido, la toma de decisiones políticas ambientalmente sustentables, generalmente requiere de un proceso de sensibilización y capacitación de los gestores que no se debería dar por sentado.

En fin, estas mismas reflexiones caben para el sector empresarial y para el resto de los sectores de la sociedad. Por ello es necesario ampliar las investigaciones. Interesa conocer la representación del cambio climático de los distintos grupos sociales para diseñar acciones de sensibilización, educativas, políticas y de involucramiento de los distintos actores sociales, que consideren sus propios núcleos de significados, creencias, preocupaciones, necesidades, actitudes y valores. Esta es la vía que permitirá que puedan apropiarse del problema y otorgarle un significado personal y social que los involucre.

Esperamos que el avance en estas líneas de trabajo aporte a la construcción de un discurso crítico, ético del cambio climático, que integre las inequidades en la apropiación y utilización de los recursos naturales y señale las responsabilidades diferenciales por los costos económicos y sociales de sus efectos. Un discurso que permita visualizar la magnitud de los impactos y facilite la reflexión sobre las responsabilidades individuales y sociales por el problema, y que promueva el involucramiento personal y colectivo en la construcción de un ambiente más habitable para todos, para nosotros los humanos y también para el resto de las especies con las que nos ha tocado compartir el planeta.

Dado que la historia está abierta podemos imaginar un cierto número de escenarios futuros posibles que nos brindan un marco para examinar las implicancias para el mañana de las decisiones y acciones que se tomen hoy. Este análisis nos ayuda a comprometernos y ser actores partícipes en la construcción del futuro, porque tal como decía Prigogine, “no podemos predecir el futuro, pero podemos prepararlo”.

En esta misma línea, Morin introdujo la noción de “ecología de la acción” (1994) para destacar que la acción, si bien es racional, es también una apuesta, pues conlleva la conciencia del riesgo y de la incertidumbre, debido a que el devenir entra a jugar siempre con los otros actores. La conducta de un actor entra en un universo de interacciones y es, finalmente, el ambiente el que toma posesión. La problemática del cambio climático ha puesto dramáticamente en evidencia que no existe la salvación individual, porque necesariamente tenemos que construir el futuro con los otros. Y aquí radica, justamente, la esencia de nuestra condición humana.

4. Bibliografía

- Barros, Vicente. 2005. El cambio climático y la costa Argentina del Río de la Plata. Buenos Aires: Fundación Ciudad.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo. 1987 [citado 28/11/2010]. Nuestro futuro común. Naciones Unidas. Disponible en www.un-documents.net/wced-ocf.htm
- de Lellis, Martín; Mozobancyk, Schelica. 2009. El proceso salud-enfermedad y sus emergentes desde la perspectiva de la complejidad. Una nueva mirada en Salud Pública. Buenos Aires: Secretaría de Publicaciones, Facultad de Psicología, U.B.A.
- Gallopín, Gilberto. 2003. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. CEPAL. División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos.
- Gallopín, Gilberto. 2001. Science and technology, sustainability and sustainable development. ECLAC (CEPAL). Distribución restringida.
- Gallopín, Gilberto. 1997. Branch Points: Global scenarios and human choice. SEI: Stockholm Environment Institute.
- García, Rolando. 2006. Sistemas complejos. Barcelona: Gedisa.
- IPCC. 2007 [citado 28/11/2010]. Cuarto Informe de Evaluación. Cambio Climático 2007. Disponible en www.ipcc.ch
- IPCC. 2001 [citado 28/11/2010]. Tercer Informe de Evaluación. Cambio Climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Disponible en www.ipcc.ch
- Jodelet, Denise. 1998. La Representación Social: fenómenos, concepto y teoría. En Psicología Social, pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales. Editado por Moscovici, S. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- La Nación, diario. Edición del 11/04/2007 [citado 28/11/2010]. Disponible en www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=899040
- Meira Cartea, Pablo A. 2009 [citado 28/11/2010]. *Comunicar el cambio climático. Escenario social y líneas de acción*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Disponible en www.mma.es/portal/secciones/formacion_educacion/recursos/rec_documentos/comunicar_cc.htm
- Morin, Edgar. 1984. *Ciencia con consciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Morin, Edgar. 1994. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Morin, Edgar. *Epistemología de la complejidad*. 2004 [citado 28/11/2010]. Disponible en <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=71>
- Moscovici, Serge; Hewstone, M. 1998. De la ciencia al sentido común. En *Psicología Social, pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Editado por Moscovici, Serge. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Mozobancyk, Schelica; Leibovich, Nora. 2010. Aportes desde la psicología para la adaptación frente a estresores medioambientales. En *VI Simposio Taller Internacional de la Red 406RT0285 CYTED “Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica” y II Jornadas del*

- Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático (PIUBACC)*. Editado por CYTED – PIUBACC. Buenos Aires: EUDEBA (en prensa). Disponible en CD.
- Mozobancyk, Schelica. 2009. Cambio climático y comportamiento humano. Aportes desde la Psicología Ambiental. En *Libro de las Primeras Jornadas Interdisciplinarias sobre Cambio Climático*. Editado por Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Cambio Climático (PIUBACC). Secretaría de Ciencia y Técnica, UBA. Buenos Aires, EUDEBA.
- Mozobancyk, Schelica. 2007. “Cambio climático y comportamiento humano: aportes desde la psicología”. *Revista Encrucijadas* N° 41, julio. Pág. 23 a 26. Monográfico sobre Cambio Climático Global. Publicaciones de la UBA. Disponible en formato virtual. www.uba.ar/encrucijadas/41/sumario/enc41-c
- Mozobancyk, Schelica. 2001. Psicología y ambientalismo. En *El factor humano en la salud pública. Una mirada psicológica dirigida hacia la salud colectiva*. Editado por Saforcada, Enrique y cols. Buenos Aires: Proa XXI.
- Naciones Unidas. División para el Desarrollo Sustentable. 2010 [citado 28/11/2010]. *Agenda XXI para el cambio*. Disponible en www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21sptoc.htm
- OPS. 2000. *La salud y el ambiente en el Desarrollo Sostenible*. Publicación Científica N° 572. Washington D.C.: OPS.
- Tanides, Carlos; Becar Varela, J.; Tamborini, L.; Acerbi, M. 2007. *Reducir emisiones ahorrando energía: escenarios energéticos para la Argentina (2006-2010) con políticas de eficiencia*. Segunda edición. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre.
- Tyler Miller, G. 1994. *Ecología y medio ambiente*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

CAPÍTULO XI

Identificación de procesos de deterioro ambiental. Valle de Tulum, Provincia de San Juan

Graciela Nozica* y María Griselda Henriquez**

1. Introducción

A comienzos de la década de 1990, un grave problema de revenición¹ afectaba los suelos del oasis productivo del valle de Tulum, principal centro administrativo, financiero, productivo y poblacional de la provincia de San Juan, Argentina, donde además, se asienta la ciudad Capital de San Juan.

Las explicaciones ensayadas al respecto, incluso las provenientes del ámbito académico, daban cuenta de una simplificación casi irresponsable, responsabilizando a los productores y a las prácticas tradicionales de riego. La opinión de que el riego por manto, o el lavado de suelos (técnica utilizada para disminuir la sodicidad de los mismos) provocaban la revenición y salinización de las tierras agrícolas era, al momento de formular este trabajo, compartida por productores, académicos y expertos. Así surgieron las preguntas que guiaron nuestro trabajo: ¿Por qué tanta coincidencia? ¿No era un tanto simplista adjudicar únicamente a una

* Instituto Regional de Planeamiento y Habitat, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Contacto postal: Sánchez Ramos 4537-o- B° .I de La Roza. 5400 Rivadavia - San Juan, Argentina. Teléfono: 54- 264- 4330110 gracielanozica@yahoo.com.ar

** Instituto de Investigaciones Socioeconómicas, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Contacto postal: H. Yrigoyen 122-s- 5400 - San Juan. Correo electrónico: grisuhenriquez@yahoo.com.ar

¹ Se denomina revenición al fenómeno de elevación de las napas freáticas que ocasiona, primero, la muerte del cultivo por exceso de agua a la altura de las raíces y posteriormente, saliniza los suelos, ya sea por evaporación o alta concentración de sales en la solución del mismo.

práctica cultural de labor agrícola —que permitió la construcción del oasis— su deterioro?. Además, al considerar un fenómeno como el de la revenición que alcanzó en la década de los '80 la magnitud de catástrofe en importantes áreas del oasis ¿podía reducirse el análisis de sus causas a la sola consideración de la forma de riego? Por su parte, el discurso político hegemónico predicaba la necesidad de incorporar nuevas tecnologías, de modernizar y adaptar los procesos productivos a las necesidades de los mercados internacionales partiendo de la crítica a las formas tradicionales de producción.

Coincidentemente con ello, la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) comenzaba a ocuparse activamente en temas referidos al Ambiente. En este marco, se desarrolló la investigación “Ambiente y Procesos de Deterioro. Identificación de áreas de intervención para la gestión ambiental en el valle de Tulum”, con el objetivo de identificar y caracterizar la problemática del deterioro ambiental que se manifestaba en la revenición y salinización de suelos productivos del oasis.

A fin de superar las lecturas simplistas y abordar un tema que daba cuenta de efectos tanto en lo productivo como en lo social, se planteó la articulación de diferentes grupos de investigación en un proyecto común que generara la acción interdisciplinaria imprescindible para el estudio del Ambiente.

La investigación se orientó a realizar un estudio de carácter regional, con vistas a la elaboración de una propuesta de gestión ambiental que permitiera efectivizar un modelo de desarrollo sustentable compatible con las características físicas, sociales y económicas del Valle de Tulum. En la búsqueda de un marco conceptual que permitiera dar cuenta de esa complejidad e identificar las causas del deterioro ambiental, un curso dictado por Rolando García en la UNSJ, hizo posible el acceso a sus trabajos de investigación y adaptarlos, en tanto enfoque epistemológico y metodológico a nuestro estudio.

Se propuso entonces construir un diagnóstico sistémico que, partiendo del análisis de los componentes estructurantes del sistema, permitiera indagar en las causas que afectan la estabilidad del mismo, entendiendo la pérdida de estabilidad como pérdida en la capacidad de generación y reposición de los factores básicos de producción.

Este punto de partida hizo posible reconocer problemáticas que se caracterizan por la confluencia de múltiples procesos, cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como totalidad organizada, es decir, como un sistema complejo. Se delimitó el área de estudio desde lo territorial y conceptual; luego se identificaron los

subsistemas que contribuyen a la comprensión de los procesos que conducen al deterioro ambiental: físico- natural, agro- productivo y el político-institucional; además se definieron las escalas territoriales, temporales y niveles de los fenómenos involucrados para cada subsistema. Esto permitió elaborar el diagnóstico sistémico, extraer conclusiones acerca de la evolución probable futura del mismo e identificar tendencias.

También se desarrollaron técnicas de manipulación de datos digitales y no-digitales residentes en diversos soportes —a partir de las posibilidades de la tecnología S.I.G.— con el fin de producir cartografía temática que permitiera visualizar áreas que pudieran clasificarse a priori como “en proceso de deterioro”, y que se esperaba, identificaría áreas con importantes porcentajes de “suelos salinizados”.

A más de diez años de realizado este estudio, creemos que el enfoque sigue siendo válido a pesar de las profundas transformaciones que tuvieron lugar en la economía regional vitivinícola a partir de mediados de la década de los '90 resultado, principalmente, de la implementación de una política de exención impositiva que favoreció la aparición de la “empresa agrícola” basada en el uso de nuevas tecnologías de riego y producción, que significaron desde lo territorial, la expansión del oasis sobre sus bordes y en zonas sin derecho a riego; la modificación del tamaño de las unidades productivas y el empleo de poca mano de obra rural que fue transformando la estructura productiva tradicional basada hasta entonces en la pequeña y mediana propiedad agrícola intensiva. De esta manera comienzan a producirse cambios en la estructura del sistema oasis que, al momento de la ejecución de este estudio, y dada la simultaneidad de ambos, estos no pudieron entonces ser visualizados en toda su trascendencia.

2. Abordaje teórico-metodológico

El planteo metodológico y epistemológico que propone Rolando García, sobre "Sistemas Globales Complejos", está basado en la "teoría general de sistemas" que esbozara Bertalanffy y desarrollara luego Ilya Prigogine en la Escuela de Bruselas bajo el nombre de "sistemas disipativos", por un lado; y la epistemología constructivista de Jean Piaget, que plantea la evolución del sistema cognoscitivo tanto a nivel individual como de la historia de la ciencia, por otro.

Esta teoría propone "un análisis sistémico alejado de los modelos econométricos y de la ingeniería de sistemas, que permite formular la manera en que se plantea la necesidad de estudiar totalidades, superando el

aparente escollo de la inevitabilidad de los "recortes" de la realidad para poder analizarlas". (García: 1991:77) Propuesta que puede sintetizarse, en los siguientes puntos:

- Estudiar un sistema complejo, significa estudiar un trozo de la realidad que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos. Existen múltiples formas de abordarlos y éstas dependen de los objetivos que se persigan en cada investigación.
- La interpretación correcta de un gran número de problemas sólo es posible cuando se comprenden plenamente las interacciones entre el medio físico, el sistema productivo y la organización socioeconómica de las fuerzas productivas.
- Un sistema complejo no se presenta definido, pero es definible en el transcurso de la investigación, esto significa que las características del sistema no están dadas y no son, por ello, accesibles a la experiencia directa de cualquier observador neutro.
- La teoría de los sistemas globales complejos se propone estudiar procesos, no estados: el estado actual de un sistema sólo es explicable a través de los procesos que condujeron a él y la única manera de extraer conclusiones acerca de la evolución probable futura del mismo, esto es, identificar tendencias.
- Los procesos describen cambios que tienen lugar en el sistema, por lo tanto, todo análisis sistémico debe distinguir entre niveles de procesos.
- Los niveles de procesos son tres y se distinguen no sólo por referirse a situaciones con actores diferentes y a fenómenos de escalas diferentes, sino también por su dinámica que pone en juego "mecanismos" diferentes. Estos son:
 - a) de primer nivel: esencialmente locales;
 - b) de segundo nivel: regionales o nacionales;
 - c) de tercer nivel: nacionales o internacionales.

Los mismos se encuentran claramente interrelacionados y cada uno de ellos provee una explicación para el otro.

- El estudio de "sistemas complejos" requiere de la investigación interdisciplinaria, entendida como una instancia generadora de conocimiento que supera a las disciplinas particulares, dado que el objeto de estudio es la totalidad, la cual no es aprehensible por ninguna disciplina en particular: la realidad no es "disciplinaria".

- La interdisciplina es un ejercicio de re-definición de la práctica científica que comienza en el momento mismo de la formulación del problema y continúa en una constante redefinición del mismo mediante la integración y descentración del conocimiento. Esto es, se trabajan disciplinariamente los distintos aspectos de la realidad para volver luego e integrarlos interdisciplinariamente. Cada integración replantea el problema disciplinario otorgándole una nueva visión del mismo, visión que aparece como distinta de la que propondría la disciplina particular.
- La problemática ambiental es considerada como una problemática compleja que involucra el medio físico biológico, la producción, la tecnología, la sociedad, la economía; situaciones que se caracterizan por la confluencia de múltiples procesos, cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como totalidad organizada, es decir, como un sistema complejo. Esta visión totalizadora permite una mejor comprensión de los procesos que conducen al deterioro ambiental y, en consecuencia la visualización de alternativas que permitan revertir esos procesos.

3. Identificación del sistema objeto de estudio

El Valle de Tulum esta localizado en el sector Sur de la provincia de San Juan, la que se ubica en la región centro oeste de la República Argentina. Las condiciones de aridez que identifican a esta región han determinado que el recurso hídrico se constituya en el principal elemento para el asentamiento de la población y, en consecuencia, para el desarrollo de actividades productivas.

Este patrón de ocupación del territorio provincial puede explicarse por las características físico- naturales del mismo, en donde existen extensas zonas montañosas y valles en los que se localizan oasis productivos originados por los ríos, en un dominio climático templado y árido; y por los diferentes procesos en la ocupación del territorio que han llevado a la concentración de la población sobre un solo oasis, el de Tulum, en desmedro de los cuatro restantes de la provincia: Jáchal, Iglesia, Calingasta y Valle Fértil.

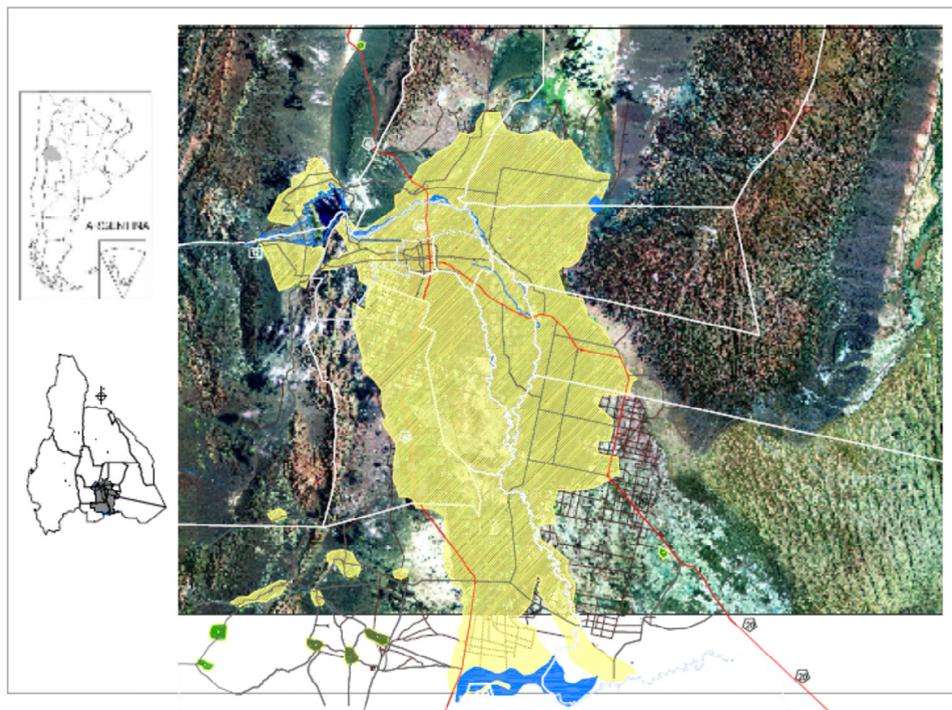


Figura 1. Oasis del Valle de Tulum.

En este contexto, se destaca el rol del Gran San Juan, único centro urbano de la provincia y el que a su vez organiza y estructura el oasis de Tulum. Este se caracteriza por la hiper-concentración sobre el resto de los oasis productivos: contiene casi el 90 % de la población total de la provincia y se presenta un proceso continuo de acumulación de servicios, capitales y actividades productivas. Esto da lugar a un esquema de desarrollo concentrado radial. Se trata en síntesis, de una estructura territorial que no permite un apropiado esquema de relaciones de los oasis entre ellos y de estos con el conjunto del territorio, lo que deriva en un modelo sin integración ni articulación.

La identificación del sistema objeto de estudio se realizó “mediante el recorte de una parte de la realidad socioeconómica, cultural, política y física de la región”. Recorte que implica límites y permite a partir de ellos, establecer lo que se denomina “relaciones de contorno”. Esto es, qué es lo que queda dentro y qué es lo que queda afuera de los objetivos de la investigación. Por otra parte, la identificación de un sistema en el marco de la Teoría de los Sistemas Complejos no es una tarea sencilla y requiere de

aproximaciones sucesivas a lo que, finalmente, se definirá como sistema una vez desarrollada la investigación.

Los límites a los que se hizo referencia son de tipo conceptual y geográfico. En relación a lo conceptual, es preciso establecer *desde donde* se enfoca el problema de estudio. La problemática ambiental para este trabajo parte del reconocimiento de que no puede trabajarse el Ambiente sin considerar los aportes que a la comprensión del mismo hace el concepto de Desarrollo Sustentable, como tampoco es posible hablar de Gestión Ambiental fuera de los postulados del Desarrollo Sustentable.

En relación al límite geográfico, este se definió en concordancia con al área agrícola del Valle de Tulum, el oasis productivo, excluyendo —en razón de sus características y complejidad peculiares— al medio urbano.

De esta manera, los límites conceptuales del sistema están dados por problemas ambientales referidos al manejo de recursos naturales.

Identificar un sistema requiere de la definición de sus elementos y de las relaciones entre estos, o sea, de sus subsistemas. El sistema oasis del Valle de Tulum se define entonces a partir de la relación básica *agua-suelo*. La dimensión de la apropiación productiva de dicha relación es la que permite visualizar las transformaciones que ha sufrido en el tiempo este sistema complejo, cuyos efectos se transmiten generando procesos y fenómenos de distintas escalas, tanto espaciales como temporales al interior del sistema, pero que es posible reconocer cuando se consideran sus elementos componentes.

Para el sistema oasis productivo del Valle del Tulum se identificaron los siguientes subsistemas, entendidos como áreas problemáticas específicas:

- subsistema físico-natural;
- subsistema agro-productivo;
- subsistema político-institucional.

Esta distinción permite estudiar cierto tipos de procesos en los que se interrelacionan aspectos relativos a lo natural, lo social y lo culturizado. Como ya se dijo, cada subsistema involucra escalas espaciales y de fenómenos, así como tiempos diferentes que aquí se identifican según expresa la siguiente tabla:

SUBSISTEMAS	ESCALAS		
	Espacial	Temporal	de Fenómenos
Natural	-Valle de Tulum	-Geológica -Pasado reciente - presente	-Revenición -Salinización
Político-Institucional	-Estado Nacional -Estado Provincial	-1860 -1914 -1930-1960 -Desde los 60 hasta los '90	-Crisis económica (desestructuración) -Crisis del monocultivo
Agroproductivo	-Oasis productivo	-1890-1960 -1960-1980 -1980-1990	-Sustitución de cultivos -Estructuración del Oasis -Deterioro de la capacidad productiva

Tabla 1. Subsistemas y escalas espacial, temporal y de fenómenos

3. Identificación de subsistemas y relaciones sistémicas

Los sistemas complejos tienden a permanecer estables o a recuperar la estabilidad, redefiniéndose. En el proceso de estabilización se producen modificaciones en la relación entre los elementos del sistema hasta que el mismo logra ajustarse a condiciones de borde, cambiantes, generando, de esta manera, una nueva estructura de conjunto. Los efectos de estas transformaciones se concretan en lo que se ha denominado *procesos*.

La reconstrucción del proceso de ocupación del territorio permitió, en el marco de este estudio, identificar los componentes para cada subsistema.

Subsistema Físico natural

Como punto de partida se definieron los límites de lo que se consideraría el “oasis del valle” para, de esta manera, trabajar la información espacial, al tiempo que se establecieron los criterios para su consideración: unidades geomorfológicas y el área de cobertura de la red de riego y drenaje.

Una vez establecido lo que se consideraría como área de estudio, se trabajó en los siguientes aspectos: clima, geología, geomorfología, tipos de suelos, hidrogeología (calidad de aguas, profundidad de napas); fenómenos naturales que causan daños en el sistema productivo. En este subsistema se estudiaron las condiciones físico-naturales que permiten el desarrollo de una agricultura de oasis.

Subsistema político institucional

Para la definición de este subsistema se trabajó en la reconstrucción histórica de los procesos que fueron dándole forma al oasis como unidad política, administrativa financiera y productiva de la provincia de San Juan entendido como proceso de ocupación del territorio. Profundizar en la historia de la provincia y de sus relaciones como unidad política y administrativa con la región y la nación hizo posible la identificación de tres grandes períodos que dan cuenta del proceso que se busca describir: a) “período de la transformación”, que va desde 1860 hasta 1914. Aquí se considera como límites al Proceso de Conformación del Estado Nacional (1860, aproximadamente) hasta la incorporación plena de la economía regional al modelo de economía agroexportadora; b) período de “Consolidación del oasis como centro económico, político y productivo de la provincia” que se extiende desde 1930 hasta comienzos de 1960. Este período permite ver cómo el oasis del Valle de Tulum, tanto por sus características físico naturales, como por la superficie cultivada y emplazamiento (en relación a los centros de comercialización) adquirirá un rol centralizador que irá reafirmandose al tiempo que se consolida la economía vitivinícola, la cual adquirirá características de monocultivo. A este proceso contribuye además la reconstrucción posterior al terremoto destructivo de enero 1944. El terremoto no solo afectó el 80% de la planta urbana sino también a la totalidad de la infraestructura y estructura productiva produciendo un quiebre, una desestabilización del sistema. La reconstrucción iniciada con posterioridad al sismo concentró la obra pública en este valle atendiendo principalmente las necesidades de la ciudad, la red vial y la red de riego.

Por último se considera el período que va desde fines de los años 60 hasta los años 90, ó “Período de retracción de la economía regional”. Este último intervalo de tiempo señala las transformaciones que en el interior del sistema comienzan a delinearse cuando la producción agrícola del valle se consolida como monocultivo, volviéndose más vulnerable e inestable a las condiciones cambiantes del contorno. A este proceso contribuye la concentración creciente y sostenida de actividades y población que vienen teniendo lugar en el Valle de Tulum, con relación al resto del territorio provincial.

Los aspectos analizados en este subsistema incluyen: Estructura y características del espacio regional y local; políticas y modelos determinantes de la inserción económica de la región y el oasis; legislación sobre los recursos agua y suelo.

Subsistema agroproductivo

Se parte de considerar que la agricultura de oasis es, esencialmente, agricultura bajo riego. Consideración que permite identificar a la relación agua-suelo como aquella que rige la dinámica del sistema. Esta dinámica puede observarse en algunos fenómenos tales como, por ejemplo: relación agua-suelo-drenaje y suelo-cultivo; desarrollo y expansión de la red de riego y drenaje; tecnologías de riego utilizadas; tipos de cultivos y costos de producción; conformación del espacio rural, tanto de la obra de infraestructura como de la apropiación del espacio productivo. La relación suelo-cultivo, se considera tanto desde las prácticas de labor agrícola (tecnología) como desde la composición físico química de los suelos que favorecen u obstaculizan el desarrollo de los cultivos.

Al analizar la evolución del oasis se ha considerado un período de gran extensión y complejidad, dada la presencia de transformaciones profundas que muestran efectos en todas las escalas consideradas. El reemplazo de un modo de desarrollo por otro, como el ocurrido en el último tercio del siglo XIX, constituyen procesos vinculados a otros de escalas mayores que producen efectos durante extensos períodos de tiempo y a lo largo de espacios de magnitud nacional. En el contexto del análisis sistémico, estos macro procesos determinan influencias sobre el sistema en la forma de *condiciones de borde*. Estas condiciones influyen para que este se adapte a una nueva realidad externa, lo que, a su vez, provoca una modificación en la estructura interna, o sea de las relaciones entre sus componentes.

Por otra parte, la complejidad propia del análisis de los procesos de deterioro y la intención de identificar áreas de intervención para la gestión ambiental, hicieron que el énfasis se puso en el desarrollo del subsistema político-institucional. La relevancia asignada a éste, se basa en el hecho de que es en el ámbito político-institucional en el cual se generan las acciones de la gestión de los recursos.

La definición adoptada de gestión ambiental² no reconoce la posibilidad de ejercer acciones sobre el subsistema físico, identificado con la naturaleza, o sobre el subsistema agro productivo entendiéndolo como la articulación entre la sociedad y el medio natural. No puede intervenir directamente sobre la naturaleza sino a través del subsistema agroproductivo; el mismo resulta ser la manifestación de un modo particular

² Se hace referencia al conjunto de acciones normativas, administrativas y operativas que, impulsadas desde el Estado, tienen como finalidad alcanzar el Desarrollo Sustentable.

de apropiación productiva, consecuencia de la interacción de los actores sociales y de la cultura dominante.

Los procesos descritos en el subsistema político-institucional proveen elementos tanto para la identificación de los actores intervinientes, como también para la estimación del impacto de las acciones sobre el sistema global.

Cuando una perturbación se manifiesta, significa que el ó los procesos que la generan han venido actuando desde algún tiempo antes. Cualquier intervención sobre esta manifestación —*deterioro visible*— sólo podrá disminuir los efectos aparentes, sin atacar las causas. Este es el manejo que, tradicionalmente, han propuesto y aún proponen las políticas ambientales.

En cuanto al subsistema agro productivo, éste se presenta como una articulación entre los otros dos subsistemas.

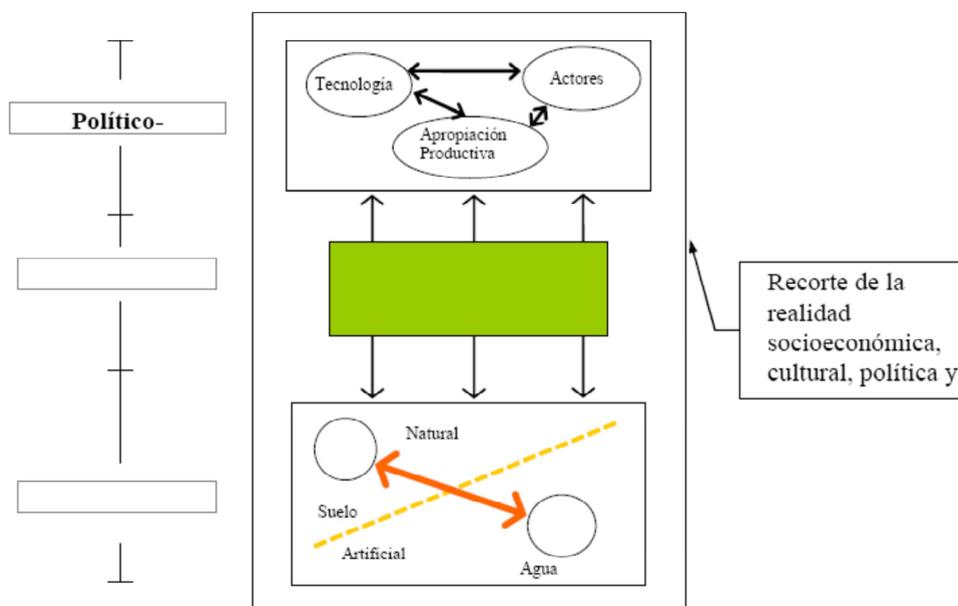


Figura 2. Esquema de articulación entre subsistemas.

Habiendo definido los límites y los subsistemas del sistema Oasis del Valle de Tulum, se analizaron los siguientes niveles de procesos:

Procesos de Primer Nivel: constituyen el efecto local sobre el medio físico o sobre la sociedad que lo habita.

- Relación agua-suelo (revenición, salinización).
- Cobertura de la red de riego y drenaje.
- Cultivo de la vid.

Procesos de Segundo Nivel, que determinan los procesos de primer nivel.

- Inserción de la economía regional en la nacional.
- Reestructuración económica del oasis.
- Especialización productiva.
- Legislación sobre el manejo de recursos naturales.

Procesos de Tercer Nivel: determinan a los metaprosesos, pueden ser nacionales o internacionales.

- Modelos y políticas de desarrollo.

4. Diagnóstico Sistémico

En base a los procesos descriptos, y retomando la hipótesis general que orienta este trabajo, podemos concluir que:

- La sociedad ha definido y establecido a través de su aparato político-institucional, una forma de relacionarse con los recursos, que se expresa en una legislación y una administración para el uso de los mismos.
- La lucha de intereses sectoriales, trasladada al interior del aparato político institucional, determina la orientación de la reestructuración del sistema.
- La distorsión provocada por la expansión de la vitivinicultura y la pérdida de la diversidad productiva (monocultivo), derivó en procesos desestabilizantes.
- La evolución a monocultivo y monoproducción actuó como perturbación violenta afectando la relación de los componentes agua y suelo del subsistema físico.
- Las condiciones de monocultivo y especialización vinícola, ambos de baja rentabilidad, contribuyeron en gran medida a la retracción económica de la región.
- La monoproducción vitivinícola por su dinámica, no logra adaptarse, en su conjunto, a los cambios del mercado, perpetuando las situaciones de estancamiento.
- El monocultivo, presiona fuertemente sobre los recursos del subsistema físico, aumentando los niveles de vulnerabilidad del sistema global, donde:
 - La concepción de los recursos como bienes inagotables determina la falta de políticas adecuadas para la gestión de los recursos agua y suelo.

- La percepción del espacio rural se distorsiona por la dualidad entre *propietarios* y *productores*, condicionando la generación y reproducción de la cultura de oasis.
- Las explotaciones agrícolas de baja rentabilidad, llevan a una retracción de la inversión agroproductiva, por lo que se producen menores rendimientos. Este fenómeno conduce al abandono de las tierras productivas que tienen consecuencias socioeconómicas, como por ejemplo, las migraciones hacia los centros urbanos, pérdida de mano de obra rural.
- Fenómenos de origen físico, como la reventación, aparecen como *problemas* dada la falta de inversión pública y privada en infraestructura, y especialmente, en referencia a deficiencias en las redes públicas y privada de drenaje y desagües, tanto en su extensión como en su conservación.
- La ausencia de políticas claras que incentiven la producción y la falta de precisión en la identificación de destinatarios, produce la anulación del efecto multiplicador potencial.
- La crisis de articulación del modelo local con el modelo de acumulación central se reproduce hacia el interior del modelo local, demandando la redefinición de modos de articulación que resultan disfuncionales.

En el gráfico que sigue se muestran las relaciones sistémicas identificadas así como también las relaciones del sistema con el contorno. Aquí puede observarse la dinámica del sistema Oasis Valle de Tulum.

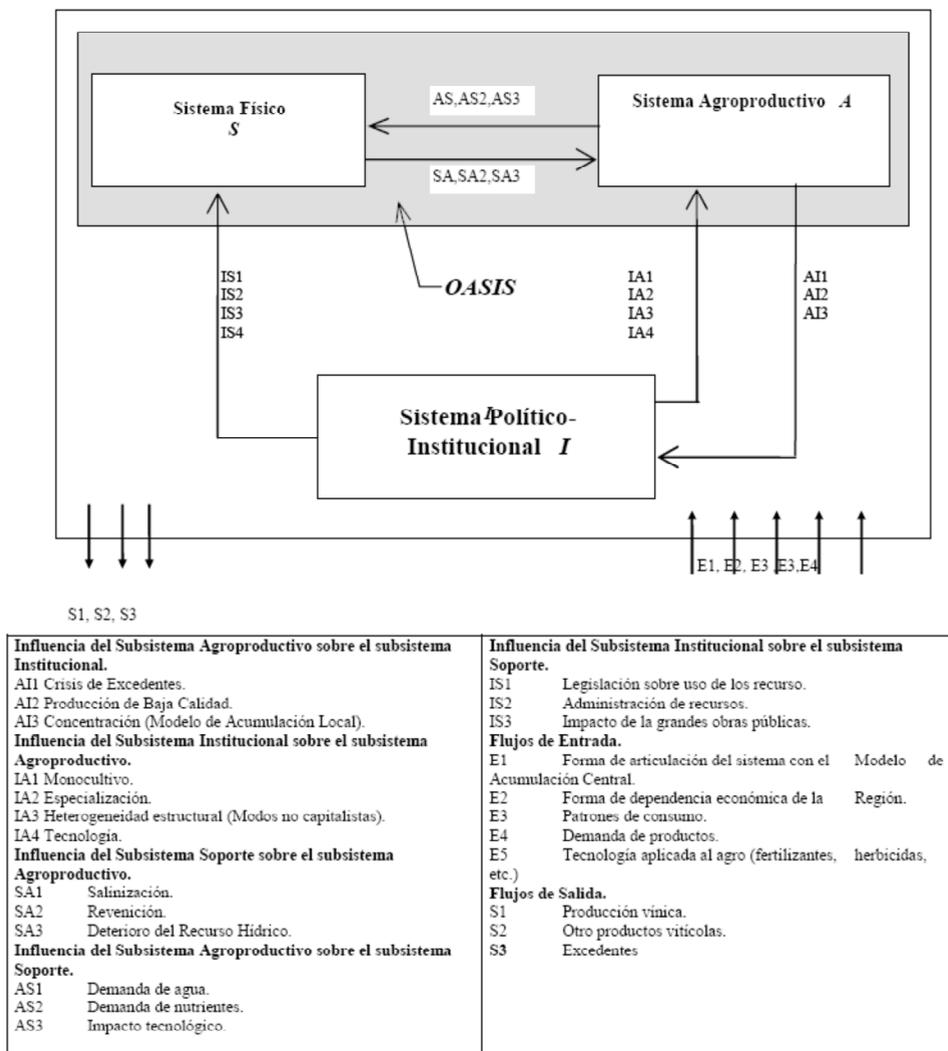


Figura 3. Relaciones sistémicas del Oasis Valle de Tucumán

4.1 Estado del sistema

El análisis de los procesos permitió observar como el sistema se adaptó a condiciones de borde cambiantes. Podríamos decir que el sistema oasis Valle de Tulum experimentó un primer cambio estructural a principios del siglo XX: el paso de una economía agropecuaria extensiva a una agricultura industrial intensiva. Esta reestructuración se consolidó hacia la década de 1960, y permanecerá sin mayores cambios hasta los años '90,

momento en el que los efectos de una perturbación pondría en evidencia la inercia del sistema para reestructurarse. Estas condiciones aconsejaban no aventurar sobre el probable estado futuro del sistema pero si presentar el conjunto de aspectos que, resultantes del análisis propuesto, describían al sistema en ese momento. En este sentido se observó:

- Variación de la escala de la unidad productiva.
- Transformación de la explotación vitivinícola en cuanto a su extensión y organización.
- Aparición de la figura de la empresa agrícola en la estructura productiva local.
- Introducción de nuevas especies de vides, aspecto que manifiesta una diversificación al interior de la producción vitivinícola.
- Aparición de cultivos alternativos a gran escala (olivos, frutales y aromáticas).
- Ingreso de capitales externos en actividades relacionadas a la agricultura, orientadas al mercado externo, principalmente frutas en fresco.
- Incorporación a la producción de tierras hasta ahora marginales (fuera de los límites tradicionales del oasis).
- Estratificación del sector, con la presencia marcada de grandes productores (que cubren el despliegue vertical del mercado) y pequeños productores, con la consecuente disminución del segmento productor intermedio. Observando un aumento en la concentración de la propiedad y, especialmente, de la producción.
- Degradación sostenida de las pequeñas explotaciones vitícolas, sector que resultaba excluido de las políticas implementadas para el sector.
- Abandono creciente de parcelas productivas.
- Ausencia de políticas integrales para el sector productivo, en particular la agricultura.
- Predominio de políticas neoliberales, que en general benefician al segmento superior de los sectores productivos.

5. Conclusiones

Para concluir se vincularon las relaciones producto del análisis sistémico con la visión propuesta acerca de la Gestión Ambiental. El caso de la revenición y salinización en el oasis del Valle de Tulum resultó de utilidad para mostrar lo que se interpreta como dualidad entre la concepción del deterioro ambiental y los procesos que lo determinan.

En este tema, era entonces, ampliamente aceptado como verdadero, tanto desde el sentido común, expresado fundamentalmente en el discurso político como en el académico que prácticas específicas, especialmente la forma predominante de riego por manto ó gravedad, provocaban la degradación de los suelos por revenición y/o salinización. Sin embargo, como se pudo observar a partir de este estudio estos fenómenos reconocen diversas causas, mutuamente vinculadas por complejas relaciones. La pregunta que entonces nos hicimos fue si ese conocimiento aceptado, resultaba de una percepción inducida o de un simple caso de falacia por generalización.

En este sentido, un aspecto importante que se tuvo en cuenta fue reconocer la diferencia entre problemas reales y problemas percibidos. Los primeros se vinculan a los procesos que determinan el deterioro, generalmente no-observables, lográndose su aprehensión a través del análisis histórico. En tanto que los problemas percibidos refieren a una combinación de hechos de observación directa y de información genérica acerca de esos mismos procesos. La interpretación que sucede a la percepción, puede ser reconocida como parte de un mecanismo más amplio que la cultura imperante acciona para lograr su legitimación. En este sentido la *salinización*, en tanto problema real, y observable en el oasis del Valle de Tulum, podía ser producto de uno o más de los siguientes factores, ordenados según sus causas:

Naturales

- Composición natural de los suelos (salinos).
- Heterogeneidad en la textura de suelos (aparición de manchas de tipos de suelos distintos en espacios reducidos).
- Presencia de aguas subterráneas salinas a escasa profundidad.
- Licuefacción de suelos por efecto sísmico.
- Revenición, por altura superficial de la napa.

De prácticas productivas

- La agricultura bajo riego artificial en zonas áridas produce *siempre* salinización de los suelos.
- Abandono de tierras productivas.
- Prácticas inadecuadas de riego y drenaje.
- Especialización productiva.

Por lo tanto, considerar a la salinización como un proceso monocausal, resultante de una determinada forma de riego representaba una simplificación, una forma de ignorar su complejidad. La revenición, en cambio, es un proceso natural localizado que puede agravarse según los ciclos hídricos. En este sentido, representaría un problema, real, ambiental, en tanto problema de gestión y manejo de recursos. Un ejemplo de ello fue la construcción y puesta en marcha del Dique embalse Quebrada de Ullum. El mismo fue construido para regular el régimen del río San Juan a fin de asegurar caudales suficientes para el mantenimiento de las explotaciones agrícolas del Valle. Sin embargo, la obra quedó incompleta por problemas presupuestarios (no se construyó el sistema complementario de drenaje) produciendo durante los primeros años de la década de 1980, y a poco del llenado de la presa embalse, la revenición de extensas áreas productivas. Tal deficiencia de gestión asestó un duro golpe a las relaciones productivas generando un efecto disipativo a lo largo de todo el sistema y en consecuencia aumentando su vulnerabilidad. ¿Por qué se asociaba la salinización —que se observa a simple vista— con la pérdida irreversible del recurso y al riego tradicional con su causante? Tal vez esta lectura de la realidad se correspondiera con a un discurso que, hoy podemos afirmarlo, debía justificar la crisis de un modelo y la consiguiente necesidad de imponer uno nuevo, definido en términos de modernidad, racionalidad, en síntesis, acorde a los requerimientos de la globalización que se imponía en aquellos años.

En este sentido, la potencialidad del enfoque de los Sistemas Globales Complejos a nuestro criterio reside en el planteo epistemológico que despeja dudas acerca de cómo abordar una realidad que se presenta inabarcable a simple vista. Abordar la problemática ambiental del Valle de Tulum, como un sistema complejo, definido como una totalidad en la cual los problemas relativos al ambiente comprometen al conjunto del sistema y no sólo a una parte del mismo, nos permitió aproximarnos a una explicación que daba cuenta no sólo de la complejidad de la problemática bajo estudio sino y fundamentalmente de la problemática ambiental entendida como un aspecto del desarrollo integral.

Agradecimientos

Las autoras reconocen el valioso trabajo realizado por los investigadores Fernando De Paolis y Rubén Porcel, quienes participaron en el proyecto de investigación que es marco de este artículo.

6. Bibliografía

- García, Rolando. 1991. La investigación interdisciplinaria de sistemas complejos. 3ra versión en *Las Ciencias Sociales y la formación ambiental a nivel universitario*. UNESCO-UNAM. México.
- García, Rolando. 1991(a). Conceptos sobre Sistemas Globales Complejos. En *Documento de la Maestría en Metodología de Investigación Científica*. FACSU. Universidad Nacional de San Juan, Argentina.
- García, Rolando. 1988. Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva. (El caso de la Comarca Lagunera). México: IFIAS/Cinvestav.
- Henríquez, María. 2000. Ambiente y gestión. Condiciones sociales de soporte. Tesis de Maestría en Gestión del Desarrollo Urbano Regional. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, Argentina.
- NOZICA, Graciela y otros. 1997. Ambiente y procesos de deterioro. Identificación de áreas de intervención para la gestión ambiental en el Valle de Tulum. Informe Final. Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de San Juan. San Juan, Argentina.

CAPÍTULO XII

Transformaciones del discurso agronómico para el desarrollo de sistemas de cultivo para piña en terrenos restringidos por pendiente y sequedad

José Otocar Reina Barth^{*},
Oscar Alonso Herrera Gutierrez^{*},
Heimar Quintero Vargas^{*} y Oscar Chaparro Anaya^{*}

1. Introducción

Se parte de la revolución conceptual en la disciplina agronómica que inicia en Francia M. Sebillotte ayudado por la reflexión epistemológica, el enfoque de sistemas y el trabajo interdisciplinario con las ciencias humanas. En la mirada biocibernética de H. Maturana se encuentran modos de entender los problemas bio - económicos de cultivar las plantas a partir de procesos de autorregulación en el acoplamiento con el medio y de respuestas estructurales (autopoiéticas) a las interferencias creadas por las intervenciones técnicas. Pero la agronomía debe trascender la explicación del rendimiento como objeto de estudio si aspira entender las decisiones de

^{*} Grupo Desarrollo Rural Sostenible (GDRS), Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Instituto de Investigaciones del Espacio Rural (IIER). Carrera 32 Chapinero, Via Candelaria. Palmira, Valle del Cauca – Colombia. ottoreina@hotmail.com, oscherrera@telmex.net.co, ochaparroa@palmira.unal.edu.co

El GDRS se constituyó para presentar propuestas de investigación-acción-participación en el ámbito del desarrollo rural sostenible fundamentado en la estrategia del auto-eco-desarrollo, del desarrollo ligado a la cultura, el humanismo y la multiplicidad de opciones y posibilidades. Participaron en el artículo los siguientes miembros: Oscar Chaparro Anaya, Ingeniero Mecánico, Doctor en Ingeniería Mecánica y Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia; y los Ex Profesores Asociados de la Universidad Nacional de Colombia e investigadores independientes: Oscar Alonso Herrera Gutiérrez, Ingeniero Agrónomo, M. Sc. en Agronomía; Heimar Quintero Vargas, Ingeniero Agrónomo; José Otocar Reina Barth, Ingeniero Agrónomo. Link “GrupLAC” en: <http://www.colciencias.gov.co/scienti/>

los agricultores en sus contextos ambientales, socioeconómicos, políticos y culturales. La re-visita de M. Sebillotte a los conceptos sistemas de cultivar y de producir, se puede profundizar mediante el uso del principio hologramático y del concepto auto-eco-organizativo de E. Morin para comprender el problema del funcionamiento y la transformación de las explotaciones agrícolas en contextos que brindan oportunidades y restricciones; la emergencia y desaparición de las organizaciones productivas se puede interpretar desde el concepto estructuras disipativas.

El aparato conceptual provisional está conduciendo el re-diseño de los modos de cultivar piña en la región de Dagua (Colombia) para ofrecer a los agricultores, consumidores, ciudadanos, a los gestores de políticas, a la academia, opciones novedosas para enfrentar las problemáticas alimentaria, del cambio ambiental y de la sostenibilidad. El texto enuncia de manera abreviada el estado actual del en-ciclo-pedaje entre nociones - conceptos – propuestas – observaciones - acciones - resultados – creencias - reflexiones, que el GDRS pone en movimiento y actualiza para entender y enfrentar las problemáticas de una región descalificada como marginal por el establecimiento agronómico, debido a la infertilidad de los suelos, a las pendientes del terreno y al estrés por sequedad. De igual forma, enfatiza en el potencial que tienen las plantaciones de piña para contener la desertización del Cañón aprovechando su metabolismo crasuláceo (CAM) y sus adaptaciones botánicas.

2. Transformaciones de algunos conceptos de base en la investigación agronómica

2.1. El enfoque de “investigación – desarrollo” en sistemas de cultivo y producción

Para diferenciar el ordenamiento de las técnicas a través del ciclo del cultivo y la secuencia en la asignación de terreno durante las estaciones y poder diagnosticar los modos de cultivar de los agricultores, el concepto “sistema de cultivo”, enunciado en Francia en los albores de la constitución de la disciplina agronómica (De Gasparín, 1843; Lecoutex, 1855; Heuze, 1861), se reformula en un contexto cultural caracterizado por la desconfianza en la calidad biológica de los productos de la agricultura tecnificada y por la preocupación por la supervivencia de las culturas

agrícolas (Sebillotte 1987,1988)¹. El concepto “sistema de producción”, que caracteriza las explotaciones agrícolas según la disponibilidad y relaciones entre los “factores de producción” se formula para interpretar las dificultades para la transferencia y adopción de tecnologías. El enfoque, de emergencia más reciente y localizada en los centros internacionales de investigación agrícola, aplica la Teoría General de los Sistemas de Bertalanffy para desplazar la mirada de los investigadores de las especialidades biofísicas² a las condiciones productivas de los agricultores.

El trabajo de re-construcción conceptual de M. Sebillotte muestra que las relaciones entre técnicas y rendimientos son indirectas³ y mediadas por interacciones dinámicas con el clima y el medio de cultivo. Señala que el ordenamiento entre técnicas, el “itinerario de técnicas”, está determinado por los efectos que pueden producir en distintos momentos del ciclo vegetativo de la plantación pero también por las observaciones, ajustes, ensayos que realizan los agricultores para alcanzar el rendimiento implícito propuesto. Desarrolla un modelo teórico de elaboración del rendimiento que orienta las preguntas de investigación. Al reconocer que en los lotes de cultivo existen “efectos de lo precedente”, “sobre lo siguiente” y “efectos acumulados” en el medio, la investigación se obliga a salir de las parcelas de los centros experimentales para examinar las especificidades de las transformaciones locales, las tácticas y estrategias que los agricultores ponen en acción para el logro de sus objetivos, las trayectorias de los lotes de cultivo, de los sistemas de cultivo y de los sistemas de producción para complementar las herramientas analíticas de la agronomía. Estudios que no se pueden realizar sin conversaciones con los agricultores, acercando la agronomía a las herramientas etnográficas: las entrevistas semiestructuradas, la observación participante, el análisis cualitativo (Deffontaines 1991).

2.2. Articulación de las transformaciones conceptuales con los procesos de investigación en la zona piñera del Cañón del Dagua y con los enfoques de complejidad

En Colombia circula la noción de “paquete tecnológico” para indicar el conjunto de recetas que el establecimiento de las ciencias agrícolas define como las formas de cultivar más eficientes, más modernas. Ese esquema de influir en la agricultura, adaptado de la zona templada que tiene un medio

¹ Se considera a Sebillotte como el iniciador de la escuela francesa contemporánea de agronomía.

² Fitopatología, entomología, mecanización, mejoramiento vegetal, nutrición, riegos y drenajes, etc.

³ Desde la invención de la estadística experimental (Fisher), en la investigación agrícola se buscan relaciones matemáticas (en funciones lineales) para validar las innovaciones técnicas según las respuestas en rendimientos.

más homogéneo⁴, pudo adoptarse en los valles y mesetas de los Andes tropicales en los cuales era posible conjugar en el sistema de cultivo, la mecanización con las otras palancas de la tecnociencia (semillas mejoradas, fertilizantes y plaguicidas de síntesis química, sistemas de riego). Los agricultores que no adoptan el “paquete tecnológico” son descalificados como tradicionalistas y sus formas de cultivar como atrasadas. Lo que nunca se reconoce es el papel jugado por los agricultores en esa adopción: corrigieron las debilidades y falencias experimentales para acomodar la nueva tecnología a sus circunstancias; fue una adaptación y no una adopción pasiva. De ahí que haya que hablar mejor de “sistemas adaptativos locales”: una “matriz” cultural, construida socialmente por cientos de años, toma de aquí y allí, según sus conveniencias y particulares formas de ver y entender aquellos elementos de otras culturas que considera más apropiados a sus circunstancias actuales. Curiosamente el esquema quiso también desarrollarse en las zonas de ladera de nuestras montañas andinas, donde surgieron los mayores fracasos y las mayores resistencias.

Un marco conceptual diverso⁵, incluso contradictorio y ecléctico, confuso por las múltiples dimensiones que debía trabajar, encuentra en M. Sebillotte la posibilidad de coherencia teórica. Sus precisiones sobre las

⁴ Se copia el esquema de investigación agrícola establecido desde el siglo XVIII en los países de zona templada: la tecnología agrícola se desarrolla en centros experimentales para luego hacer difusión y transferencia.

⁵ Historias personales, discusiones, lecturas, experiencias y observaciones divergentes entre el grupo de profesores que posteriormente constituyó el GDRS, habían conducido a problematizar el esquema de generación y transferencia de tecnología dominante en la sociedad colombiana. André Voisin, científico francés, planteaba en 1960 en unas conferencias que ofrecía en Cuba cuando encontró la muerte, la necesidad de mirar con respeto las tradiciones empíricas de los agricultores, que consideraba la “otra ciencia de la agricultura”. Invitaba a la prudencia en el uso del conocimiento científico por los impactos que podía provocar en la generación de nuevos problemas agrícolas y en la salud humana y de los animales, ilustrando con algunos casos llamativos las bondades de la sabiduría campesina y la necesidad de apoyarse en ella para el desarrollo de las nuevas técnicas agrícolas (Voisin 1964). Había coincidencias con los planteamientos de Konrad Lorenz que hacía la crítica sobre los efectos del cambio avasallante de la modernidad en la civilización humana. Sus tesis sobre la ruta incierta e irreversible en la evolución de las especies; sobre la vida como procesos de aprendizaje, sobre el realismo hipotético como posición epistemológica frente al problema del conocer, invitaba a las personas con formación biológica a incursionar en otras disciplinas. Preparaba las mentes de los futuros integrantes del GDRS a las lecturas de Prigogine y Humberto Maturana. Un ejemplo de formación multidisciplinaria centrada. La tesis de la falsabilidad de Popper, estaba en contravía con los esquemas de la investigación agrícola que delegaban la demostración de las hipótesis en pruebas experimentales cuantitativas; el constructivismo piagetiano ponía en tela de juicio los esquemas de comunicación y adopción de las innovaciones como ejercicios de persuasión y convencimiento de los agricultores, considerados actores pasivos en el ejercicio del conocer y el aprender. En las lecturas de Edward de Bono se buscaban encontrar fundamentos a la observación de campo que mostraba que los agricultores también eran creativos e innovadores. Aparecen también las preguntas sobre la especificidad de lo tropical; del papel de las malezas en las plantaciones cuando en el trópico las velocidades de los procesos de descomposición y transformación de la materia orgánica exceden a los de su acumulación; un medio natural hiperdiverso contrastado con la relativa homogeneidad de la zona templada; ciclos de vida de los insectos no sometidos a la regulación de las cuatro estaciones; conjunto de situaciones que mostraban que en el trópico no se debían copiar “tal cual” los modos de hacer agricultura de los países de zona templada que eran mostrados como el paradigma a imitar por las clases políticas y los profesionales que adquirirían formación especializada en los posgrados del exterior. Sin un ejercicio crítico de re-contextualización aportaban poco a un conocimiento pertinente para nuestra sociedad.

diferencias entre agronomía y agricultura, sobre la necesidad de desarrollar una teoría agronómica, sobre la introducción de la dimensión histórica en el examen de los problemas agrícolas, de la dimensión psíquica y estratégica en la toma de decisiones, alientan a desarrollar un programa de investigación siguiendo sus estrategias y métodos de investigación. El eclecticismo expresión de la búsqueda inconsciente de acercamiento a la complejidad de lo real encuentra en la dialógica de Edgar Morin la posibilidad de profundizar esas articulaciones. Se empiezan a descubrir riquezas insospechadas, posibilidades inexploradas, modos alternativos de producir más sostenibles, menos destructores del medio, ahuyentando dogmas y posiciones fundamentalistas que limitan la creatividad y la búsqueda de soluciones. En lo considerado como malo y desechable, aparece lo reciclable. En lo bueno y deseable aparece lo desechable. Las tradiciones agrícolas ancestrales se re - descubren y tratan de actualizarse en los nuevos contextos. El concepto “sistema de producción” y la noción de “explotación agrícola”, se leen ahora como auto-eco-organizaciones (Morin 1994); se buscan las conexiones con el “sistema de cultivo” para encontrar el todo en la parte o al contrario, como la parte influye en los comportamientos del todo (GDRS, 2009).

Un modesto trabajo de pre-grado (Gómez y Jiménez 1999) estudiando las trayectorias de los sistemas de cultivo de dos regiones piñeras del Valle, mostró las inmensas posibilidades que tenía el enfoque de Sebillotte para iniciar los procesos de investigación en una región y en un cultivo:

Dagua, es el primer municipio productor de piña del Valle del Cauca (Colombia) (500 - 1000 ha anuales), comprende altitudes entre los 900 y los 2100 metros; las temperaturas son ardientes en las riberas del río y se suavizan en las zonas altas gracias a los vientos y humedad del Pacífico; encañonado el territorio entre dos vertientes de la cordillera Occidental sufre el fenómeno denominado **efecto Foehn**, que vuelve subxerofítica parte importante de la región (800 mm anuales de lluvia en promedio), restringiendo las actividades agrícolas.

La siembra de piña fue impulsada desde 1920 por emigrantes atraídos por la construcción de la vía al mar, del ferrocarril del Pacífico y por las actividades extractoras de maderas y carbón vegetal. Había empezado como una de las actividades del huerto de habitación para transformarse en cultivo de surco continuo para la venta de fruta en la ciudad de Cali, un mercado en crecimiento por los procesos urbanizadores. Hacia 1960, la culti-variedad criolla llamada “piña de agua”, de fruta grande, de acidez variada según el grado de maduración, poco exigente en intervenciones técnicas y altamente adaptada a las difíciles condiciones climáticas de la región, fue remplazada

por la variedad “manzana”, más dulce, más resistente al transporte. El sistema de cultivo que la acompañó, adaptado de los modos “tecnificados” transferidos desde Hawái a la zona plana del Valle, comprendía preparación de suelos con tractores, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, cultivo limpio de malezas con herbicidas, altas densidades de siembra, altas inversiones en dinero; intermediarios para relacionarse con un mercado desconocido, que va trascendiendo paulatinamente de la localidad al nivel nacional.

La nueva situación expulsa a la economía campesina de la producción piñera; convierte a los agricultores en trabajadores de las fincas de los nuevos inversionistas donde se familiarizan con las nuevas operaciones técnicas. Poco a poco, a lo largo de una década, re-aparecen pequeñas manchas de cultivos de piña en las unidades campesinas que se aventuran a correr el riesgo de adaptar los nuevos protocolos a la escala y prácticas tradicionales. En el entretanto, los inversionistas dueños de finca empiezan a lidiar con los estragos en la productividad causados por un problema denominado por los agricultores “amarillamiento” y con la estrategia técnica de abordarlo, el uso de otros insecticidas, hasta la inviabilidad económica. Años de innovaciones campesinas, de observaciones y especulaciones sobre éxitos y fracasos, de una demanda creciente del producto y de abundante oferta de terrenos enrastrados hace emerger en la década del 80 el sistema itinerante como variación en los sistemas de cultivo. La innovación buscaba evitar las condiciones que hacían posible el “amarillamiento”: la siembra continua en el mismo sitio. Pero los agricultores de origen campesino que construyeron la opción itinerante, acostumbrados al cultivo en pequeñas áreas, no disponían de recursos monetarios para rentar la superficie mínima que justifica un alquiler en la región - una plaza (0,64 ha) - y para poner en funcionamiento el itinerario técnico en esa dimensión. Con el sistema itinerante emergen nuevas modalidades de organización de la actividad productiva: grupos de agricultores que comparten el alquiler de un área considerable para repartir el terreno y aplicar sus versiones del itinerario técnico, intercambios de trabajo para algunas actividades, asociaciones entre financistas con mayordomos agricultores, intermediarios inversionistas, las más conocidas.

3. Efecto en el re-diseño de los sistemas de cultivo de la re-lectura del “amarillamiento” desde las teorías biológicas de H. Maturana

La vigencia de la itinerancia como opción productiva exitosa está condicionada por la disponibilidad de terrenos cercanos a los corredores carretables de la región y del volumen mínimo de agua para hacer los preparados a aplicar al cultivo. Pero tiene altos riesgos ambientales debido al uso del fuego para facilitar el laboreo de los bueyes o tractores y que en ocasiones se salen del control por los vientos fuertes de la región y por la presión que ejerce sobre terrenos vecinos. A la adopción de esta alternativa contribuyó la insuficiencia conceptual e investigativa de la agronomía colombiana⁶, la cual abordó el complejo fenómeno del “amarillamiento” de las hojas desde relaciones simplistas **causa** → **efecto**, lo atribuyó al daño de raíces por “sinfilidos” o “nemátodos” y recomendó la aplicación de pesticidas para superar el problema. Así que la comprensión del problema del “amarillamiento” adquiere importancia estratégica por las derivas que puede generar en cuanto al desarrollo de intervenciones técnicas que reduzcan la necesidad de recurrir a la itinerancia (Acosta, 2001). A la vez, el “amarillamiento” es el punto de contacto de las problemáticas biológicas del cultivo de piña en Dagua con el tema de la sostenibilidad.

3.1. *El metabolismo del ácido crasulaceano –CAM- y el problema del amarillamiento. Las relaciones ecosistémicas entre el todo y la parte: el “en-ciclo-pedaje”⁷ de las herramientas clásicas de los agrónomos*

A partir de las observaciones de los agricultores sobre el amarillamiento (GDRS, 2004 a,b), de la teoría del acoplamiento estructural individuo – medio (Maturana y Varela 1996) y del comportamiento crasuláceo (CAM) de la piña⁸, Reina (2009:42) ha formulado la hipótesis de

⁶ La orientación productivista de la investigación agronómica, estimuladora de una agricultura de tipo extractivo, ha impedido observar otros fenómenos que ocurren en la planta de piña cuando existen condiciones de sequía ya que se ha enfocado a la artificialización del medio para encontrar el umbral de producción aportando condiciones ideales de agua, nutrientes y mullimiento del suelo.

⁷ “De pronto, el problema insuperable del enciclopedismo cambia de rostro, puesto que los términos del problema han cambiado (.....) se trata de en-ciclo-pedaje, es decir, aprender a articular los puntos de vista disjuntos del saber en un ciclo activo” (Morin, 1977:32).

⁸ De los tres grupos en los que se han clasificado los organismos vegetales en función de los ácidos orgánicos formados durante el metabolismo (C3, C4 y CAM), las bromeliáceas de hojas suculentas y formadoras de tanque - como la piña-, las cactáceas -como el agave-, tienen la capacidad de evitar por diversos mecanismos la pérdida de agua por transpiración mediante la separación temporal del intercambio gaseoso y la fotosíntesis. Las crasuláceas cierran los estomas en las primeras horas de la mañana para evitar el intercambio de gases (vapor de agua, oxígeno, CO₂ etc) con la atmósfera y no perder el agua almacenada; los abren en las últimas horas de la tarde, realizan el intercambio de gases y almacenan el CO₂ en forma de malatos durante la noche. Con estos

que el “amarillamiento” es una manifestación de autorregulación de la especie en su acoplamiento estructural al medio, que se manifiesta en Dagua por la interacción entre dos tipos de procesos que estimularían en la planta comportamientos fisiológicos y adaptaciones estructurales⁹. Por una parte, breves periodos de lluvias, seguidos por sequías relativamente largas y pequeñas precipitaciones en el intermedio. Por otra, uso de prácticas y técnicas agrícolas como la preparación masiva del suelo¹⁰ y la estrategia de “cultivo limpio” en un entorno ambiental de altas pendientes, radiación solar y vientos, baja disponibilidad de materia orgánica y dominancia de arcillas del tipo 1:1 (como la caolinita), que afectan el almacenamiento en la zona de búsqueda de las raíces, acelerando la pérdida de agua suplementaria del suelo por la rápida infiltración y evaporación. La hipótesis explicaba la escasez de raíces y las configuraciones tipo “escoba” a pesar del buen mullimiento del suelo y la aplicación de biocidas. En ausencia de agua suplementaria del suelo, la planta programaría la muerte de tejido radicular, como mecanismo para impedir transferencias de las estructuras de almacenamiento hacia un suelo con tensiones de humedad negativa. Una hipótesis viable si se tiene en cuenta el metabolismo crasuláceo de la especie que le permite hacer transformaciones estructurales cuando las condiciones de oferta de agua son mínimas. El amarillamiento sería simplemente la expresión fenomenológica de un cambio de estado, dentro del “*dominio de cambios de estado: esto es, todos aquellos cambios estructurales que una unidad puede sufrir sin que su organización cambie, es decir, manteniendo su identidad de clase*” que son desencadenados por interacciones pertenecientes a un “*dominio de perturbaciones: es decir todas aquellas interacciones que gatillen cambios de estado*” (Maturana y Varela 1996:65) que se presenta cuando se llega a una fotosíntesis “fútil” (Fontúrbel, 2006), observada en semillas vegetativas (hijuelos) de crasuláceas que no tienen contacto con el suelo por mucho tiempo. La hipótesis también es validada

almacenados realizan la fotosíntesis en las horas de luz, a diferencia de los grupos fisiológicos C3 y C4 que demandan una provisión instantánea de CO₂, agua, nutrientes y luz. Estas adaptaciones fisiológicas acompañadas de otras morfológicas (como la presencia de ceras o la disposición de las hojas alrededor del tallo para canalizar el agua de las brisas hacia la zona de raíces o para almacenarla en los depósitos que forma en las axilas), convierten a la piña en una especie suculenta xerofítica –como el sisal y el henequén– altamente eficiente en la captura y retención de agua. También le otorgan la capacidad de sobrevivir por largos periodos, aún en el extremo de no estar conectadas con el suelo. Los fisiólogos vegetales también han identificado una variación en el metabolismo de las crasuláceas, la **fotosíntesis fútil** (Fontúrbel 2006), que permite la sobre vivencia en las condiciones de sequía y calor extremas de los habitats xerofíticos en los cuales la planta ya no crece más y manifiesta coloraciones amarillentas. En dicho estado, cesa el intercambio de gases durante día y noche. Una especie de hibernación vegetal.

⁹ En el texto de la referencia se presenta un modelo gráfico explicativo de la generación del problema del amarillamiento.

¹⁰ Esta técnica causa la desestructuración de unos suelos que tienen poca capacidad de recuperar la adhesión entre partículas a través del tiempo (se califican como suelos infértiles con muy buenas condiciones físicas!!).

por la evidencia del desempeño productivo de la piña en hábitats que ofrezcan durante el año 1500 mm de lluvia bien distribuidos.

La hipótesis de Reina se formuló mientras replicaba en una parcela el sistema de cultivo desarrollado por el agricultor Hermes Chambo (IIER 2004), quien atribuía el problema del amarillamiento a falta de agua, aplicaba dosis muy bajas de pesticidas y desarrollaba cuatro ciclos continuos de siembra. En la parcela que estableció Reina, que también iniciaba el cuarto ciclo continuo y tenía precedentes de siembra con barretón, observó que el amarillamiento sucedía a procesos de limpieza realizada en épocas de verano, lo cual fue confirmado por piñeros de la región. También observó la incapacidad de recuperar los procesos de crecimiento del piñal mediante aplicación de fertilizantes¹¹ si no estaba acompañada de cambios en los esquemas de limpieza que condujesen a una relativa estabilidad en la oferta de agua suplementaria en el perfil cultivado del suelo y de raíces nuevas de la vegetación adventicia que atrapen los intentos de rizofagia de organismos edáficos para compensar las pérdidas de agua en la rizosfera. Los resultados productivos de esta experiencia llevaron a Reina a concluir que debía complementarse la estrategia campesina de respuesta reactiva a los problemas productivos con un esquema de re-diseño estructural de los sistemas de cultivo que enriquezca con nuevos saberes la matriz cultural de la región. A partir de la hipótesis sobre la aparición del “amarillamiento” formuló cinco estrategias orientadoras de la generación de nuevos modelos de sistema de cultivo, estrategias que se refuerzan mutuamente “en-red-ando” procesos orientados a la sostenibilidad económica y ambiental:

1. Labranza mínima con improntas¹². Una modificación y motorización de la siembra “a chuzo” que re-valora sus bondades ambientales y se hace viable en el actual contexto económico - demográfico. Facilita el inicio del acoplamiento estructural individuo ↔ medio si al momento de la siembra aparece un periodo seco y evita la evaporación rápida de agua del suelo presente en los terrenos arados y los movimientos de agua lluvia hacia zonas de almacenaje en el terreno pendiente (generadores de pudriciones) disminuyendo la necesidad de los drenajes y por lo tanto los costos en mano de obra y fungicidas.

2. Manejo de conflictos de competencia y complementariedad entre cultivo ↔ vida acompañante. El eje de la estrategia es el en-ciclaje¹³ de las

¹¹ Aunque se utilizara la técnica de la “fertirrigación”.

¹² Expresión tomada de las traducciones que se hacen en un texto de K. Lorenz del vocablo inglés “imprinting”. El tipo de labranza también se inspira en Dixon (1995).

¹³ Reina desarrolla la expresión para denotar que se deben establecer criterios de manejo de las “malezas” que se ajusten a los ciclos del cultivo y a los ciclos climáticos, de forma que se reduzca la competencia y favorezca la

“malezas” nativas que crea un ambiente favorable a la proliferación de múltiples especies vivientes: micro – macro -organismos que construyen- destruyen cadenas alimenticias, mejoran - empeoran la fertilidad del suelo, atraen – dis-traen los organismos “parásitos” de la plantación hacia otras especies vegetales; refuerzan los procesos de economía de agua, al disminuir la temperatura de la superficie del suelo y aportan CO₂ suplementario durante la noche para el metabolismo CAM de la plantación. La estrategia debe complementarse con un seguimiento permanente para intervenir con prudencia y flexibilidad con nuevas prácticas o reguladores biológicos que den estabilidad al cumplimiento de los objetivos de producción y reduzcan el impacto de procesos perjudiciales al cultivo propios de la “ecología de la acción” (Morin, 1999:47).

3. Introducción al sistema de abonos orgánicos y minerales que complementen y refuercen los procesos biológicos impulsados por las dos estrategias anteriores a partir de un monitoreo permanente de la evolución de la plantación.

4. Desarrollo de equipos y herramientas que faciliten el trabajo y sean eficaces en el cumplimiento de objetivos buscados¹⁴.

5. Producción permanente de frutas a través del manejo de la relación floración espontánea – floración inducida, que permita una oferta permanente a consumidores y pequeños intermediarios que puedan realimentar y valorar el esfuerzo investigativo.

4. Algunos resultados y conclusiones preliminares

4.1. Estado actual del proceso de rediseño del sistema de cultivo de piña con malezas y labranza mínima

Hasta el momento se han realizado dos experiencias investigativo-productivas. En un caso, se introdujo la novedad de la labranza mínima con “improntas” (estrategia adaptativa a los sistemas de cultivo local) contrastada con dos modalidades locales de preparación de suelos, la siembra a chuzo tradicional y la labranza masiva con bueyes. Todos los tratamientos bajo condiciones de manejo del cultivo determinados por los

complementación. La descomposición de las “malezas” sobre la superficie del suelo es un “gatillador” de múltiples procesos biológicos. La literatura internacional sobre la piña y los agricultores, ven las “malezas” como enemigas de la productividad y deben erradicarse con herbicidas.

¹⁴ En la actualidad ha desarrollado un prototipo para la siembra a chuzo, protectores de las plantas de piña para la limpieza con malezas, aplicadores – dosificadores para el abonamiento orgánico y trabaja en el desarrollo de un molino de plantas pos-cosecha para diversos usos.

agricultores (un grupo orgánico, ubicado en la vereda El Limonar). Los investigadores del GDRS realizaron seguimiento al cultivo durante año y medio haciendo evaluaciones cuantitativas sobre humedad del suelo, prendimiento de la semilla, costos de establecimiento y evaluaciones cualitativas sobre el avance del cultivo (Chaparro, Herrera y Reina, 2009). En el segundo, Reina decide vivir la experiencia de agricultor-investigador (Reina, 2010) para instrumentar las cinco estrategias en un cultivo semicomercial de una plaza, en la vereda El Salado (estrategia global de rediseño con modificaciones estructurales a los sistemas de cultivo local¹⁵). Aplicó los esquemas de investigación cualitativa que en general aplican los agricultores, con la observación como principal herramienta, acompañando las evaluaciones con cuantificación de resultados productivos al momento de la cosecha. Ambas se establecieron paralelamente y debieron soportar una baja oferta de agua entre octubre y diciembre de 2008, aceptable entre abril y junio de 2009 y un verano intenso entre julio 2009 y abril 2010.

Las dos investigaciones corroboraron la observación preliminar de Reina de la necesidad de rediseñar el conjunto del sistema de cultivo. La parcela adaptativa de El Limonar, presentó procesos de estancamiento del crecimiento en un 80 % de la plantación causados por “amarillamiento” y no se recuperó a la llegada de las lluvias en Abril (Chaparro, Herrera y Reina, 2009). La parcela de El Salado con re- diseño global, si bien también expresó reducciones en las tasas de crecimiento e incremento de las tonalidades amarillentas en algunos momentos críticos de la sequía, se recuperaba con las lluvias esporádicas y empezó producción con la llegada de la temporada de lluvias normales entre abril y junio de 2010 demostrando que el acoplamiento población cultivada – medio estaba funcionando y el cultivo no había entrado en una fase de fotosíntesis fútil. La ausencia de aplicaciones de pesticidas corrobora la hipótesis de que el “amarillamiento” en Dagua no es un problema de “plagas”. Hasta el momento con la temporada muy húmeda por la que atraviesa el territorio colombiano desde el mes de Octubre, no se observan amarillamientos causados por anoxia y pudriciones en el sistema de raíces, mostrando buen drenaje del terreno. Los resultados productivos, económicos y ambientales¹⁶ son promisorios (Reina

¹⁵ Labranza mínima con improntas, ausencia de drenajes, arreglo poblacional en tres bolillo sustituyendo el doble surco para facilitar la limpieza con guadañas, enciclaje de malezas, ausencia de plaguicidas, aplicación de subdosis de fertilizantes químicos, de abonos orgánicos y productos biorreguladores de la población insectil, según las observaciones de campo.

¹⁶ Algunas evaluaciones de cosecha muestran una distribución del peso de las frutas similar a los obtenidos con el modelo convencional. A la cosecha de 3800 plantas sobre 32000 establecidas, la recuperación de los gastos del cultivo se encuentran en el 33%. Aunque se ha requerido construir un mercado relativamente propio (mercado de océano azul) que elimine la intermediación onerosa para los agricultores. Los daños por insectos – plaga de la fruta no superan el 5 % de la cosecha. Una evaluación rápida de contenido de humedad del suelo en un período

2010) y muestran la necesidad de profundizar en esta línea de trabajo¹⁷. Observaciones cualitativas sobre volumen de agua almacenada en el suelo (que se van a cuantificar) hacen vislumbrar la posibilidad de que los cultivos de piña en la región puedan utilizarse como herramienta para afrontar las consecuencias del cambio climático y los procesos de desertización del cañón.

5. Bibliografía

- Acosta, P. 2001. *Diseño de sistemas de cultivo de piña Ananas comosus (L.) Mer. de bajo impacto sobre el medio de cultivo para agricultores de zona de ladera de Dagua, Valle del Cauca..* Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, 196 p
- Chaparro, O.; Herrera, O.; Reina J. O. 2009. “Efecto de un sistema motorizado de siembra a chuzo de piña sobre la eficiencia de la operación, en Dagua (Valle, Colombia)”. [Citado en 20 de noviembre de 2010]. Disponible en: [Documento MS pdf].
- Deffontaines, J. P. 1991. “La Agronomía ciencia del campo. El campo, lugar de la interdisciplinariedad: De la ecofisiología a las ciencias humanas”. Trad. Gladys Conde. In: *Agronomie*, 11: 581-591.
- Dixon, R. M. 1995. “Water infiltration control at the soil surface”. In: *Journal of Soil and Water Conservation*. 50 (5): 450 – 453.
- Fontúrbel, Francisco. *Fotosíntesis CAM*. [Citado 19-11 2006]. Disponible en <http://www.biologia.org/?pid=5000&page=0&id=32>.
- Gómez, B.; Jiménez, H. 1999. *Trayectoria de los sistemas de cultivo de ananas Ananas comosus (L.) Mer. en dos regiones productoras del Valle del Cauca*. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, 166 p.
- Grupo Desarrollo Rural Sostenible (GDRS). 2004 (a). *Dinámica de las poblaciones vegetales en la fase de establecimiento de cuatro lotes cultivados en piña de un agricultor de Jiguales (Dagua)*. Palmira. 57 p. Informe de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Investigaciones del Espacio Rural IIER.
- _____. 2004 (b). Reconocimiento preliminar del problema de “amarillamiento” de los cultivos de piña en el municipio de Dagua: causas, impactos y alternativas de manejo. Palmira, 42 p. Informe de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Investigaciones del Espacio Rural IIER.

seco, mostró niveles de humedad en calles entre 28 y 34 % mientras en la parcela “El limonar” se llegó hasta 9 %. El ciclo del cultivo es más lento que otros comerciales, pero se compensa con el tamaño de frutos. La ruta orgánica escogida por Reina, ha tenido buena acogida por la red de agricultores orgánicos del Valle del Cauca y de los consumidores. Una evaluación consecutiva de la distribución de la humedad en el terreno en los sitios de improntas vs preparación con bueyes denota menos movimiento de agua arriba → abajo. También muy buen prendimiento de semilla y apego de las plantas al terreno. Una evaluación cuantitativa del trabajo del equipo motorizado para hacer labranza mínima lo mostró competitivo frente al labrado con bueyes y a mano con barretón (Chaparro, Herrera y Reina, 2009). La articulación de la producción a pequeños mercados locales, ha abierto un camino interesante de difusión de la experiencia orgánica facilitada por la estrategia del en-ciclaje de las malezas. En la actualidad se inician trabajos de evaluación sistemática de humedad e identificación y desarrollos de vegetación acompañante.

¹⁷ Parece que el principal problema que debe abordarse en el corto plazo es el manejo de malezas cuando la plantación se encuentra en edad adulta por las dificultades de realizar labores en los sitios donde la cobertura supera el tamaño de plantas. Reina inició una nueva experiencia para abordar el problema por otros caminos: arreglo de la población sobre el terreno para facilitar mecanización con guadañas, aplicación de coberturas muertas en los alrededores de las plantas, nuevos métodos de mecanización.

- _____. 2009. Estrategias de investigación desde el enfoque de complejidad para disminuir el impacto ambiental de los cultivos de piña en el Cañón del Dagua (V.). Ponencia presentada en el Seminario Internacional Agua 2009. Instituto Cinara. Facultad de Ingeniería Universidad del Valle.
- Instituto de Investigaciones del Espacio Rural (IIER). 2004. *Entrevista a agricultor - investigador en piña manzana, finca de Hermes Chambó*. [Citado 22-11-2010]. Disponible en: [CD-ROM].
- Maturana, H. & Varela, F. 1996. *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*, 13ª Edición. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, S.A.
- Morin, E. 1977. “El espíritu del valle”. En *El Método, Tomo 1. La Naturaleza de la Naturaleza*. Editorial Cátedra. Madrid. p. 20 – 39.
- _____. 1994. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa. 167p.
- _____. 1999. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Traducción de Mercedes Vallejo-Gómez. Bogotá: UNESCO.
- Reina, J. O. “Hacia una Agronomía desde la complejidad: conceptos, contextos, métodos de trabajo y algunos resultados”. En: *Edgar Morin y el pensamiento complejo. Celebración homenaje en el 88º aniversario de Edgar Morin*, Editado por Leonardo G. Rodríguez Zoya. Buenos Aires, Argentina, 1º Edición. CD-ROM. 2009. ISBN 978-987-05-6960-2
- Reina, J. O. 2010. “Cultivos de piña con malezas: Construyendo caminos hacia la agricultura sostenible”. En: *BOLETÍN AGROECOLÓGICO. Una visión sobre la agricultura ecológica* N° 5. Palmira, Colombia. ISSN 2145 – 4183. Pag.2-3.
- Sebillotte, M. 1987. “Agronomía y agricultura: Ensayo del análisis de las tareas del agrónomo”. En: *Cuadernos de agroindustria y economía rural* N° 19, segundo semestre. Bogotá. p 67-116.
- _____. 1988. *Systeme de culture. Un concept operatoire pour les agrónomes*. Documento fotocopiado donado por el autor en 1990.
- Voisin A. 1964. *Influencia del suelo sobre el animal a través de la planta*. Fotocopia de cursos ofrecidos en la Habana, Cuba. 124 p.

CAPÍTULO XIII

La pesca en América Latina: un acercamiento desde la complejidad

Ramón Morán*

1. Introducción

Latinoamérica con 575 867 millones de habitantes (CEPAL 2010:23) constituida por 20 países repartidos en un multicolor espacio, habitado por diversas culturas y razas humanas con sólidas identidades locales enlazadas casi en su totalidad por un único idioma, hablado y escrito de forma diferente. Invasión después del origen, saqueada desde entonces con las venas abiertas (Galeano, 2004), y hoy impregnada por la modernidad global que se empeña en imponer la homogeneidad económica y cultural a su libre albedrío. Inserta en variados paisajes naturales, con dos largos y extensos litorales que entre farallones, escarpados acantilados, extensas playas arenosas de matices diversos, bocas lagunares que mezclan la riqueza orgánica terrestre en el mar, que generoso agradece intercambiándola, laberínticos humedales y fiordos en australes litorales e islas de extensión heterogénea, son parte de los ecosistemas costeros, dentro de los cuales se sustenta una de las actividades humanas más antiguas e importantes en el proceso de interacción del hombre con la naturaleza, que en comunión recíproca ha desarrollado una cultura generalmente ajena y olvidada en relación con otras instancias sociales: la pesca¹.

* Laboratorio de Ecología de Pesquerías, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México. Paseo Claussen s/n Col. Los Pinos, Centro. CP. 82000. Tel y Fax: 011 52 669 9828656. morangulo@yahoo.com.mx

¹ Es un concepto de pesca en debate, estas son algunas definiciones: La pesca es una actividad económica cuya continuidad se sustenta en los recursos naturales que pueden mantener una producción suficiente para cumplir con

De acuerdo con las evaluaciones de organismos internacionales (FAO, CEPAL, WWF, OLDEPESCA, académicos e investigadores) la situación actual de los recursos pesqueros es de agotamiento y sobrepesca², enfrenta una problemática biológica y socioeconómica: un uso social y productivo inadecuado que genera pérdida del potencial biológico para la regeneración de la biomasa y mantenimiento de los niveles de reclutamiento apropiados, pérdida de biodiversidad y agotamiento de especies, destrucción de hábitat y ecosistemas, aumento de los niveles de pobreza en los sectores sociales de la pesca, principalmente los ribereños, conflictos sociales y políticos entre comunidades por la posesión y uso de los recursos y ecosistemas.

La sobrepesca es producto de una deficiente administración del mar. Pese a toda la evidencia acumulada durante más de un siglo de investigación científica, la industria pesquera se muestra empecinada en atribuir a los recursos marinos, no sólo el carácter de renovables, sino además, la calidad de inagotables. Los pescadores han elegido continuar viviendo el mito en obstinada ignorancia de los hechos científicos. También, se pregunta ¿Por qué razón a más de 100 años de conocer la evidencia de la sobrepesca, no podemos estar más cerca que entonces de solucionar el problema? (Symens 2001)³.

En el devenir de la investigación pesquera, la conceptualización de la sobrepesca, que dio paso al análisis de las pesquerías para su evaluación a partir de los parámetros pesqueros: captura, esfuerzo de pesca y la captura por unidad de esfuerzo. La investigación se centró en la especie, para pasar a la población, determinando los parámetros básicos que definen la estructura y condición poblacional de las especies. Este pasaje epistémico se caracteriza por el abordaje metodológico unidisciplinario, es decir la

objetivos económicos y sociales, y que a su vez considere que la conservación del recurso es un requisito sine qua non para continuar con la actividad, Fernández (2007:98).

Forma de apropiación y uso del espacio productivo de las regiones acuáticas, esto es, el recurso básico no es la tierra, como en el caso de los campesinos, sino el medio acuático, por lo que se generan determinados usos de este espacio productivo Gaspar-Dillanes, *et al.* (2007:157).

Proceso de apropiación de la producción biológica del ecosistema a través de la instrumentalidad tecnológica, regido por variables económicas, sociales, ecológicas y humanas. Construcción propia.

² Definición más generalizada de sobrepesca es la definida por FAO: grado de explotación que supera el límite de lo que se considera sostenible en el largo plazo y más allá del cual existe un límite no deseable de desaparición o decaimiento. Este límite puede expresarse, por ejemplo en función de una biomasa mínima o de una mortalidad causada por la pesca máxima, más allá de la cual el recurso pueda considerarse sobre explotado. <http://www.fao.org/fi/glossary/default.asp>.

³ En publicación de David Symes en Revista: Comunidad Pesquera Número 6 / Diciembre 2001 [El presente artículo, introductorio de una recopilación de trabajos que componen el libro "La Administración de las Pesquerías en Crisis", tiene por finalidad re-examinar la evidencia desde la perspectiva de la ciencia social y reformular las agendas investigativas y de políticas en el campo de la administración de pesquerías. Se ha priorizado casi en forma exclusiva la situación prevaleciente en la región del Atlántico nor-este y en el Mar Mediterráneo. Los autores se han abocado principalmente a elaborar los marcos institucionales dentro de los cuales habrán de formularse las nuevas políticas en lugar de postular sistemas alternativos de regulación. Este es el tema central abordado en el libro, del que próximamente compartiremos algunos de sus interesantes artículos].

población es la unidad de estudio, a su vez “la unidad de población” que se llega a considerar como “stock”⁴, concepto con el cual se intensifica el debate que aun continúa. Es pues el “stock” el eje articulador que sigue centrando la investigación pesquera, Morán-Angulo *et al.* (2010:108).

En la actualidad, la visión holística de la problemática social y la propuesta de sustentabilidad en el uso de la riqueza natural y humana, comienza a permear los sectores sociales, en particular el académico y gubernamental. Considerando como elemento clave la interdisciplinariedad, como una respuesta metodológica a la complejidad del proceso pesquero y la situación que actualmente guarda bajo el enfoque productivista⁵. Breton (1992:5) aborda al manejo pesquero señalando que, en el contexto de la globalización, la tendencia a fortalecer el desarrollo de la pesca artesanal requiere una atención mayor a las características sociales y humanas de regiones o comunidades específicas; donde el fortalecimiento de la interdisciplinariedad en el desarrollo pesquero parece una tendencia irreversible.

El presente trabajo contextualiza, en un primer momento, el escenario ecológico de América Latina, centrando la descripción en la zona costera, destaca la importancia de las variables ambientales en la pesca, que interactúan estableciendo una conectividad recíproca con el ecosistema, considerado como la unidad funcional de la biosfera. En un segundo apartado se analiza a la pesca como un proceso complejo multidimensional, que tiene expresiones propias en los países costeros, pero ejes conductores que en lo general la caracterizan: la complejidad ecosistémica donde se lleva a cabo, la instrumentalidad que usa, la tipificación de las pesquerías, la composición específica y el modelo económico que la sustenta. Por último se presenta el proceso epistémico sobre el cual la investigación pesquera ha sido descrita y analizada, distinguiéndose los enfoques holísticos, interdisciplinarios que hoy se debaten.

⁴ Definiciones de “stock” La parte de una población de peces que se está estudiando desde el punto de vista de la utilización real o potencial. En http://www.fao.org/fishery/collection/glossary_fisheries/es. Sparre y Venema (1995) consideran al “stock” como un subconjunto de una especie que posee los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad que la población y que habitan un área geográfica en particular. En Ricker W.E. (1975): Cálculo e interpretación de las estadísticas biológica de las poblaciones de peces. Boletín de la Junta de Investigación de Pesca de Canadá, 191: 2-6.

⁵ El enfoque productivista se consideró de acuerdo con Davi Rodrik en su artículo “Las lecciones de China” publicado en <http://www.Econolink.com.ar> y consultado el 12 de noviembre del 2010, dice: Lo que distingue a los países asiáticos es el enfoque explícitamente productivista de sus políticas económicas, entendido como la perspectiva de los diseñadores de política económica y líderes políticos de ocuparse en primer lugar de la salud de los productores reales: las empresas, industrias y sectores económicos. Que es el modelo adoptado por los Estados latinoamericanos aplicado a la pesca y la acuicultura.

2. Geografía latinoamericana: contexto ecológico⁶

Latinoamérica está rodeada por dos océanos y un mar: el océano Pacífico y el Atlántico y el mar mediterráneo americano (golfo de México y Mar Caribe). Juntos ocupan, sin mares marginales, una superficie de 254 710 000 km²: el Pacífico con 166 240 000 km² y el Atlántico con 84 110 000 km². El Pacífico y el atlántico muestran diferencias marcadas a pesar de todas las semejanzas físico-químicas en común. La fosa marina de 8 050 m de profundidad (de Atacama o de Perú) ubicada directamente frente a la costa, y en el Atlántico, en la región caribeña, la fosa del Caimán u hoyo de Bartlell, separa con sus 7 680 m de profundidad el Mar Caribe del golfo de México y la fosa de Puerto Rico con 9 219 m.

La formación del relieve de la planicie costera, en Latinoamérica, depende tanto de las estructuras geológica del basamento, como de las condiciones climáticas y oceanográficas respectivas. El gran contraste entre las cordilleras de los Andes y las llanuras marcan significativamente el relieve del continente. La topografía de las costas es muy variada. Las costas acantiladas y las playas de arena e islas son unos de los principales componentes del relieve del litoral, donde además, hay zonas costeras con manglares y de arrecifes coralinos. Las llanuras litorales se observan principalmente en la costa caribeña de Nicaragua y en el litoral Pacífico de México, Guatemala y del Salvador. Las zonas montañosas de Costa Rica y Panamá están igualmente rodeadas por tierras bajas, unas zonas que representan la transición hacia la plataforma continental. La amplia cuenca del río Ulua al norte de Honduras y al otro lado hacia el Salvador con el río Comayaga y el valle del río Gascorán es parte de la configuración del golfo de Fonseca que comparte el Salvador, Honduras y Nicaragua.

Acumulaciones litorales marinas; las playas, como las dunas, son numerosas pero discontinuas en América Latina, sin embargo en las costas áridas y semiáridas al norte de Chile y en el litoral caribeño y Pacífico de México, en Brasil y centro América, existen fantásticos paisajes de dunas con extensas playas. Los acantilados y fiordos de la costa austral de Chile, cuyo paisaje y ecología son propios de esa región.

⁶ Geografía latinoamericana: contexto ecológico. Este apartado del trabajo en su mayoría es una síntesis del amplio trabajo publicado por Borsdorf, Axel., Carlos Dávila, Hannes Hoffert, Carmen Isabel Tinoco Rangel. 2005. "Espacios naturales de Latinoamérica: desde la tierra del fuego hasta el Caribe". Institut für geografie der universitat Innsbruck, junio 2005. Alemania. En <http://www.lateinamerika-studien.at>. Consultado entre 15 y 20 de octubre de 2010. Aunque recomendaría otras lecturas como: Lemay, M., 1998. El manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. Informe de Estrategia del banco Interamericano de Desarrollo, BID Washington DC, Documento No. ENV-128, 41 pp. Barragan, J. M., 2001. The coasts of Latin America at the century. *Journal of Coastal Research* 17 (4): 885-899.

En la costa de América Latina los efectos de los sistemas de oleajes que se presentan en las zonas de vientos occidentales son los más poderosos, pues los vientos soplan de manera sostenida por un tiempo prolongado, que inciden sobre todo el litoral provocando fenómenos diversos, principalmente en las costas de Perú y Chile, donde las surgencias son en buena medida producto del efecto de los vientos, las corrientes y el oleaje. En relación con las corrientes marinas, al norte del Ecuador hay una corriente templada que se dirige al oeste. Los litorales occidentales de los continentes son bañados por corrientes frías y las costas orientales por aguas templadas. La corriente del golfo de Guayaquil y la del Pacífico arrastran aguas templadas de la corriente ecuatorial hacia el norte. En Latinoamérica esto significa que los litorales del occidente y el oriente de Mesoamérica son bañados por aguas templadas que llegan hasta la bahía de Guya, Guayaquil en el Pacífico y en el Atlántico hasta la bahía Blanca de la Patagonia con la corriente de Brasil. El resto de la costa del Pacífico está supeditada a las influencias de la corriente fría de Humboldt dirigida hacia el norte y en la costa Atlántica de la Patagonia meridional la corriente fría de las Malvinas, ricas en nutrientes. El sistema de las corrientes globales marinas es aún más complejo, el transporte de agua fría y carga de nitratos y fosfatos de las regiones polares hacia el Ecuador y el de agua templada hacia los polos.

En este apartado destaca la llamada corriente “El Niño” conocida así por los pescadores del Pacífico sudamericano y que en realidad es un complejo proceso que se establece entre la atmósfera y el océano con periodicidad interanual variable, con periodos de entre 3 y 8 años. La característica principal es la modificación de la temperatura media superficial del mar a niveles mayores a 2°C que a su vez generan precipitaciones anómalas por un lado y sequías por el otro, cuyo efecto es planetario. Este fenómeno es conocido por los científicos como la Oscilación del Sur El Niño (ENSO, por sus siglas en inglés) y el caso contrario conocido como “La Niña”. Este fenómeno por el impacto social, ecológico y económico que provoca ha sido abordado desde diversos enfoques, investigaciones relacionadas con la pesca: Jeremy *et al.* (2001:629); Olson y Watters (2003:198); Cubillos y Flores (2008:13); Orrego (2008:74); Cárdenas (2008:108); Botello y Villaseñor (2008:135); Chávez y Castro (2008:108); Ortega-García y Rodríguez-Sánchez (2008:135); Flores y Chapa (2008:172); Morales y Flores (2008:187); López (2008:31); CIAT (2008:88); Pauly (2009:216); FAO (2009:36), han discutido la importancia que tiene el ENSO en diversas pesquerías latinoamericanas.

En los litorales llanos de América Latina hay numerosas bahías y ensenadas. Estos entrantes naturales son característicos a lo largo de casi toda la costa mexicana hasta el Ecuador. Pero también las costas mesoamericanas del Caribe y las del sur de Brasil cuentan con ensenadas y sus respectivas dunas y crestas playeras. En las regiones en donde predominan las costas abruptas no pueden formarse estos bajos, de manera que el litoral del Pacífico sudamericano y la costa de la Serra do mar brasileña carecen de estos accidentes geográficos.

El clima en América Latina depende entre otros factores de la latitud, en otras palabras, de la cercanía o lejanía hacia el Ecuador y los polos. La temperatura atmosférica, las precipitaciones, la humedad relativa, la evaporación, las nubes, la dirección y velocidad del viento y la radiación solar son elementos importantes en la configuración del clima. La temperatura atmosférica y las precipitaciones son esenciales para la definición del clima. El sistema de cordilleras (los Andes), dispuestas de norte a sur, forma una barrera climática importante. Las condiciones térmicas indican, naturalmente, el claro orden zonal que se esperaba, es decir, las temperaturas medias anuales bajan desde el Ecuador hacia los polos, es decir, gradientes latitudinales de temperatura. Los valores anuales más elevados se presentan en las llanuras tropicales próximas al Ecuador.

Las precipitaciones cuentan con todos los extremos: desde la selva tropical siempre húmeda con elevados volúmenes de lluvia repartidos hasta el desierto más seco del mundo: el Atacama. Curiosamente los cuantiosos volúmenes de lluvia no caen en la cuenca del Amazonas sino en la costa colombiana del Pacífico. Entre el istmo de Panamá y el golfo de Guayaquil en Ecuador se halla una de las zonas más pluviosas de la tierra, las precipitaciones fluctúan entre 6 000 y 10 000 mm.

Otro componente de importancia ecológica y social son los huracanes o ciclones que recurrentemente visitan las costas caribeña y pacífica, aparecen sobre mar abierto delante de las costas mexicanas y centroamericanas del océano Pacífico, mar Caribe y del Atlántico, provocando en la mayoría de los casos severos impactos a la dinámica social y natural de los ecosistemas costeros y por el otro, renovando y suministrando condiciones ecológicas a ecosistemas diversos, sobre todo agua.

Este complejo contexto ecológico favorece un espacio vital sumamente diverso que se extiende desde las zonas tropicales hasta las subantárticas, y cuenta con costas marinas y cordilleras cubiertas de glaciares que ascienden hasta casi 7 000 m. A esto hay que agregar la situación especial de Mesoamérica como eslabón que une el reino vegetal

hólarctico con el neotrópico centro y sudamericano hasta la Antártica. El espectro vegetal de Latinoamérica, comprenden desde las selvas tropicales sumamente ricas en especies hasta los áridos desiertos prácticamente sin vegetación y desde la flora única de las costas con manglares a los arrecifes de coral.

Los manglares sustituyen a la flora de agua dulce en el litoral y hacia el sur se extienden bosques pluviales en sabanas verdes. El desierto costero de Perú y Chile ya no está lejos. La distribución principal de los manglares latinoamericanos se halla en los trópicos continentales al norte de la costa colombiana y la desembocadura del Amazonas en el sureste brasileño. A lo largo de costa atlántica hasta los 28° de latitud sur mientras que en el Pacífico apenas llegan a los 4° pues la fría corriente de Humboldt impide que se propaguen hacia las zonas meridionales. Los mayores manglares se encuentran en: Brasil, 25 000 km²; México 6 600 km²; Panamá, 4 860 km²; Colombia 4 400 km²; Cuba 4 000 km², y Venezuela. En síntesis, los manglares latinoamericanos cubren un área de 5.8 millones de hectáreas: 60% concentrados en Sudamérica, 26% México y Centroamérica y 14% en el Caribe (Bifani 1997:550). Su valor ecológico, económico y social es ya de interés planetario.

Los arrecifes coralinos pertenecen a los espacios marinos más sensibles y valiosos del mundo cuentan con una biodiversidad mayor que la de los bosques pluviales y junto al bosque de manglar pertenecen a las costas tropicales típicos en el Caribe y el Atlántico latinoamericanos.

En este enorme y complejo escenario geográfico se desarrolla la actividad humana latinoamericana, ahí la diversidad biológica establece entre sí una profunda interacción, dándole a la unidad estructural y funcional de la naturaleza; el ecosistema, para el caso costero y marino, una dinámica propia, cuyas variaciones ecológicas espacio temporales a escalas diversas, incluyendo la global, son una propiedad intrínseca que interactúa irremediabilmente con la distribución y abundancia de las especies, así como de la disponibilidad y accesibilidad que de éstas pueda tener a la instrumentalidad humana para efectuar la captura, eje medular del proceso pesquero.

2.1. El ecosistema: las interrelaciones

Siendo el ecosistema el objeto de estudio de la naturaleza donde a través de la visión de los ecólogos clásicos: Margalef (1977), Odum (1972, 2005) y Ricklesfs (2001), coinciden en reconocer que éste es un sistema abierto (cuyo único límite es la biosfera misma) formado por individuos que

interactúan en un proceso dinámico incesante, donde se avanza en los niveles de integración originando nuevas propiedades: del sistema de organismo al de población y los ecosistemas, se desarrollan nuevas características que no estaban presentes o no eran evidentes en el nivel inferior adyacente. “El todo es más que la suma de las partes”. El reconocimiento de que las relaciones alimentarias conectan a los individuos en esta única entidad funcional a través de una secuencia de nacimientos y muertes, como la señala Morin (1996)⁷, las interacciones entre los seres vivientes son, no solamente de devoración, de conflicto, de competición, de concurrencia, de degradación y depredación, sino también de interdependencias solidaridades, complementariedades. Su proceso de autorregulación integra la muerte en la vida, la vida en la muerte. De este modo la vida y la muerte se sustentan la una a la otra según la paradójica fórmula de Heráclito: Vivir de muerte, morir de vida. La pesca vive de muerte, significa mortalidad y vida.

Ahí en el ecosistema, en alguna parte de su estructura y en todas a la vez, el proceso pesquero interactúa imprimiéndole ritmo, una cadencia que impone la racionalidad económica a la dinámica funcional reflejada en la mortalidad, en las interdependencias y la autorregulación que provocamos, de ahí que nosotros estemos en el ecosistema y el ecosistema en nosotros, creando como dice Morin (1996)⁸ una especie de diálogo entre la esfera antropológica y la biosfera, complementándose y permitiendo la existencia mutua.

En este contexto el paradigma de la complejidad surge como una opción en el estudio de los ecosistemas sin disociar o excluir la totalidad de sus componentes estructurales y funcionales y de los procesos humanos que hacen uso de ellos, como la pesca, que forma parte indisolubles de estos, y que además, dependen de su dinámica y de su intrínseca variabilidad. Al respecto Di Salvo *et al.* (2009:245) señalan que, para poder comprender realmente cualquier ecosistema, es necesario observarlo como un todo y entender que sus partes están íntimamente relacionadas, tanto así que al afectar una se afecta a todo el sistema.

La ecología antropocéntrica como dice Capra (1998) citado por Di Salvo *et al.* (2009:244), separa al ser humano de la naturaleza y le quita a ésta su valor propio adjudicándole un valor instrumental. No debe estar limitada a los enfoques de la ciencia clásica ya que su objeto mismo está asociada al pensamiento holístico y sistémico, cuyo principal fundamento radica en el análisis del todo (sin olvidar las partes), a diferencias de la

⁷ Morin, Edgar. 1996. El pensamiento ecologizado. *Gazeta de Antropología* N° 12, 1996 Texto 12-01 http://www.ugr.es/~pwlac/G12_01Edgar_Morin.html

visión clásica la cual está centrada en las partes (olvidando el todo). La descomposición reduccionista en elementos desintegra también al sistema, cuyas reglas de composición no son aditivas, sino que se derivan de una multitud de interconexiones. El ecosistema pues, es el generador de la riqueza pesquera, es el soporte de la actividad, oferta su riqueza específica ubicada en sus niveles estructurales y su energía transformada en individuos, poblaciones que por sí solas no representan la compleja trama de la vida, son sólo una parte de ella.

3. Pesca: multiparamétrica manifestación humana

América Latina presenta una realidad pesquera compleja, sustentada en un intrincado mosaico de ecosistemas que ecológicamente se ubican en niveles altos de diversidad y productividad biológica, donde las especies emergen como un conjunto de elementos disponibles al mundo social, estableciéndose los vínculos entre la naturaleza y la sociedad, en una entidad viva e inseparable. Este proceso se da a través de un conjunto de acciones que determinan de forma recíproca esta relación, el eje de articulación es la instrumentalidad tecnológica que permite el interactuar como una acción correlativa cuyo soporte es el ecosistema como unidad natural y en particular los niveles de su estructura, responsables de la dinámica ecológica y por lo tanto pesquera.

En el proceso pesquero se definen dos formas generales que permite la interacción con los ecosistemas acuáticos basadas principalmente en la instrumentalidad: la pesca ribereña o pesca artesanal⁸ y la pesca industrial o de altamar⁹. Para la FAO, la tipología es pesca de pequeña escala y pesca de gran escala, aludiendo al enfoque económico del proceso. Ambas tipologías,

⁸ La pesquería artesanal se define como aquella realizada por personas naturales o jurídicas artesanales ya sea sin el empleo de embarcación o con embarcaciones de hasta 32,6 metros cúbicos de capacidad de bodega y hasta 15 metros de eslora, con predominio del trabajo manual. En tanto la de menor escala es aquella realizada con embarcaciones de hasta 32,6 metros cúbicos de capacidad de bodega, pero implementadas con modernos equipos y sistemas de pesca. La pesca artesanal en el Perú contribuye a un doble fin social, en primer lugar es una importante fuente de empleo que ayuda de manera significativa a mitigar la pobreza; y en segundo lugar brinda una importante oferta alimentaria de calidad proteica a sectores de menores recursos económicos. En <http://www.fao.org/countryprofiles/index.asp?lang=es&IS03>. Alcalá, G. (2003:28-32). Discute a profundidad el concepto de pesca artesanal en su libro: políticas pesqueras en México (1946-2000). Contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional. El Colegio de México: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada: El Colegio de Michoacán. México.

⁹ Pesca industrial o de altamar En términos genéricos el concepto de industria pesquera se aplica a aquel sector que preserva y/o transforma el producto de la pesca ya sea con fines de consumo humano directo o de obtención de materia prima para la preparación de dietas animales. Desde el punto de vista extractivo, este sector está formado por las naves pesqueras industriales y sus armadores.

En <http://www.fao.org/countryprofiles/index.asp?lang=es&IS03>.

caracterizadas por la conjunción social de individuos que la hacen posible a partir de las condiciones del mercado y su modo de producción.

Es el sector pesquero artesanal un ente importante en el tejido social latinoamericano que presenta aislamiento y olvido, que por su actividad misma, diferente a las de otros sectores sociales primarios (agricultores, campesinos, obreros) de la actividad económica, se aíslan asimismo, encerrándose en el vaivén de las olas o en los flujos de mareas o corrientes, casi inamovibles y en la mayoría de los casos indiferentes ante la dinámica social y política de su entorno, negándose a formar parte de un todo diverso y cambiante que cada vez los amenaza en espacio y tiempo, y los pone en riesgo.

El carácter multidimensional del proceso de apropiación que la pesca hace de los ecosistemas, no sólo por la obtención de biomasa de determinadas especies que se extraen de los distintos niveles tróficos responsables de la estructura y función de los flujos de materia y energía de estos, sino también por la cobertura espacial que la pesca despliega en el proceso mismo de la captura a través de la instrumentalidad tecnológica y las competencias y destrezas humanas, facilitando la ocupación en espacio y tiempo de los sitios que vinculan y hacen posible la interacción que denota el modo de producción imperante y la presencia social en el ecosistema.

Para Toledo *et al.* (2002:26) toda unidad de apropiación se articula a través del intercambio material, tanto como con los ecosistemas, como con los mercados. En el proceso pesquero, sea este de la magnitud que sea (artesanal o industrial) responde a la racionalidad económica, pero es el desarrollo de la pesca industrial en mayor medida el que centra sus indicadores en el productivismo, conduciendo la interacción con el ecosistema en un simple valor de producción, concepto económico con el que se tasa desde la simplicidad un complejo proceso, cuya magnitud multidimensional conduce obligadamente a estimaciones multiparamétricas para darle certidumbre científica al conocimiento en la evaluación y el manejo pesquero.

En el análisis de la pesca, la ponderación del enfoque productivista contextualiza la disyunción que se hace de otros indicadores que surgen de las ciencias sociales y naturales como conocimiento sistematizado que permitirían tener una percepción amplia e integradora del proceso pesquero.

Desde la pesca de subsistencia, pasando por la artesanal y la costera poco tecnificada en un proceso no lineal (Morán-Angulo 2008:121-127), pero propia de un modelo tradicional de mucho arraigo social e historicidad, cuyo éxito no se medía a través de la productividad, sino en función de la satisfacción de la oferta en el mercado local, con la intensión fundamental

de proveer de alimento y obtención de ganancias. A partir de la década de los 70 de acuerdo con lo reportado por Alcalá (2003:85), Fernández (2007:127) y Villamar *et al.* (2008:352), en México se incrementó la producción de la pesca reflejada en los volúmenes de captura registrados, debido a las políticas públicas. Emanadas e impuestas por los organismos internacionales como la OCDE, Banco Mundial, FAO, CEPAL, fenómeno que se registra en toda América Latina (FAO)¹⁰.

Partiendo de estas políticas, la pesca tradicional sufre un cambio en su instrumentalidad y en su expansión espacial, se desarrolló una pesca industrial, de altura a gran escala, los facilitadores de esta nuevas condiciones de la pesca la llamaron pesca moderna, el poder de pesca se multiplicó y la interacción de ésta con el ecosistema se hizo más vertiginosa y eficiente de acuerdo al enfoque productivista reflejado en los registros de los volúmenes de captura, indicando el ascenso en la obtención de biomasa, consiguiendo los máximos rendimientos. Al respecto Fernández (2007:103) señaló, es posible que el enfoque de producción o de fomento sin límites se base en la falsa idea, mantenida todavía, de que los recursos marinos son ilimitados. En relación a esta consideración Bifani (1997:548) señaló al referirse al enfoque productivista sostenido por la economía clásica: los recursos del mar, de lagos y ríos son seres vivos con su propia y muy particular “función de producción”. Los peces no pueden producirse de la misma manera que automóviles, zapatos, hogazas de pan y ni siquiera con bases en los mismos o similares principios que orientan la producción agrícola.

El modelo productivista se agota cuando las poblaciones de uso pesquero llegan a su rendimiento máximo ofertado por el ecosistema, producto del esfuerzo de pesca aplicado que conlleva la instrumentalidad tecnológica. De acuerdo con Fernández (2007:105) la producción pesquera mundial, incluyendo la de América Latina, al inicio de los años noventa, el ritmo de crecimiento de la pesca disminuyó al 2%. Las estadísticas muestran actualmente un incremento nulo (0%) anual promedio desde 1990. En el documento preparado por la FAO para la reunión mundial de Reykjavik en 2001, se señala: la tasa anual de aumento de las capturas mundiales disminuyó a casi cero en el decenio de 1990, lo que indica que, como promedio los océanos de todo el mundo han alcanzado su producción máxima dentro del actual régimen pesquero.

En su informe anual del estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008, la FAO (2009:11-12), muestra las tendencias de la pesca, donde se

¹⁰ En <http://www.fao.org/countryprofiles/index.asp?lang=es&IS03> para cada uno de los países de América Latina.

observa un estancamiento en el ritmo de crecimiento con estrecha variabilidad interanual de 1990 a 2006, donde China, el Perú y los Estados Unidos de Norte América siguen siendo los principales productores. Los volúmenes de captura entre los años 2002 y 2006, demuestran esta teoría (estabilización de las tasas de crecimiento) con un valor medio de 83.62 ± 1.82 millones de toneladas entre un mínimo de 81.5 en el año 2003 y un máximo de 85.7 en el 2004, constatando el casi nulo incremento señalado en el documento de FAO (2001), ver tabla I.

La oferta de recursos pesqueros para el consumo humano directo, se mantuvo en 16.7 kg *per cápita* en el 2006, que de acuerdo con la FAO (2009:65) el consumo para América Central y América del Sur es de 9.5 y 8.4 kg al año respectivamente, este consumo varía de acuerdo a la cultura de los pueblos, la disponibilidad en el mercado y el poder adquisitivo de la población, en América Latina se consume en lo general menos de 10 kg de productos marinos por persona por año.

	2002	2003	2004	2005	2006
Captura marina	84.5	81.5	85.7	84.5	81.9
Suministro <i>per cápita</i> para consumo humano (kg)	16.0	16.3	16.2	16.4	16.7

Tabla 1. Relación de la captura marina mundial en Millones de toneladas.

Fuente: FAO (2009)

En el mejor de los casos podría decirse que las capturas mundiales se han estancado en años recientes Fernández (2007:105). Pero algunos autores como Pauly (2009:220) señalan que el registro de las capturas mundiales han sido objeto de manipulación y que la realidad es que éstas, están disminuyendo. La misma FAO (2009:5) reconoce que sigue habiendo indicios de que las estadísticas sobre la producción de la pesca de captura y la acuicultura en China podría ser demasiado elevados, problema que se plantea desde la década de 1990. La FAO (2009) reconoce la probabilidad de que se haya alcanzado el potencial máximo de pesca de captura de los océanos del mundo, por lo que es necesario aplicar un enfoque más controlado a la ordenación pesquera, en especial a los recursos altamente migratorios, tranzonales y otros que se explotan única o parcialmente en altamar.

En el caso de América Latina, son Perú y Chile los países cuyas producciones anuales los ubican entre los 10 principales países productores, 7 y 4.2 millones de toneladas en el 2006, ocupando el segundo y sexto lugar mundial respectivamente.

En el análisis de las tendencias del estado que guardan las poblaciones, la FAO (2009:33-39) argumenta que entre el 20 y el 30% están sobreexplotadas, agotadas o en recuperación, manteniéndose este valor relativamente estable desde mediados de la década de los noventa y las plenamente explotadas son el 50%, es decir, el 80% de las 523 poblaciones de peces mundiales seleccionadas sobre las que se dispone de información y evaluación, han sido registradas como plenamente explotadas o sobreexplotadas (o agotadas y en recuperación del agotamiento). En el informe del 2002 la FAO reconocía que el 75% de los recursos pesqueros mundiales estaban explotados a su máximo permisible o sobreexplotados, haciendo una diferencia del 5% con los datos actuales, lo cual es inquietante.

Para Fernández (2007:106) la causa fundamental de la situación actual de los recursos pesqueros es la sobreexplotación, la captura en niveles superiores a los que las especies explotadas pueden renovar la población. Esto resulta en una reducción en su capacidad de producción y, por lo tanto, en la de captura. Para comprender la actividad económica (pesca) relacionada con los ecosistemas marinos es preciso conocer las características biológicas de los recursos vivos del mar (peces, cefalópodos, mariscos, mamíferos marinos), así como de su interacción con sus respectivos hábitats. Incorporar estas particularidades en el análisis económico es difícil; no sólo las incógnitas son aún muchas, tanto en lo concerniente a los aspectos biológicos y su dinámica como en relación a las respuestas del ecosistema marino y las interacciones con la acción antrópica, sino que también por las carencias de los instrumentos existentes Bifani (1997:548). No se debe olvidar la aportación a la ecología de los economistas, el ejemplo de Malthus ha sido repetido hasta la saciedad; pero no es este un caso aislado, aún más importante pudo ser la contribución al desarrollo del concepto de producción y de optimización a favor del hombre que explota el sistema, que la optimización en el interior del sistema, Margalef (1977:4).

3.1. Pesca, especies y países

En la región de América Latina y el Caribe como se ha señalado anteriormente, la pesca se lleva a cabo en un vasto espacio geográfico que comprende el océano Atlántico, el océano Pacífico y las aguas interiores de México, América Central, América del Sur y de los Estados insulares del

Caribe. Según la clasificación de la FAO¹²¹¹, la pesquería marítima regional se desarrolla en las siguientes áreas: Atlántico centro-occidental, Atlántico suroccidental, Pacífico centro-oriental y Pacífico suroriental.

La pesca en el Atlántico centro-occidental se realiza principalmente en Cuba, Honduras, Nicaragua, México, Trinidad y Tabago, Venezuela y otros países centroamericanos y del Caribe. Las especies objetivo de la pesca de esta área son los pargos, meros, roncadores, tiburones, rayas, sardinillas, clupéidos, caballas, túnidos, langostas, camarones y cefalópodos, y otras especies. En el Atlántico suroccidental, los países que realizan actividades pesqueras son Argentina, Brasil y Uruguay. Las pesquerías más importantes son las de merluza, sardinela, anchoita, camarones, gambas, corvinas, y otras especies.

Los países que realizan actividades pesqueras en el Pacífico centro-oriental, son: Ecuador, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras, El Salvador y México. Las pesquerías de mayor importancia en esta zona tienen por objetivo especies pelágicas como la sardina, la anchoa del Pacífico (anchoqueta), así como los camarones, atunes, tiburones, rayas, y otras especies.

En el Pacífico suroriental, la pesca se caracteriza por sus grandes volúmenes de extracción, principalmente de especies pelágicas. Las pesquerías de mayor importancia son realizadas por Ecuador, Chile y Perú, con capturas de anchoqueta, sardina, jurel, caballa y una gran variedad de especies demersales (Coayla *et al.* 2008:5).

La pesca artesanal y la pesca en pequeña escala son actividades muy importantes para las economías de los países en desarrollo debido a su contribución a la alimentación de la población y a la generación de empleos productivos directos e indirectos. Se estima que en América Latina entre 700 000 y 1 000 000 de personas trabajan en actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura, y que el 90% son pescadores artesanales.

Con el enfoque productivista, la CEPAL (2010:185) y la FAO (2009:11-12) han registrado los volúmenes de captura anual de la pesca por país en América Latina, lo cuales dan idea de la importancia social, económica y ecológica que el proceso pesquero tiene y la sólida tendencia mono-específica de las capturas. Las especies de importancia pesquera en ambos litorales latinoamericanos son ubicadas en 3 grupos zoológicos principales: peces, moluscos y crustáceos. La mayor parte de las poblaciones de las diez especies más pescadas en el mundo, representan en total un 30% de la producción de la pesca de captura marina mundial en

¹¹ En http://www.pescalia.com/Zonas_FAO/Index.htm

términos de cantidad, se hallan plenamente explotadas o sobreexplotadas y, por ello, no se puede esperar que se produzcan grandes aumentos en sus capturas. Este es el caso de la anchoveta (*Engraulis ringens*), con dos poblaciones principales en el Pacífico sudoriental y capturadas principalmente por la pesquería del Perú; el jurel chileno (*Trachurus murphyi*), plenamente explotado y sobreexplotado en el Pacífico sudoriental, y el rabil (*Thunnus albacares*), plenamente explotado en los océanos Atlántico y Pacífico. Algunas poblaciones de listado (*Katsuwonus pelamis*) se hallan plenamente explotadas, mientras que otras se siguen registrando como moderadamente explotadas, en especial en los océanos Pacífico e Índico, donde podrían ofrecer posibilidades, si bien limitadas, de incremento de la producción pesquera.

En todos los países costeros latinoamericanos, la actividad pesquera es importante, no sólo por sus volúmenes de captura producidos o el valor económico que representan en el mercado global o nacional, sino también por la actividad humana que representa, principalmente en la pesca artesanal y en la industria de la transformación, más que en la pesca de altura o industrial.

Los países latinoamericanos tienen un común denominador en la relación al proceso pesquero en general, dos principales tipologías en sus pesquerías, la artesanal y la industrial, con procesos intermedios entre ambas, caracterizadas por la instrumentalidad tecnológica con la que operan la captura y se desplazan en el ecosistema acuático. En el caso de la pesquería artesanal, en todas las naciones representa una fuerte peso social, en el entendido de la magnitud que representa (708 mil pescadores y acuicultores sólo en América del Sur, FAO 2009:25), de ahí que el valor social debería ser mayor al valor económico que se impone desde el enfoque económico de la actividad pesquera. Este sector de la pesca generalmente está representado por asociaciones de pescadores organizados como: cooperativas, uniones, cofradías u otro tipo de sociedades (e incluso libres), pero son una forma común en el esquema organizacional, tanto para operar la captura como en algunos casos para comercializarla.

La parte instrumental de la pesca, es decir los artes y métodos que utilizan, al igual que las unidades de pesca, son también un común denominador en la América Latina, Villaseñor *et al.* (1996:699-836) hacen una excelente descripción de estas tecnologías y analizan sus aplicaciones. Al respecto la FAO (2009:30) ubica a los países de América Latina como la región con mayor número de embarcaciones menores a los 12 metros de eslora total, después de África, Asia y el Cercano Oriente. Lo que indica la

importancia de la pesca ribereña o artesanal. Una breve caracterización de la pesca por países, puede ser consultada de la información de FAO¹¹.

4. El encuentro de las partes: el episteme

Ante el debacle de la mayoría de las pesquerías masivas del mundo, usadas bajo la lógica de la producción y el mercado global, se ha re-pensado el que hacer metodológico en la investigación pesquera para la evaluación y el manejo sustentable.

La investigación para la evaluación de la pesca, se centró en el individuo, para pasar a la población, estimando los parámetros básicos que definen la estructura y condición poblacional de las especies. Este pasaje epistémico se caracterizó por el abordaje metodológico unidisciplinario es decir la población es la unidad de estudio, a su vez “la unidad de población” que se llega a considerar como “stock”, concepto con el cual se intensifica el debate que aún continua. Es pues el “stock” el eje articulador que continúa centrando la investigación pesquera independientemente del significado que el investigador o el administrador pesquero le dé, Morán-Angulo *et al.* (2010:108). El avance cualitativo en la epistemología de la investigación pesquera llevó a la modelación matemática¹³¹² de las poblaciones,

¹² En Morán-Angulo *et al.* (2010:104). Estos modelos matemáticos denominados: modelos globales u holísticos, o de producción excedentaria, consideran al stock de peces como una estructura homogénea, es decir no importan los parámetros poblacionales básicos: composición por talla o pesos de la captura, edad, crecimiento individual y mortalidad. Estos modelos se alimentan de variables como la captura y el esfuerzo de pesca que son relativamente fáciles de generar, la captura por unidad de esfuerzo es resultado de estas dos variables y eje articulador de los modelos globales. La contribución más reciente dentro de este enfoque metodológico fue el modelo de Fox (1970) que posteriormente ha sido revisado y contrastado con el de Schaefer (1954), usándose ambos en el análisis de algunas pesquerías.

En este proceso se observa un alejamiento de la propuesta inicial del enfoque de la teoría de sistemas que plantea Von Bertalanffy y señalada por Kesteven (1973) en la construcción del concepto de ciencia pesquera y en el capítulo dedicado a la perspectiva histórica de ésta. Los modelos son básicamente alimentados por parámetros pesqueros. Con el fin de articular las variables pesqueras con las económicas y tener un panorama más adecuado para el manejo de las pesquerías, surge en 1954 la propuesta de Scott Gordon que establece las bases para el análisis bioeconómico de las pesquerías. El otro camino es recorrido por Russel (1931), Thomson y Bell (1934), Ricker (1954) y Beverton y Holt (1957) que usan la edad y el crecimiento para modelar la dinámica poblacional, estimando el rendimiento por recluta, la edad de primera captura y la mortalidad por pesca, contribuciones importantes pero centradas en la especie como elemento unitario en el análisis científico de las pesquerías. La construcción de estos modelos llamados analíticos o predictivos presentan una mayor complejidad metodológica con un profundo trabajo en la estimación de los parámetros poblacionales, fundamentalmente; la determinación de la edad, la estructura de tallas, el crecimiento y la mortalidad. Además de la necesidad de tener series históricas de captura y esfuerzo pesquero, el objetivo es la predicción de los rendimientos. En este tipo de modelos la complejidad estriba en el número de variables para alimentarlos. El modelo más trascendente es el de Rendimiento por Recluta propuesto por Beverton y Holt en 1957. Posteriormente, bajo el mismo enfoque, Gulland (1966) y Pope (1972) profundizan en el estudio de las poblaciones a través de la simulación matemática, pero ahora haciendo análisis de cohortes que llamaron Análisis de la Población Virtual (APV) basados también en parámetros biológico pesqueros como la mortalidad por pesca y por edad de los organismos, el reclutamiento anual, el stock reproductivo, etc. La complejidad en la obtención de las variables que alimentan el modelo incrementó la incertidumbre. Esta etapa se caracterizó por el estructuralismo científico y el positivismo empírico de su propuesta,

considerando como base la información de captura y esfuerzo de pesca, por un lado, y de los parámetros básicos de la población: estructura de tallas, edades, crecimiento individual, mortalidad, reclutamiento, por el otro. Además, se desarrolló el concepto de Rendimiento Máximo Sostenible que significó el mantener la captura en el máximo valor económico, manteniendo estable la población explotada. Proceso que se caracterizó por el positivismo empírico.

Leff (1986:74) en relación con lo anterior, señala de manera clara: legitimar y orientar la producción de conocimientos, por medio del criterio de eficacia y eficiencia en la integración de un sistema científico-tecnológico a un sistema social dado, como un instrumento de optimización, de control, y de adaptación funcional de la ciencia; propósito al cual se supedita el potencial crítico. Que es lo que rige en lo general a la investigación pesquera en el mundo.

En la gestión oficialista sobre el manejo de los recursos pesqueros en América Latina se observa una justificación teórica e incluso legislativa (Leyes y Normas) de las diferentes estructuras del Estado encargadas de administrar los recursos pesqueros bajo una visión integral: en Chile (Servicio Nacional de Pesca), Perú (Sociedad Nacional de Pesquerías), Argentina (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca), Uruguay (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos), México (Secretaría de Agricultura, Ganadería Recursos naturales, Pesca y Alimentación; Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca), los discursos son contradictorios con la realidad pesquera de los últimos años.

El modelo actual, desde la perspectiva de la gestión de los recursos, es la privatización de éstos, ya lo señalaba Ostrom (2000:26) algunos artículos eruditos sobre la “tragedia de los comunes” recomiendan que el Estado controle la mayoría de los recursos naturales para evitar su destrucción; otros sugieren que su privatización resolvería el problema. Sin embargo lo que se observa en el mundo es que ni el estado ni el mercado han logrado con éxito que los individuos mantengan un uso productivo, de largo plazo, de los sistemas de recursos naturales”. Al respecto la OCDE (2006:18 y 24) señala: la sobreexplotación de los recursos naturales se ha reducido, aunque en general, el efecto neto de las políticas en vigor es aún exacerbar el agotamiento de estos recursos y la contaminación del ambiente. Aquí la OCDE hace un pleno reconocimiento que el modelo actual, que impacta el entorno natural y social. En relación con los recursos de la tierra, más adelante señala: por tanto la privatización de la tierra es una necesidad

aunque la integralidad y complejidad se acercaban más a la realidad de las poblaciones pesqueras. El espectro se ampliaba y el camino a la integralidad se construía.

urgente. Los reglamentos actuales que rigen la tenencia privada de la misma deben moderarse, la tierra comunal en ejidos que han escapado de la certificación debe ser retribuida y todas las tierras ejidales deben convertirse en un activo que pueda comerciarse y rentarse. La prevalencia de la propiedad comunal de la tierra genera el “problema de los comunes”: el uso excesivo y la distribución incierta de los beneficios, esto debería terminarse con la definición clara de los derechos de propiedad. En relación con los recursos pesqueros la OCDE (2006:33 y 34) reconoce, para el caso de México, que la eliminación de los reglamentos de 1992 de especies reservadas a las cooperativas en la pesca comercial abrió la posibilidad de la participación de la inversión privada en la extracción y cultivo de las especies con precios comerciales más altos, como el camarón, entre otras. Sin embargo no resolvió los conflictos continuos entre los pescadores en pequeña y gran escala en las flotas camaroneras. Sin embargo en sus recomendaciones y ante la incapacidad de declarar como medida urgente la privatización de las pesquerías, plantean: una condición necesaria para el uso de instrumentos basados en el mercado es un sistema sólido de derechos de acceso definidos con claridad, que sean exclusivos, transferibles y legalmente ejecutables. Es decir, que puedan estar en el libre juego del mercado; como las cuotas individuales transferibles, cuotas individuales transferibles de esfuerzo, entre otras que lo permitan. Tal como se han aplicado en Chile, Perú, Argentina, Uruguay, en México no han podido implementarse con satisfacción.

La investigación pesquera es el sustento de las medidas de manejo que los países implementan para establecer qué tipo de relación se establece con los recursos, debe ser también, el vínculo de comunicación entre los usuarios en primer término y entre estos, y el Estado responsable de la administración de la pesca, los canales de comunicación deben ser claros y deben dinamizar la información, es decir deben estar vivos, en dinámica constante, no de manera inmediatista ni coyuntural. En México la Carta Nacional Pesquera refleja este esfuerzo de intra-comunicación entre la ciencia, los usuarios y el Estado, habría que conocer su nivel de impacto.

En la actualidad la investigación tiende a construir, desde la visión holística y la propuesta de sustentabilidad en el uso de la riqueza natural y humana, una opción que comienza a permear los sectores sociales en el mundo, incluyendo la América Latina. La problemática pesquera, donde confluyen procesos naturales y sociales debe ser comprendida bajo la integración de las diferentes disciplinas a través del eje metodológico de la interdisciplinaria. Dentro de este contexto para abordar problemas complejos, está el enfoque ecosistémico, la experiencia empírica de aplicar

este enfoque en el estudio y evaluación de los recursos es muy reciente: la FAO (2003:5) considera de fundamental importancia difundir información sobre el deterioro de muchas pesquerías del mundo y los avances científicos recientes, que permitan destacar tanto los conocimientos como las incertidumbres sobre el valor funcional de los ecosistemas (es decir los bienes y servicios que pueden obtenerse de ellos). Olson y Watters (2003:189) reconocen que el enfoque ecosistémico desarrollado a través del análisis trófico del balance de masas de los ecosistemas que sostienen la producción pesquera, constituyen una herramienta importante para explorar las consecuencias ecológicas de la pesca y mejorar los conocimientos del funcionamiento de los ecosistemas. Además, reconocen la imposibilidad de que el modelo represente toda la complejidad de un ecosistema oceánico pelágico, pero creemos que el modelo mejora los conocimiento del ecosistema en el Pacífico Oriental Tropical.

Andrade (2007:1-74) edita en un solo tomo 12 trabajos de investigación donde se aplicó el enfoque ecosistémico en diferentes países de América Latina. Los autores consideran entre otras cosas, que la aplicación de este enfoque fue para vincular biodiversidad y desarrollo, adecuándose a las condiciones particulares de cada país. Además, se encontraron dificultades para establecer objetivos a largo plazo por la visión inmediatista predominante en los gobiernos y en la sociedad. Baliero *et al.* (2006:14) al referirse al Uruguay señalan: en el marco de las diversas prácticas de manejo costero evaluadas se identificó que el enfoque de ecosistemas es aún incipiente o nulo. Por el contrario, los enfoques suelen considerar una sola especie, sector, actividad o problema, o el medio físico, biológico y antrópico por separados, sin alcanzar el abordaje completo del ecosistema (incluyendo a los humanos), y sin considerar el impacto acumulativo de los diferentes sectores. Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007:170-188) modelan el ecosistema bentónico marino de la costa sur de Sinaloa, México, zona caracterizada por la alta producción camaronesa, el análisis ecosistémico está centrado en las relaciones tróficas de los organismos. La WWF (2006:1-81) presenta la experiencias de un estudio integral del arrecife mesoamericano en el Caribe mexicano donde la base del enfoque ecosistémico es el análisis ecológico de la comunidad íctica y proponen una guía para la generación de información, basada principalmente en los aspectos biológico pesqueros.

Ejemplos prácticos de aplicaciones integrales en el estudio y posteriormente en el manejo de los recursos pesqueros están ya generalizándose, no sólo en el discurso gubernamental sino en la participación en los sectores directamente involucrados en el proceso

pesquero. La investigación como dijo Breton en 1991, tiende de manera irreversible al fortalecimiento de la interdisciplinariedad en el desarrollo pesquero.

5. Conclusiones

La problemática pesquera no sólo responde a intereses económicos y sociales. Su origen está en el proceso social sustentado por el desarrollo del modo de producción propio del modelo económico vigente y de la racionalidad económica, tecnológica y científica que impone la globalización en toda América Latina. Es decir, la problemática pesquera emerge como un problema complejo por su interconexión entre las múltiples dimensiones que la hacen posible y cuyas interrelaciones: ecológicas, biológicas, tecnológicas, sociales, económicas, deben ser consideradas como la trama de un sistema de interconexiones.

La diversidad cultural y el contexto ecológica de las naciones latinoamericanas, han generado efectos desiguales en las diferentes dimensiones de la pesca, pero el análisis con el que se ha venido abordando la evaluación y al manejo de su producción se han basado en la estrategia conceptual reduccionista.

En Latinoamérica, la alta productividad natural de los ecosistemas costeros y marinos en donde se sustenta la pesca, parecen haber llegado a su uso pleno, y en muchos de los casos las tendencias negativas advertidas por los indicadores pesqueros, nos remiten a la búsqueda de nuevos elementos administrativos y nuevas maneras de relacionarnos con los recursos y sus ecosistemas, base de la riqueza natural y social.

La incorporación de las variables que hacen de la pesca un proceso multidimensional, son saberes que complejizan y exigen una modelación más integral y menos determinista, que conduzca a enfoques globales. De esta manera el uso de los recursos pesqueros estará valorado por la conjunción de las variables económicas, sociales, ecológicas, e incluso morales y políticas. Llevar a cabo esto, significaría darle los enfoques integrales al manejo de los recursos de la pesca, como la mejor opción para mantener las poblaciones y los ecosistemas en condiciones de sustentabilidad. En la actualidad la resistencia a las formas de manejo pesquero disfrazadas de sustentables, para imponer procedimientos privatizadores de los recursos y ecosistemas se ha convertido en algunos países en una manifestación social.

El enfoque ecosistémico, como estrategia investigativa de los modelos integrales para la evaluación de la pesca con una base metodológica interdisciplinaria, podría generar los elementos científicos necesarios para mantener el uso y manejo pesquero en el marco de la producción natural del ecosistema, considerando la variabilidad que esto implica, y no en el productivismo. En este proceso de integración, la dimensión histórica de la pesca es una necesidad urgente. Además, la comunicación de resultados investigativos tiene que encontrar a los destinatarios adecuados, más allá de las bibliotecas y los grupos académicos afines, tiene que lograrse la interconexión entre los sectores que hacen posible el proceso pesquero, sólo así el conocimiento tendrá razón de ser.

6. Bibliografía

- Alcalá, Graciela. 2003. *Políticas pesqueras en México (1946-2000). Contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional*. 1ª ed. México. El Colegio de México, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada y El Colegio de Michoacán. México.
- Andrade Pérez, Ángela (Ed.). 2007. *Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica*. 1ª ed. CEM – UICN. Bogotá, Colombia.
- Baliero W, Biasco E, Conde D, Cortazzo R, Fossati M, Gorfinkiel D, Lorenzo E, Menafrá R, Píriz C & I Roche .2006. “Estudio de Base sobre el Estado del Manejo Costero Integrado en Uruguay: práctica, capacitación e investigación”. En *Sustentabilidad de la Zona Costera Uruguaya*, Universidad de la República, Montevideo / Dalhousie University, Halifax. 28 pp.
- Bifani, Paolo. 1997. *Medio ambiente y desarrollo*. 3ª ed. México Universidad de Guadalajara.
- Borsdorf, Axel., Carlos Dávila, Hannes Hoffert, Carmen Isabel Tinoco Rangel. 2005. *Espacios naturales de Latinoamérica: desde la tierra del fuego hasta el Caribe* [citado 20-10 2010]. disponible en <http://www.lateinamerika-studien.at>
- Botello Ruvalcaba, Martín y Raúl Villaseñor Talavera. 2008. Pesquería mexicana de túnidos en el océano Pacífico con buques cerqueros. En *Pesquerías Latinoamericanas*, editado por Tadanobu Manchii y Jorge Flores, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 123-154.
- Breton, Yvan. 1992. Desarrollo pesquero y paradigmas interdisciplinarios: el impacto de la globalización. En *El mar y sus recursos en la cuenca del Pacífico. Aportes de la universidad de Colima IV*. Editado por Fernando Alonso Rivas Mira. Red Nacional de Investigadores Sobre la Cuenca del Pacífico. Universidad de Colima, México. Pag: 1-5.
- Cárdenas, Gladys. 2008. Pesquería peruana de la sardina (*Sardinops sagax*). En *Pesquerías Latinoamericanas*, editado por Tadanobu Manchii y Jorge Flores, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 91-122.
- CEPAL. 2010. *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2009*. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- CIAT. 2008. *Informe anual de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, 2006*. La Jolla California.
- Coayla Berroa Ricardo y Paolo Rivera Miranda. 2008. *Estudio sobre la seguridad en el mar para la pesca artesanal y en pequeña escala 2. América Latina y el Caribe*. Consultores Servicio de Tecnología Pesquera Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, Roma. Organización de las Naciones Unida para la Agricultura y la Alimentación Rome, 2008, 71 p.

- Cubillos, Luis y Jorge Flores Olivares. 2008. Pesquería chilena del Jurel. En *Pesquerías Latinoamericanas*, editado por Tadanobu Manchii y Jorge Flores, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 5-30.
- Di Salvo Anunciata, Nick Romero y José Briceño. 2009. “Estudio de los ecosistemas desde la perspectiva de la complejidad”. En *Multiciencias* Vol. 9, Núm. 3:242-248 septiembre-Diciembre, Universidad de Zulia, Venezuela.
- DOF. 2006. *Carta Nacional Pesquera*. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. 25 de agosto de 2006. México.
- FAO. 2003. *La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca*. FAO. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. No. 4, supl. 2 Roma, Italia.
- FAO. 2009. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2008*. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Fernández Méndez, José I. 2007. Indicadores del desempeño de la pesca en México y propuestas alternativas de políticas de administración. En *Estudios e investigaciones, la situación del sector pesquero en México*. Editado por Jazmín B. Santinelli 1ª ed. México. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados LX Legislatura. Pag. 96-283.
- Flores Olivares, Jorge. y Héctor. Chapa Saldaña. 2008. Pesquería mexicana del camarón. En *Pesquerías Latinoamericanas*, editado por Tadanobu Manchii y Jorge Flores, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 155-186.
- Galeano, Eduardo. 2004. *La venas abiertas de América Latina. La historia es un profeta con la mirada vuelta hacia atrás*. Ed. Casa. Fondo Editorial Casa de las Américas. Colección literatura latinoamericana 141. Segunda reimpresión. La Habana, Cuba.
- Gaspar-Dillanes, María T., M. Patricia Toledo Díaz Rubio, María Eugenia Arenas Alvarado y Alejandro Liedo Galindo. 2007. La pesca en embalses del noroeste de México: un enfoque social. En *Pesca, medio ambiente y sustentabilidad en Sinaloa*. Editado por María Luz Cruz Torres y Ramón Enrique Morán Angulo. Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Pag:157-178.
- Jeremy, B. C. Jackson, Michael X. Kirby, Wolfgang H. Berger, Karen A. Bjorndal, Louis W. Bostford, Bruce J. Bourque, Roger H. Braudbury, Richard Cooke, Jon Erlandson, James A. Estes, Terece P. Hughes, Susan Kidwell, Carina B. Lange, Hunter S. Lenihan, John M. Pandolfi, Charles H. Peterson, Robert S. Steneck, mia J. Tenger, Robert R. Warner. 2001. Historical overfishing and recent collapse of coastal ecosystems. En *SCIENCE* Vol. 293: 629-637.
- Leff, Enrique. 1986. *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Ed. Siglo XXI, México.
- López Martínez, Juna. 2008. La variabilidad ambiental y las poblaciones marinas. En *Variabilidad ambiental y pesquerías de México*, editado por Juana López Martínez. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 3-68.
- Margalef, Ramón. 1977. *Ecología*. 2ª ed. Barcelona, España: Omega Ediciones.
- Morales Bojórquez, Enrique. y Jorge. Flores Olivares. 2008. Pesquería mexicana del calamar (*Dosidicus gigas*). En *Pesquerías Latinoamericanas*, editado por Tadanobu Manchii y Jorge Flores, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 187-210.
- Morán-Angulo, Ramón Enrique. 2008. “La pesca: un leve análisis desde la acción instrumental”. En *ARENAS* Revista sinaloense de ciencias sociales. (Núm. 15):120-121.
- Morán-Angulo, Ramón Enrique; Jorge Téllez-López; Juan Luis Cifuentes-Lemus. 2010. “La investigación pesquera: una reflexión epistemológica” en *Revista Theomai*, estudios sobre sociedad y desarrollo. Núm. 21: 97-112. Primer trimestre 2010. Argentina.
- Morin, Edgar. 1996. El pensamiento ecologizado. *Gazeta de Antropología* N° 12, 1996 Texto 12-01 http://www.ugr.es/~pwlac/G12_01edgar_Morin.html

- OCED. 2006. *Política agropecuaria y pesquera en México: logros recientes, continuidad de las reformas*. 1ª ed. Santiago de Chile.
- Odum, Eugene. P. 2005. *Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales*. 26ª ed. CECSA. México.
- Odum, Eugene. P. 1972. *Ecología*: 3ª ed. Nueva editorial interamericana. México.
- Olson, Robert J. y George M. Watters. 2003. "Un modelo del ecosistema pelágico en el océano Pacífico oriental tropical". En Boletín Vol.33, No. 3. 135-218. Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Joya California, Estados Unidos de Norte América.
- Orrego, Henry. 2008. Pesquería peruana de la anchoveta (*Engraulis ringens*). En *Pesquerías Latinoamericanas*, editado por Tadanobu Manchii y Jorge Flores, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 59-90.
- Ortega-García, Sofía y Rubén. Rodríguez-Sánchez. 2008. El efecto de los ENSOs 1997-1998 en la distribución del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre, 1788). En *Variabilidad ambiental y pesquerías de México*, editado por Juana López Martínez. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Pag: 91-114.
- Ostrom, Elinor. 2000. *El gobierno de los bienes comunes, la evolución de las instituciones de acción colectiva*. 1ª ed. México: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Fondo de Cultura Económica.
- Pauly, Daniel. 2009. Beyond duplicity and ignorance in global fisheries. En *Scientia Marina* 73(2):215-224. Barcelona, España.
- Ricklefs, Robert. E. 2001. *Invitación a la ecología, la economía de la naturaleza*. 4ª ed. Medica Panamericana. México.
- Salcido-Guevara, Luis A. y Francisco Arreguín-Sánchez. 2007. "A benthic ecosystem model of the Sinaloa continental shelf, México", p. 170-188. In: le Quesne, W. J. F., Arreguín-Sánchez, F. And Heymans, S. J. J. (eds.) INCOFISH ecosystem models:transiting from Ecopath to Ecospace. Fisheries Centre Research Report 15(6). Fiseheries Centre, University of British Columbia.
- Symes, David. 2001. La pesca en aguas tormentosas. Revista Comunidad Pesquera Número 6 / Diciembre 2001 [El presente artículo, introductorio de una recopilación de trabajos que componen el libro *La Administración de las Pesquerías en Crisis*.
- Toledo, Víctor, Pablo Alarcón-Chaires y Lourdes Barón. 2002. *La modernización rural en México: un análisis socio ecológico*. 1ª ed. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Villamar Calderón, Alejandro, David Aburto Perdomo, José Ignacio Fernández Méndez, Álvaro Vázquez y Patricia Rojas Carrillo.2008. *Políticas para el fomento de la producción pesquera y acuícola*. En *desarrollo agropecuario, forestal y pesquero*. Agenda para el desarrollo. Editado por José Luis Calva. Editorial Miguel Ángel Porrúa, UNAM, Cámara de Diputados LX Legislatura. 1ª ed. Vol. 9. Pag. 351-381.
- Villaseñor Talavera., Raúl; Balmori R., A; Ramos C.,S. y Aguilar R., D., 1996. Tecnología de capturas. En: *Pesquerías Relevantes de México, Tomo V Ambientes y Tecnologías*. 699-836 p. Publicación especial del XXX Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. Edición Especial. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca y CENEDIN, Univ. de Colima, México
- WWF. 2006. *Mejores prácticas de pesca en arrecifes coralinos. Guía para la colecta de información que apoye el manejo de pesquería basado en el ecosistema*. WWF México/Centroamérica.

APARTADO I

Resúmenes de Capítulos

Capítulo I Pensar con, contra y más allá de Edgar Morin

Leonardo G. Rodríguez Zoya

Este trabajo elabora una crítica constructiva a la obra de Edgar Morin como vía estratégica para regenerar el pensamiento complejo y superar una de sus debilidades más significativas: la carencia de una metodología empírica que permita desarrollar las potencialidades de sus preceptos teóricos. La tesis defendida sostiene que el concepto de paradigma, es decir, los principios de organización de los sistemas de pensamiento, constituye uno de los ejes principales de su obra, sin embargo, el autor de *El Método* no ofrece una estrategia para su indagación empírica. Para este fin se problematiza el concepto de paradigma y se precisan sus límites metodológicos, lo que permite avanzar algunos lineamientos estratégicos para el desarrollo de un programa de investigación interdisciplinario sobre los paradigmas y permite proponer algunos principios de método para su investigación empírica.

Palabras clave: paradigma, sistema de pensamiento, pensamiento complejo, sistemas complejos.

Capítulo II Configurazoom. Los enfoques de la complejidad

Denise Najmanovich

En lugar de concebir al hombre enfrentado a la naturaleza, los enfoques de la complejidad parten del reconocimiento de nuestra pertenencia al universo. No describimos un mundo independiente, configuramos una experiencia del mundo en la que somos partícipes. Para comprender el conocimiento como

encuentro propongo un dispositivo que he denominado “Configurazoom”. A diferencia del objetivismo que nace de la escisión sujeto-objeto, la noción de configuración genera un estilo de indagación que admite múltiples enfoques permitiendo componer paisajes cognitivos multidimensionales, y construir cartografías dinámicas, de tal manera que sea posible honrar la complejidad de la complejidad.

Palabras clave: complejidad, configuración, configurazoom, cartografías dinámicas, conocimiento encarnado.

Capítulo III Los enfoques de la complejidad y de la sistémica: coincidencias y diferencias. Implicancias para América Latina

Enrique G. Herrscher

Interesado en la óptica de la complejidad y con larga trayectoria en la sistémica, aspiro a estudiar si esos dos enfoques son lo mismo o, caso contrario, en qué se diferencian, y si tales diferencias, si las hay, impiden que se trabaje en forma conjunta o si en cambio aportan la riqueza de la variedad.

Distingo dos aspectos diferentes aunque interrelacionados: por un lado una comunidad científica y, por el otro, una línea de pensamiento. Entiendo por “comunidad científica” un grupo de personas, así como las instituciones a las que pertenecen, que comparten – con sus variantes – una determinada corriente dentro de una disciplina o campo de conocimiento. Y por “línea de pensamiento” el fundamento teórico, el cuerpo conceptual, el conjunto de aplicaciones de dicha corriente.

Se intentará demostrar la hipótesis de que, en tanto que las líneas de pensamiento que identificamos como “de la complejidad” y “de la sistémica” son prácticamente idénticas, las respectivas comunidades han seguido caminos distintos, en cuyo transcurrir se desarrollaron varias diferencias.

Palabras clave: complejidad, sistémica, América Latina, comunidad científica, línea de pensamiento

Capítulo IV Los estudios de la complejidad en la nueva revolución del saber

Fidel Martínez Álvarez

En el trabajo se exponen varios fundamentos teóricos de los Estudios de la Complejidad en el contexto de la Revolución Contemporánea del Saber, a partir de las ideas de la *Teoría del Caos* de *Edward Lorenz*, en su vínculo con la *Teoría General de Sistemas* de *Ludwig Von Bertalanffy*, los estudios de *Ilya Prigogine* sobre las *estructuras disipativas*, la *Topología* de *Stephen Smale*, la *Teoría de las Catástrofes* de *René Thom* y la *Geometría Fractal* de *Benoit Mandelbrot*, entre otras. Además, se sistematizan decenas de ideas y conceptos, que tributan a la nueva epistemología transdisciplinaria, indispensable para la búsqueda de endógenas soluciones a los actuales problemas de Latinoamérica.

Palabras clave: caos, sistema, emergencia, fractal, borrosidad, complejidad.

Capítulo V El vivir bien: una contribución autóctona desde el hondón sudamericano al pensamiento complejo del Sur

Pedro Luis Sotolongo

El Pensamiento de “la Complejidad” constituye uno de los avances del Saber contemporáneo que nos reivindica la necesidad de un Saber pertinente, contextualizado e histórico; un Saber que debe tomar en cuenta toda la diversidad de lo que ha sido ignorado bajo el pretexto de “universalismos” descontextualizados y ahistóricos. Que nos orienta hacia articular lo que ha sido desarticulado, desmembrado de aquéllas sus totalidades culturales no universales sino específicas; mientras las Ciencias de “la Complejidad” tienen como su orientación general el aprehender, para propiciarlas más adecuadamente, las modalidades genéricas del cambio y la transformación auto-organizante y emergente (de-abajo-hacia-arriba) de unas u otras totalidades sistémicas complejas del mundo natural, social y/o el de la propia subjetividad humana, para preveer su gama de alternativas factible y poder así propiciar las más deseables.

El proceso de cambio social boliviano está desarrollando la concepción de “El Vivir Bien”, que constituye una nueva

concepción *de cambio y transformación* de la vida cotidiana, *para propiciar una alternativa* de vida orientada a la convivencia comunitaria, a partir de los testimonios, saberes, vivencias y experiencias prácticas de comunidades autóctonas, obreras, campesinas y de los movimientos sociales, así como de las comunidades indígenas originarias, y que integra sus nociones de convivencia, de nobleza de vida, de libertad, de armonía, de lucha contra el mal, desde la multiculturalidad y la multinacionalidad. Constituyendo, desde esa diversidad, el fundamento de una nueva propuesta de desarrollo sin asimetrías injustas de poder y en armonía con la naturaleza, hacia un patrón de prácticas colectivas post-neoliberales, que no reproduzcan – consciente o inconscientemente- modelos impuestos (casi siempre desde el Norte) o asumidos como ‘lo-común-de-una-época’ cuándo en realidad es ‘lo-común-impuesto-a-una-época’ desde los centros de poder hegemónico y desconociendo e invisibilizando la gran diversidad cultural, política, social, económica y de vida cotidiana de las comunidades en los diversos ámbitos del planeta.

Esta concepción de “El Vivir Bien”, por otra parte, está siendo concebida con la asimilación de los avances de la reflexión teórica contemporánea de avanzada, lo que propicia la convergencia natural entre “El Vivir Bien” y el Pensamiento –y la reflexión científica- de “la Complejidad”, aunándose ambas en la plasmación de un Pensamiento Complejo del Sur, como alternativa vivificante hacia la integración y el cambio social en nuestra región, y como aporte nuestro a la reflexión pensante en otras regiones del mundo; al mismo tiempo que nos enriquecemos con las experiencias y concepciones de otros procesos sociales de cambio y transformación convergentes con “El Vivir Bien” que se desarrollan en otras latitudes.

Palabras clave: pensamiento complejo, ciencias de la complejidad, vivir bien, pensamiento del Sur.

Capítulo VI De la sequía al cambio climático. La teoría de sistemas complejos y la representación de los problemas climáticos

Martín Andrés Díaz

La Teoría de los Sistemas Complejos tuvo en Latinoamérica un gran impulso con los trabajos de Rolando García en el estudio de

las sequías en los '70. El objetivo del trabajo es analizar el “cambio climático” desde el punto de vista de los sistemas complejos. Se analizan los elementos y características de un sistema complejo y su adecuación a la distribución y abundancia de los organismos en función del clima y las razones que determinan la necesidad de un enfoque epistemológico diferente para estudiar el cambio climático, dado que los sistemas climáticos y ecológicos, poseen las características de sistemas complejos.

Palabras clave: cambio climático, climatología, ecología, problemas ambientales, procesos.

Capítulo VII Agroecosistemas, autopoiesis y complejidad

Lisette Bustillo García y Juan Pablo Martínez Dávila

El objetivo es explorar un enfoque teórico-conceptual, para estudiar el agroecosistema, como sistema complejo, teniendo a la autopoiesis social como su ensamble necesario. Este trabajo se apoya en la propuesta luhmaniana, al considerar un sistema mayor al agroecosistema, donde la estructura sigue a las estrategias funcionales de las culturas locales. El sistema autopoietico, contiene en su funcionamiento la reproducción social de su manejo agropecuario, construido, reconstruido y reproducido por sus procesos culturales e históricos, los cuales son necesarios comprender y explicar, para poder propiciar su propio desarrollo, basado en la atención a sus demandas, al aprovechamiento racional de sus potencialidades y a la resolución a sus problemas tecnológicos aun no concienciados.

Palabras clave: clausura operativa, tejido fenomenológico, reproducción social, agroecosistema, autopoiesis.

Capítulo VIII La evaluación de la complejidad del espacio geográfico desde el enfoque sistémico. Un modelo de evaluación sistémica para cuencas hidrográficas

Elvira Aidee Suarez Montenegro

La utilización de la Teoría General de Sistemas en la comprensión de un sistema abierto complejo como lo es una cuenca hidrográfica permitió la simplificación de las múltiples variables naturales y antropogénicas, el análisis de las interrelaciones entre las mismas y el establecimiento de unidades síntesis ambientales.

Estas últimas sirven como puntos focales en el espacio donde se decidió entre la mitigación de impactos o la restauración ambiental, como así también hacia que estado de vulnerabilidad se dirige ese espacio geográfico. Los resultados de la aplicación del modelo resultaron prácticos y factibles de ser replicados en otras cuencas regionales áridas.

Palabras clave: aridez, sistema abierto complejo, cuencas hidrográficas, síntesis ambiental, geografía física

Capítulo IX Las ciencias de la vida: una perspectiva transdisciplinar

Rafael Pérez-Taylor y Aldrete

Se intenta desde la antropología dar una perspectiva transdisciplinar de las ciencias de la vida, a partir de la larga duración de eventos acaecidos a lo largo de la vida en el planeta, lugar en el que se ubica el tema del trabajo. En este sentido, el recorrido nos permite ir de las llamadas ciencias naturales a la ciencia del hombre, como parte de un proceso en movimiento que construye y desconstruye el largo camino de la vida de las diferentes especies que han vivido y viven en el planeta.

Palabras clave: complejidad, transdisciplina, antropología, ciencias de la vida, ciencias naturales

Capítulo X Aspectos psicosociales del cambio climático Una mirada desde la Complejidad

Schelica Mozobancyk y Martín de Lellis

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que las sociedades tendremos que afrontar en este siglo. La toma de acciones requiere que todos los actores sociales involucrados perciban la gravedad de la amenaza y la urgencia de actuar. No obstante, el cambio climático es un constructo proveniente del campo científico que no coincide con las representaciones sociales imperantes del mismo. El objetivo del presente trabajo es comparar la representación científica y la representación popular del cambio climático. Los resultados tienen implicancias para la formulación de políticas públicas, las acciones de comunicación social, la educación y la sensibilización comunitaria.

Palabras clave: cambio climático; representaciones sociales; construcción teórica; complejidad; psicología ambiental.

Capítulo XI Identificación de procesos de deterioro ambiental. Valle de Tulum, Provincia de San Juan

Graciela Nozica y Griselda Henriquez

Se presenta el marco conceptual elaborado para el proyecto “Ambiente y Procesos de Deterioro. Identificación de áreas de intervención para la gestión ambiental en el valle de Tulum”, San Juan, Argentina, con el objetivo identificar y caracterizar la problemática del deterioro ambiental que se manifestaba en la salinización de los suelos productivos del oasis.

Se abordó la problemática ambiental como un sistema complejo, a partir del planteo metodológico y epistemológico propuesto por Rolando García, definida como una totalidad en el cual los problemas relativos al ambiente comprometen al conjunto del sistema y no a una parte del mismo.

Palabras clave: gestión, deterioro ambiental, diagnóstico sistémico, Valle Tulum

Capítulo XII Transformaciones del discurso agronómico para el desarrollo de sistemas de cultivo para piña en terrenos restringidos por pendiente y sequedad

José Otocar Reina Barth, Oscar Alonso Herrera Gutierrez, Heymar Quintero Vargas

Se relata las transformaciones en el discurso agronómico que acompañan las investigaciones del Grupo Desarrollo Rural Sostenible de la Universidad Nacional de Colombia, adelantadas desde 2003, en la cuenca piñera del Cañón sub-xerofítico del río Dagua, a manera de ejemplo del auto-examen que debe afrontar la disciplina para contribuir al resurgimiento de las culturas agrícolas locales, a las demandas urbanas de alimentos sanos y nutritivos, a los problemas globales del desarrollo sostenible y del calentamiento climático. Se propone que la transformación transdisciplinaria de la agronomía se apoye en algunos de los lenguajes de complejidad. Se aportan resultados y conclusiones preliminares

Palabras clave: agronomía; sistemas de cultivo; sistemas de producción; lenguajes de complejidad; biocibernética

Capítulo XIII La pesca en América Latina: un acercamiento desde la complejidad

Ramón Morán

Se analiza, desde el enfoque de la complejidad, la situación de la pesca en América Latina, considerando que emerge de un proceso multidimensional, que no se visualiza de manera integral. Se contextualiza la diversidad ecológica, se ubica el proceso pesquero dentro del ecosistema como unidad funcional, la importancia social en función de los indicadores de producción y sus formas de interactuar, basándose en la instrumentalidad para la apropiación del espacio y los recursos. Se presenta el proceso epistémico que registra hitos en los enfoques para la evaluación y manejo pesquero: unidisciplinarios centrados en la especie; e integrales, ecosistémicos, sustentados en la interdisciplinariedad.

Palabras clave: pesca, complejidad, ecosistema, instrumentalidad, productividad

APARTADO II

Índice de autores

Bustillo García, Lissette

Es Médico Veterinario y Doctora en Ciencias, especialidad Agroecosistemas tropicales. Se desempeña como profesora de la materia Gerencia agroempresarial de la carrera de Ciencias Veterinarias en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia (LUZ) en Maracaibo, Venezuela desde el año 1992. Es investigadora del área: Desarrollo Rural Sustentable y actualmente es tutora de cuatro estudiantes doctorales que desarrollan sus tesis en esta área, en el Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias de la Facultad de Agronomía en LUZ. Trabaja en varios proyectos de investigación vinculados con problemáticas de eficiencias técnico-económicas de unidades de producción y cadenas agroalimentarias. Ha publicado varios artículos en revistas, libros y ha sido editora de secciones de libros relacionados con las temáticas mencionadas.

Chaparro Anaya, Oscar

Posdoctorado en Mecanización Agrícola de la Universidad de Sao Paulo (Brasil (2011 a la fecha). Doctor en Mecanización y Tecnología Agraria de la Universidad Politécnica de Valencia (España; 2002 - 2006). Magister en Educación Superior de la Pontificia Universidad Javeriana (1999 – 2002). Ingeniero Mecánico de la Universidad Industrial de Santander (1983 – 1988). Profesor Asociado de la Universidad nacional de Colombia desde junio de 1996 a la fecha. Decano de la Facultad de Ingeniería y Administración (2008 – 2010). Director del Departamento de Ingeniería (1999 – 2001). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), investigador (1992 – 1993). Docente e investigador en el Área de Mecanización Agrícola: eficiencia energética, eficiencia administrativa y diseño de máquinas agrícolas; métodos de labranza del suelo; gestión de proyecto de desarrollo rural.

de Lellis, Martín

Graduado en psicología (Universidad de Buenos Aires). Profesor Titular Regular por concurso en la Cátedra Salud Pública y Salud Mental de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires. Realizó estudios de posgrado en Planificación y Gestión de Políticas Sociales. Consultor de Proyectos en el Area Salud financiados por Organismos públicos nacionales y Agencias Internacionales (OIT, UNICEF, OPS, ONUSIDA). Ha publicado diversos libros como autor y/o coautor, numerosos artículos en revistas especializadas y presentado ponencias en más de 150 eventos científicos del país y del extranjero. Actualmente se desempeña en la Dirección Nacional de Salud Mental y Adicciones del Ministerio de Salud de la Nación. Ha recibido, entre otros, el premio de Investigación Facultad de Psicología del año 2008.

Díaz, Martín Andrés

Licenciado en Biología (Zoología), Fac. Cs. Naturales y Museo (UNLP). Diplomado Superior en Enseñanza de las Ciencias (FLACSO). Actualmente realizando el Doctorado en Epistemología e Historia de la Ciencia (UNTREF) en la Tesis “Reconstrucción de la Teoría Unificada de los Gradientes en Ecología”, dirección del Dr. Pablo Lorenzano. Investigador del Régimen de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Defensa para el monitoreo ambiental de áreas protegidas del Sistema de Reservas Naturales de la Defensa y en la Antártida Argentina. Integrante del Comité Ejecutivo del Convenio Marco entre la Administración de Parques Nacionales y el Ministerio de Defensa.

Colaborador del PICTR2006-2007 de la Agencia Nacional de Ciencia y Técnica “Modelos y representación en ciencias formales y fácticas” de la Universidad Nacional de Quilmes. Titular de la Cátedra de Biología y Laboratorio I en el ISFD N° 29 del Distrito Merlo.

Henríquez, María Griselda

Licenciada en Sociología. Facultad de Ciencias Sociales. Magister en Gestión del Desarrollo Urbano Regional. Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan / Pontificia Universidad Católica de Chile. Doctorando en Ciencias Sociales, mención Sociología. Universidad Nacional de Cuyo. Docente investigador. Departamento Sociología/ Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de San Juan.

Herrera Gutiérrez, Oscar Alonso

M. Sc. en Agronomía de la Universidad RUDN (Moscú, antigua Unión Soviética, 1971). Ingeniero Agrónomo de la Universidad RUDN (Moscú, antigua Unión Soviética, 1970). Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira (1971 – 2004). Docente Ocasional de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira; maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (2010 hasta la fecha). Docente e investigador en el Área de Mecanización Agrícola: eficiencia energética, eficiencia administrativa y costos; métodos de labranza y propiedades físicas del suelo. Investigador en Desarrollo Rural Sostenible: Rediseño de Sistemas de Cultivo. Docente y asesor en elaboración y ejecución de Trabajos de Grado de Maestría: Director del Seminario Proyecto de Trabajo Final. Investigador en Pedagogía y Didáctica.

Herrscher, Enrique G.

Contador Público (UBA), Licenciado en Administración (UBA), Doctor en Administración (UNaM).

Directivo y asesor de empresas grandes y PYMEs

Titular de Centro para la Acción y Pensamiento Sistémicos
www.capsist.com

Profesor “honorario” de la Universidad de Buenos Aires

Profesor de Postgrado (MBA) en cinco universidades nacionales argentinas

Responsable de la Unidad de Gestión Doctorado – Fac. Cs. Económicas – UNPSJB

Ex Presidente, International Society for the Systems Sciences (ISSS)

Fundador y ex Vicepresidente, Asociación Latinoamericana de Sistémica (ALAS)

Miembro del Consejo Asesor, Grupo de Estudio de Sistemas Integrados (GESI)

Miembro fundador, International Academy of Systems Science and Cybernetics

Ex profesor visitante, California State University, University of San Diego, University St. Gallen

6 libros sobre enfoque sistémico aplicado a Organizaciones y a Planeamiento

Martínez Álvarez, Fidel

Doctorado en Ciencias de la Educación, Universidad de la Habana, Junio 2011, Profesor Auxiliar de Filosofía. Universidad de las Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” de Camagüey, marzo de 2006, Diplomado de Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación de la Organización de Estados

Iberoamericanos (OEI), Universidad de la Habana, 2002, Máster en Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Universidad de la Habana, 2000, Máster en Ciencias filosóficas y Profesor de Idioma Ruso, Ucrania, Universidad Estatal de Kiev, 1984, Profesor de Idioma Ruso, Ucrania, Universidad Estatal de Kiev, 1984. Ha dictado cursos de pre-grado en Filosofía y Salud, Filosofía y Sociedad, Ética, Sociología, Lógica, Metodología de la Investigación, Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Ha publicado varios artículos en revistas latinoamericanas y ha dictado más de 10 cursos de postgrado sobre Filosofía, CTS y Educación Transdisciplinaria, entre otros. Actualmente es coordinador de Proyecto de Centro de Nacional de Estudios de Fútbol “Juan Antonio Lotina Martín”.

Martínez Dávila, Juan Pablo

Es Ingeniero Civil con especialidad en Obras de Riego, obtuvo una Maestría en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional y es Doctor en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales. Se desempeña como Profesor Investigador Asociado en el Colegio de Postgraduados en Veracruz, México, desde 1988. Su línea de investigación esta referida al Desarrollo Rural Sustentable y sus conexiones con los agroecosistemas, desde un enfoque de estrategias. Actualmente trabaja en proyectos para entender los fenómenos sociales en la organización de productores, así como la contrastación teórica de la autopoiesis en la reproducción cultural de diferentes niveles tipológicos de productores. También maneja proyectos en los que se busca explicar el manejo de los patios familiares en diferentes situaciones socioeconómicas.

Morán, Ramón

Doctor en ciencias para el desarrollo sustentable, egresado del centro universitario de la costa de la Universidad de Guadalajara, México. Con maestría en ciencias biológicas con especialidad en ecología acuática y pesca por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Es profesor e investigador en la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, de donde egresó como biólogo pesquero. Es responsable del laboratorio de ecología de pesquerías. Su interés académico y de investigación se centra principalmente en el enfoque integral para la evaluación y el manejo de las pesquerías y el estudio antropológico de los grupos de pescadores ribereños.

Mozobancyk, Schelica

Psicóloga, egresada de la Universidad de Buenos Aires. Profesora Adjunta de la Cátedra I de Salud Pública/Salud Mental de la Facultad de Psicología,

UBA. Diplomada en Ecología y Desarrollo Sustentable. Maestría en Gestión Ambiental Metropolitana (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA). Integrante investigadora del Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Cambio Climático (PIUBACC), en el que representa a la Facultad de Psicología. Se ha dedicado a impulsar el desarrollo de la Psicología Ambiental en la Argentina. Ha dictado cursos en esta área en su país y en el exterior, en el nivel de grado y posgrado. Fue investigadora del Ministerio de Salud de la Nación y becaria de la UBA en el tema de Gestión Ambiental. Publicó diversos artículos en libros y revistas referidos a psicología, ambiente y salud.

Najmanovich, Denise

Doctorada en la PUC-San Pablo. Master en Metodología de la Investigación Científica. Bioquímica. Profesora del Doctorado Interdisciplinario de Ciencias Sociales de la UNER y del Doctorado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. Titular de “Epistemología de las Ciencias Sociales” y de “Epistemología de la Psicología Social”, Universidad CAECE, Argentina. Profesora invitada por PUC – San Pablo (Brasil), por la Universidad de Nuevo León (Monterrey, México), por la Universidad de la República (Montevideo, Uruguay), por la Universidad Católica de Santiago de Chile, entre otras. Autora de numerosas publicaciones en la Argentina y en el exterior. Trabaja en temáticas relacionadas con el enfoque de la complejidad, los nuevos paradigmas, la subjetividad contemporánea y las redes sociales.

Nozica, Graciela

Arquitecta. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan. Doctora en Ciencias Técnicas, área de Arquitectura y Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Técnica de Varsovia, Polonia. Profesor Titular, efectivo, dedicación exclusiva. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan. Docencia de Grado: Cátedra Urbanismo II. Docencia de Posgrado: Doctorado en "Arquitectura y Urbanismo". Co Directora de la carrera. Maestría Arquitectura de Zonas Áridas y Sísmicas, FAUD, UN de San Juan.

Pérez-Taylor y Aldrete, Rafael

Investigador Titular del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIA-UNAM), especialidad de etnología. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-CONACYT). Línea de investigación: sistemas complejos y antropología del desierto: temas: complejidad, transdisciplina, simbolismo, memoria colectiva, movimientos sociales, ciencias de la vida y antropología del desierto. Publicaciones relacionadas con la complejidad: libros: 1. Antropología y complejidad; Editorial Gedisa, Barcelona; 2002. 2. Anthropologías: avances en la complejidad humana; Ediciones SB, Buenos Aires; 2006. 3. Antropología del desierto: identidades colectivas y resistencia; IIA-UNAM; 2012, además de diferentes artículos en revistas y libros colectivos.

Quintero Vargas, Heimar

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia desde 1972. Editor de la revista Acta agronómica de la Sede de Palmira de la misma universidad entre 1975 y 2005.

(<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta-agronomica>). Instructor - tutor de competencias de lecto-escritura de estudiantes de pregrado y asesor de escritura para artículos de revistas científicas. Co-fundador e investigador del Instituto de Investigaciones del Espacio Rural – IIER. En la actualidad es asesor independiente de propuestas locales de mejoramiento de la dignidad de la vida campesina andina y de proyectos de desarrollo sostenible.

Reina Barth, José Otocar

Se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1973. Trabaja desde 1990 en la construcción de una visión tropical y andina de la agricultura. Formó parte del grupo de profesores que promovió reformas curriculares y pedagógicas en la Universidad Nacional de Colombia, Sede de Palmira. Fue cofundador y primer director del Instituto de Investigaciones del Espacio Rural, IIER, entre 2003 y 2005. Ha realizado investigaciones desde el enfoque de complejidad en Agronomía y de un Desarrollo Sostenible que parta de lo local, en varias regiones de los departamentos de Valle y Cauca y alrededor de cultivos de piña, caña panelera, uva y guadua. En la actualidad se desempeña como investigador independiente y asesor de grupos de agricultores ubicados en las montañas andinas entre 1000 y 2000 msnm.

Rodríguez Zoya, Leonardo Gabriel

es investigador en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina y profesor universitario (Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Tres de Febrero, entre otras). Doctor en Sociología por la Universidad de Toulouse, Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Buenos Aires y Licenciado en Ciencia Política por la misma universidad. Ha animado varias iniciativas para la difusión del paradigma de la complejidad, entre las que se destaca la Comunidad de Pensamiento Complejo (www.pensamientocomplejo.org). Su trabajo testimonia la búsqueda de una articulación práctica entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad para la investigación interdisciplinaria de problemas complejos concretos de las sociedades contemporáneas. Esta labor se ha cristalizado en un enfoque constructivo e interdisciplinario para la investigación, planificación y gobierno de problemas complejos y para el desarrollo práctico de estrategias colaborativas orientadas a la construcción de futuros deseables.

Sotolongo, Pedro L.

Ph.D. en Filosofía. MsC. en Física. Presidente Fundador de la Cátedra para el Estudio de la Complejidad de La Habana. Organizador de los Seminarios Bienales Internacionales COMPLEJIDAD-2002, 2004, 2006 y 2008, así como de los Talleres Cubanos de Complejidad en el 2003, 2005 y 2007. Miembro de la Comunidad de Pensamiento Complejo (Argentina), integrante del Comité Académico Internacional del Instituto Peruano de Pensamiento Complejo 'Edgar Morin' (IPCEM). Editor Temático (Metodología) de la Revista Internacional (E.U.–Reino Unido) Emergence, Complexity & Organization (E:CO). Integra el Comité de Asesores de Revistas de diversos países. Autor de varios Libros. Miembro de la Asociación Nacional de Escritores de Cuba (UNEAC). Orden 'C .J. Finlay', la mayor conferida a científicos cubanos por la obra de vida.

Suarez Montenegro, Elvira A.

Profesora y Licenciada en Geografía egresada de la Universidad Nacional de San Juan en el año 2000. Doctora en Geografía egresada de la Universidad Nacional de Cuyo en el año 2009. 22 publicaciones nacionales e internacionales, 21 exposiciones en reuniones científicas, dictado de cursos y experiencias laborales en Chile y Brasil. Actualmente realización de especialización en Gestión y Vinculación Tecnológica. Desarrollo de Beca Posdoctoral del CONICET con la temática del análisis de sistemas aluvionales complejos en la Precordillera de San Juan. Investigador en el

Programa “Ordenamiento Territorial de la Provincia de San Juan”. Instituto de Geografía Aplicada de la Universidad Nacional de San Juan.

La ciencia, la sociedad, la universidad, la educación, la política, las empresas, las organizaciones, los individuos e, incluso, la humanidad en su conjunto, se enfrentan cada vez más a «problemas de complejidad creciente». En este contexto nuevos desafíos emergen para todos los actores sociales, políticos, económicos y científicos. La complejidad de los problemas fundamentales que enfrentan nuestras sociedades exige nuevas estrategias de pensamiento, de conocimiento y de acción. Comprender la complejidad se vuelve un desafío crucial para visibilizar alternativas y construir nuevas posibilidades en un futuro incierto.

La transformación de la sociedad actual en una sociedad más deseable requiere la comprensión, planificación estratégica y acción transformadora sobre problemas complejos fundamentales. En este contexto adquiere pertinencia la emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina para pensar y actuar colectivamente los múltiples desafíos que suponen los problemas complejos del Sur en el siglo XXI.

Esta obra testimonia un esfuerzo colectivo sistemático, construido por más de sesenta investigadores de América Latina, orientado a problematizar las contribuciones de los enfoques de la complejidad para abordar los problemas complejos de nuestra región. La obra comprende tres ejes. Primero, se exploran los aportes teóricos y metodológicos del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad. Segundo, se examina la complejidad de algunos problemas fundamentales de América Latina en el ámbito de la ciencia, la política, la cultura y la educación. Finalmente, se exponen experiencias prácticas, programas de acción y construcción de políticas sobre problemas complejos concretos.

Leonardo G. Rodríguez Zoya es investigador en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina y profesor universitario (Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de Tres de Febrero, entre otras). Doctor en Sociología por la Universidad de Toulouse, Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Buenos Aires y Licenciado en Ciencia Política por la misma universidad. Ha animado varias iniciativas para la difusión del paradigma de la complejidad, entre las que se destaca la Comunidad de Pensamiento Complejo (www.pensamientocomplejo.org). Su trabajo testimonia la búsqueda de una articulación práctica entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad para la investigación interdisciplinaria de problemas complejos concretos de las sociedades contemporáneas. Esta labor se ha cristalizado en un enfoque constructivo e interdisciplinario para el diagnóstico integrado de problemas complejos y el desarrollo práctico de estrategias colaborativas orientadas a la construcción de futuros deseables.



Comunidad Editora
Latinoamericana

ISBN 978-987-46964-3-4



9 789874 696434

Colección Pensamiento Complejo del Sur