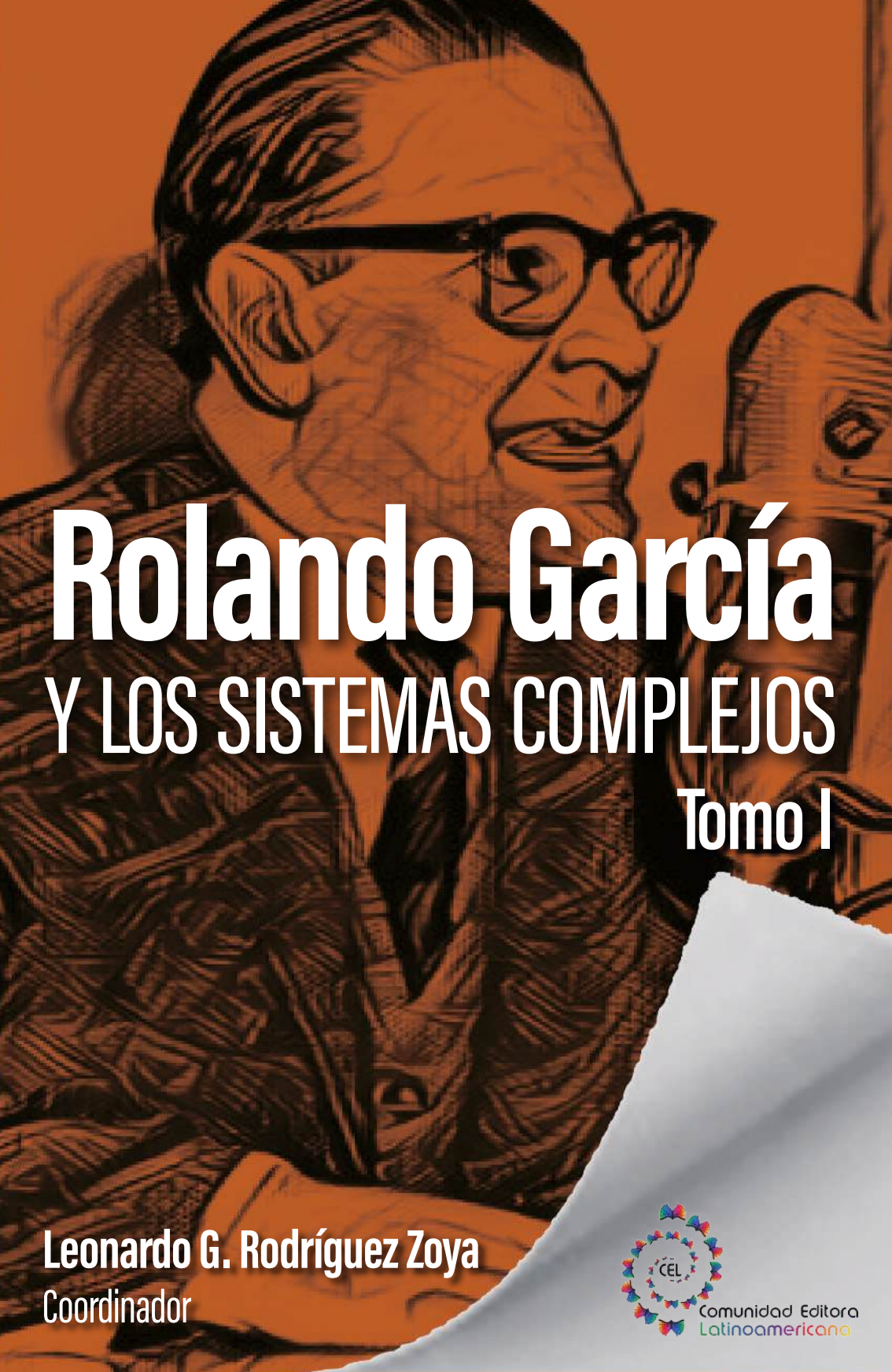


Rolando García
Y LOS SISTEMAS COMPLEJOS
Tomo I

Leonardo G. Rodríguez Zoya
Coordinador

Comunidad Editora Latinoamericana

ROLANDO GARCÍA Y
LOS SISTEMAS COMPLEJOS

TOMO I

ROLANDO GARCÍA Y LOS SISTEMAS COMPLEJOS

TOMO I

Leonardo G. Rodríguez Zoya
Coordinador

CONOCER Y ACTUAR EN LA COMPLEJIDAD

Comunidad Editora Latinoamericana

TÍTULOS DE LA COMUNIDAD EDITORA LATINOAMERICANA

Colección Pensamiento complejo del sur

La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina. Tomo I, II, III, IV y V. Leonardo G. Rodríguez Zoya (Coordinador)

Colección Pensar la complejidad

Filsofía de la complejidad. Giuseppe Gembillo y Annamaria Anselmo

Complejidad en lo local y lo global. Pedro L. Sotolongo Codina

Música y complejidad. Nicolas Darbon

Colección Conocer y actuar en la complejidad

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

Teatro en el destierro: apuntes y reflexiones sobre el trabajo de Teatro Núcleo. Horacio Czertok

Colección Educar en la complejidad

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

Temas de teoría política contemporánea: un enfoque sistémico.
Julio Leonidas Aguirre y Alberto Montbrun

Colección Simulación de la complejidad social

Temas selectos para las ciencias sociales computacionales.
Antonio Aguilera Ontiveros y Norma Leticia Abrica Jacinto

Rolando García y los sistemas complejos

Tomo I

Leonardo G. Rodríguez Zoya
Coordinador

Hernán Solari, Alejandro Romero y Mario Natiello
Gastón Becerra y José Antonio Castorina
Roberto Follari
Carlos E. Maldonado
Juan de la Cruz Argañaraz
Gustavo Montenegro e Ivana Schroeder
Francisco Platas López
Christian Ponce, Amelia Molina y José Luis Andrade
Carlos Cosentino
Elsa Marcela Guerrero y Dora Luján Coria

Comunidad Editora Latinoamericana

Rodríguez Zoya, Leonardo Gabriel. Rolando García y los sistemas complejos Tomo I / Leonardo Gabriel Rodríguez Zoya; contribuciones de Hernán Gustavo Solari [et al.]; coordinación general de Leonardo Gabriel Rodríguez Zoya. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Comunidad Editora Latinoamericana, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-48927-5-1

1. Ciencias Sociales. 2. Epistemología. 3. Metodología de la Investigación. I. Solari, Hernán Gustavo, colab. II. Título.
CDD 306.42

Comunidad Editora Latinoamericana
Matheu 1225, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C1249AAA), Argentina
Tel. +54 911 5001 8099
www.comunidadeditora.org - cel@comunidadeditora.org

Colección: Conocer y actuar en la complejidad

Diseño de la cubierta: Eli Publicidad
Fotografía de tapa: Roberto Sancho, 3 de agosto de 1964
Fuente: "Personajes - 12". (1964-08-03). Programa de Historia de la FCEN - UBA: http://hdl.handle.net/20.500.12110/foto_n00360
Biblioteca Digital, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/foto/document/foto_n00360

ISBN del Tomo I: 978-987-48927-5-1
ISBN de la obra completa: 978-987-48927-3-7



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 4.0 Internacional.



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 licenciante (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: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Si tiene dudas sobre la licencia, comuníquese a cel@comunidadeditora.org

Primera edición: marzo de 2024. Impresión bajo demanda.

Este libro ha sido evaluado por pares académicos.

Impreso en la Argentina ~ Printed in Argentina
Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 17

Pensar los sistemas complejos con Rolando García
Leonardo G. Rodríguez Zoya

1. De la historia al futuro 17
2. Esto no es un libro: del pensamiento-producto al proceso del pensar 20
3. ¿Quién? La itinerancia de Rolando García 28
4. ¿Por qué? Mi encuentro con Rolando García 36
5. ¿Qué? Pensar y problematizar con Rolando García 46
   - 5.1. Capítulo I. En búsqueda de la razón perdida 48
   - 5.2. Capítulo II. El problema de la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista 50
   - 5.3. Capítulo III. Rolando García bifronte: entre Piaget y los Sistemas 51
   - 5.4. Capítulo IV. El problema de una teoría de los sistemas complejos 53
   - 5.5. Capítulo V. La expectación y la complejidad como principios de la actividad científica 55
   - 5.6. Capítulo VI. Un modelo metodológico para el estudio situado de los procesos cognitivos en las organizaciones 57
   - 5.7. Capítulo VII. Fundamentos metodológicos del diseño desde la epistemología genética-constructivista y los sistemas complejos de Rolando García 58
   - 5.8. Capítulo VIII. Condiciones de contorno del sistema científico mexicano 60
   - 5.9. Capítulo IX. La escuela es un sistema complejo 62
   - 5.10. Capítulo X. La construcción de una perspectiva compleja para la formación universitaria en ciencias ambientales 64
6. ¿Cómo? Pensar conversando y conversar pensando 65
7. ¿Para quién? Los compañeros de viaje y el horizonte estratégico 70

CAPÍTULO I 73

En búsqueda de la razón perdida
Hernán G. Solari, Mario A. Natiello y Alejandro Romero

Introducción 73

Parte I. Un viaje al pasado 74

1. Partida: La estación del presente 75

2. Primera parada: El mundo globalizado y la ciencia administrada. 81
2.1. Globalización (1990) 81
2.2. La ciencia administrada (1958) 84

3. Segunda parada. El estado de la física en 1930. Los mitos ... 87

4. Tercera parada (circa 1870). La segunda revolución industrial 102

Parte II. Encuentro con la razón crítica 111

5. Mirando por la ventanilla 111
5.1. La metamorfosis 113
5.2. Normas o reglas de la razón 122

Parte III. A modo de conclusión: sobre la complejidad 126

6. Últimas reflexiones 126

7. Epílogo 134

Bibliografía 140

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 149

Comentarios críticos
Carlos E. Maldonado

INTERCAMBIO EPISTOLAR 153

Preguntas y comentarios 153
María Cecilia Martín
Respuesta reflexiva 154
Hernán G. Solari
Respuesta reflexiva 159
Alejandro Romero
Respuesta de Cecilia Martín a Hernán Solari 161
María Cecilia Martín
Respuesta a Cecilia Martín 163
Alejandro Romero

CAPÍTULO II 165

El problema de la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista
Gastón Becerra y José Antonio Castorina

1. Introducción 165
2. El primer sentido de la objetividad 168
3. El segundo sentido de la objetividad 175
4. Hacia una objetividad sistémico-constructivista 182
5. Hacia una síntesis final 185
6. Bibliografía 186

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 191

Crítica de "la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista"
Hernán G. Solari

CAPÍTULO III 197

Rolando García bifronte: entre Piaget y los Sistemas
Roberto Follari

1. Introducción 197
2. ¿Senderos en común? 200
3. Dialéctica sin Hegel 203
4. La historia de la ciencia y el desarrollo de la inteligencia ... 209
5. Volviendo a los sistemas 214
6. Bibliografía 216

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 219

Controversias sobre la dialéctica en el pensamiento de J. Piaget y R. García
Elisa Telma Chisleanschi

1. El problema de la integración teórica 219
2. Sobre la Dialéctica en el pensamiento de R. García 220
   - 2.1. La negatividad 223
   - 2.2. Historización 224
3. Dialéctica constructiva de la lógica formal 225

Réplica reflexiva 226
Roberto Follari

CAPÍTULO IV 231

El problema de una teoría de los sistemas complejos
Carlos Eduardo Maldonado

1. Introducción 231
2. El problema de una teoría de los sistemas complejos según R. García 242
3. Ampliando y completando el rompecabezas 247
4. El esbozo de una teoría de los sistemas de complejidad creciente 251
5. Conclusiones 255
6. Bibliografía 258

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 263

Pensar la complejidad, complejidad del pensar
Leonardo G. Rodriguez Zoya

1. El problema de la unidad y diversidad del conocimiento 264
2. Formalización y matemática en los sistemas complejos 267
3. Articulación del lenguaje natural y el lenguaje formal 268
4. Posibilidades de diálogo con otros trabajos del Simposio 269

Respuestas y comentarios 271
Carlos E. Maldonado

CAPÍTULO V 275

La expectación y la complejidad como principios de la actividad científica
Juan de la Cruz Argañaraz

1. Introducción 275
2. Dos Medicinas en pugna con amplias consecuencias éticas y científicas. 277
   - 2.1. Expectación y observación expectante 282
   - 2.2. Poincaré en la morgue 290
   - 2.3. La historia de la Física y el descubrimiento de Duhem 295
   - 2.4. El problema de Gödel y la expectación en sistemas axiomático-deductivos 298

3. Conclusiones 305
4. Bibliografía 307

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 309

Comentarios críticos
Jheimer Julián Sepúlveda López y
Luz Arabany Ramírez Castañeda

CAPÍTULO VI 313

Un modelo metodológico para el estudio situado de los procesos cognitivos en las organizaciones
Gustavo Montenegro e Ivana Schroeder

1. Introducción 313
2. La investigación y su contexto 315
3. Aspectos del contexto considerados en el desarrollo de la estrategia metodológica 317
   3.1. Vacancias en el campo 317
   3.2. Desafíos particulares relativos a la tangibilización de los elementos en estudio y a la problemática del abordaje de los fenómenos cognitivos en la organización 319
4. Aspectos particulares de la estrategia metodológica: integraciones entre las tres perspectivas apeladas 325
5. Aportes en el marco de la estrategia metodológica desarrollada 329
6. Síntesis de resultados más significativos 332
   6.1. Una ponderación de lo producido en relación con los objetivos y la pregunta conductora de la investigación 332
7. Aperturas en consideración de la perspectiva interdisciplinaria planteada por Rolando García 334
8. Bibliografía 338

CAPÍTULO VII 343

Fundamentos metodológicos del diseño desde la epistemología genética-constructivista y los sistemas complejos de Rolando García
Francisco Platas López

1. Introducción 343

2. Criterios y presupuestos ónticos, epistémicos y metodológicos del *diseño complejo.* 346
3. Hacia una categorización para el *diseño complejo*. 350
3.1. La teoría de la equilibración de Piaget 350
3.2. Principio de estratificación 351
3.3. Principio de articulación interna 352
3.4. Principio de organización sistémica 352
3.5. Condiciones de contorno 353
3.6. Weltanschauung (visión del mundo) 353
4. La propuesta teleológica del *diseño complejo* para la vulnerabilidad y el riesgo 354
5. Posturas críticas 358
6. Conclusiones 363
7. Bibliografía 364

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 369

Comentarios críticos
Luisa Mattioli

CAPÍTULO VIII 373

Condiciones de contorno del sistema científico mexicano
Christian Ponce Crespo, Amelia Molina García y José Luis Andrade

1. Politica cientifica en México 373
2. Condiciones del contorno del sistema científico mexicano . 377
3. Propiedades estructurales del sistema cientifico mexicano . 379
4. El sistema cientifico mexicano y el sector privado 383
5. El sistema cientifico mexicano y el sector público 385
6. El retorno a la ciencia integrativa 389
7. Conclusiones 393
8. Bibliografía 394

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 399

Comentarios críticos
Carlos Cosentino

CAPÍTULO IX 403

La escuela es un sistema complejo
Carlos Cosentino

1. Introducción 403
2. Principios de estratificación y no linealidad 404
3. Escaneo de los agentes como mecanismos autopoiéticos de ajustes internos 406
4. Perturbaciones y turbulencias en el espacio de fases 406
5. Liderazgo Escolar, navegando la no linealidad 407
6. La interrupción de las lecciones presenciales 409
7. Escuelas remotas y los nuevos problemas en el liderazgo ... 411
8. Emergencias y configuraciones mediadas por ensamblajes tecnopedagógicos 412
9. Estrés e Impactos Emocionales en los agentes del Sistema . 414
10. Conclusiones 415
11. Bibliografía 417

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 425

Comentarios críticos
Christian Ponce Crespo, Amelia Molina García y José Luis Andrade

CAPÍTULO X 429

La construcción de una perspectiva compleja para la formación universitaria en ciencias ambientales
Elsa Marcela Guerrero y Dora Luján Coria

1. Introducción 429
2. Nuevos problemas de conocimiento y el rol de las ciencias ambientales frente a ese desafío 433
3. Un abordaje temprano de la complejidad y lo ínter-multidisciplinario de las ciencias ambientales 437
4. Los enfoques alternativos a Rolando García y la resistencia en la perspectiva ambiental latinoamericana . 439
5. La experiencia 442
   5.1. Los antecedentes 442
   5.2. Los fundamentos 442

5.3. La propuesta 444
6. El taller: un espacio para pensar la tesis 445
7. Cierre sin clausura 450
8. Bibliografía 451

DIÁLOGOS REFLEXIVOS 457
Comentarios críticos
María Valentina Soria, María Griselda Henríquez y Graciela Noemí Nozica

APARTADO I 463
Resúmenes de capítulos

APARTADO II 473
Índice de autores

INTRODUCCIÓN

Pensar los sistemas complejos con Rolando García

Leonardo G. Rodríguez Zoya *

1. De la historia al futuro

Este libro es una apuesta epistémica, ética y política por regenerar y actualizar la vigencia y el legado de la obra y el pensamiento de Rolando García. Hay hombres que dejan una huella viva en la historia del pensamiento, en la memoria colectiva de los pueblos, en las experiencias decisivas de la cultura de un país. Estamos persuadidos de que Rolando es uno de esos hombres que gravitó de modo singular en la coyuntura sociopolítica y cultural de su tiempo. Sin su gesta resulta difícil pensar y comprender parte de la historia de la ciencia argentina y de la Universidad de Buenos Aires en la segunda mitad del siglo XX. La adquisición de Clementina en 1961 –la primera computadora de Argentina–, la fundación del Consejo Nacional

* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Instituto de Investigaciones Gino Germani, Universidad de Buenos Aires, Uriburu 950, 6º, Oficina 1, C1114AAD, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: leonardo.rodriguez@conicet.gov.ar

de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la transformación institucional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, la construcción de la Ciudad Universitaria y muchas otras gestas de política científica y universitaria no serían comprensibles sin su liderazgo y visión.

Sin embargo, la figura de Rolando García no puede ser resumida ni reducida a su gesta político-científica. Hacerlo sería mutilarlo y empobrecerlo. Rolando fue un hombre multidimensional: maestro, físico, meteorólogo, epistemólogo. Desarrolló investigaciones pioneras sobre la sequía y el cambio climático, fue uno de los más estrechos colaboradores de Jean Piaget, contribuyó a desarrollar la epistemología genética y construyó una visión original para la investigación interdisciplinaria de sistemas complejos.

¿Por qué una obra sobre Rolando García y los sistemas complejos? Este no es un libro de historia ni es una obra homenaje. Tampoco es una introducción pedagógica al pensamiento epistemológico, teórico y metodológico de Rolando García. Nuestra prioridad no es responder la pregunta *quién* es y *qué* hizo Rolando García. Hay un interrogante que nos apasiona y que interpela nuestra mente y nuestro corazón ¿Qué podemos hacer nosotros con la obra y el pensamiento de Rolando García? Esta pregunta se encuentra en la génesis y concepción de esta obra colectiva. Nuestra misión es *intentar pensar por nosotros mismos* problemas inquietantes que asaltan nuestra vida y nuestra civilización como la relación entre ciencia y política, conocimiento y acción, racionalidad e historia, universidad y educación, interdisciplina y complejidad, epistemología y ética, sociedad y futuro, ciencia y democracia, naturaleza y cultura, entre muchos otros. Estamos persuadidos que la obra de Rolando García permite pensar de un modo original problemas cruciales de nuestro tiempo. Con este espíritu, los capítulos reunidos en esta obra suponen y se apoyan en lecturas e interpretaciones de la obra de Rolando García, pero hacen algo distinto que una exégesis de aquélla: intentan pensar y problematizar temas y problemas teóricos y prácticos con la ayuda de las herramientas conceptuales construidas por

Rolando. Esta es nuestra humilde forma de homenajear y honrar la vida, la obra y el pensamiento de nuestro querido Rolando García.

Este libro colectivo fue concebido, escrito y debatido durante el año 2023, fecha coincidente con la conmemoración de cuarenta años de la recuperación de la democracia en Argentina. ¿Por qué este dato es significativo para presentar una obra sobre Rolando García? Porque Rolando sufrió un doble exilio: en dictadura y en democracia. Rolando fue perseguido por el gobierno militar, autodenominado Revolución Argentina, encabezado por Juan Carlos Onganía en 1966. En democracia, bajo el tercer gobierno peronista, se exilió en México en 1974, luego de la intervención de las universidades decretada por la gestión del ministro de Educación Oscar Ivanissevich. Con la recuperación de la Democracia, en 1983, Rolando retornó al país, pero el país le dio la espalda cuando rechazó su ingreso a la Carrera de Investigador Científico del CONICET. Subrayemos un hecho crucial: Rolando fue el primer vicepresidente del CONICET junto a Bernardo Houssay –Premio Nobel de Medicina en 1947– quien ejercía la presidencia. No es este el lugar para analizar los hechos históricos, las causas y los motivos que determinaron ese triste acontecimiento. Exiliado en democracia, Rolando García se radicó en México donde continuó desarrollando su labor intelectual hasta su fallecimiento en el año 2012. Fruto de su trabajo en México produjo dos obras emblemáticas *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos* (2000) y *Sistemas complejos. Concepto, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (2006). Como argentinos tenemos una deuda inconmensurable con Rolando. No se trata de un homenaje ni de una celebración. El mejor modo de honrar su memoria es pensar su pensamiento y que su legado viva en nuestras prácticas. Pero el pensamiento de Rolando continúa siendo en buena medida desconocido, poco estudiado y debatido en el ámbito universitario y fuera de él.

Cuarenta años de democracia y una década sin Rolando García. La pregunta que guía nuestra misión se afirma como un

deber moral que nos imponemos a nosotros mismos: ¿qué queremos, qué debemos y qué podemos hacer con el pensamiento de Rolando García en la coyuntura de nuestro presente? Cualquier intento de respuesta a esta pregunta supone esclarecer quién es el "nosotros" implícito en ese interrogante. Se trata de un nosotros plural que procura incluir e invitar a todos y cada uno de aquellos que se hayan sentido interpelado por la vida y la obra de Rolando García. Pero ¿quiénes son? ¿dónde están los lectores de Rolando García, los investigadores que con su práctica ha enriquecido la teoría de Rolando o aquellos que inspirados en su pensamiento construyeron investigaciones originales e innovadoras? Conocemos algunos, pero ignoramos a muchos otros. Como un náufrago en el mar decidimos lanzar una bengala para que otros compañeros de viaje puedan conocer nuestra andadura y así caminar juntos. En febrero de 2023 lanzamos una *convocatoria pública y abierta* a la comunidad académica internacional para participar del proyecto de libro colectivo "Rolando García y los sistemas complejos" cuyo contenido fue discutido y analizado en un Simposio celebrado para tal fin antes de la publicación de la obra. Como el lector puede apreciar, este libro colectivo es producto de un proceso singular, original y creativo que se ha esforzado denodadamente por tener coherencia ética con la misión que nos hemos impuestos y coherencia epistemológica con el pensamiento de Rolando García.

2. Esto no es un libro: del pensamiento-producto al proceso del pensar

–¿Qué estás haciendo? –Leyendo *–¿Estás seguro?* –Si, tengo certeza *–¿Cómo lo sabes?* –Porque delante de mis ojos tengo un conjunto de palabras dispuestas una-al-lado-de-la-otra y al mirarlas puedo reconocerlas como palabras y comprender su sentido. *–¿Y qué lees?* –Un libro *–¿Cómo sabes que es un libro?* Porque tiene la forma de lo que aprendí a reconocer como tal: una tapa, un título "Rolando García y los sistemas complejos", un índice, un conjunto de capítulos. *–¿Qué es un libro?* No

quiero responder esa pregunta ni quiero pensar en ello ahora. No comprendo por qué me preguntas esto cuando estoy leyendo la introducción al *libro Rolando García y los sistemas complejos.* Quisiera saltear estas líneas absurdas y continuar leyendo para saber de qué se trata este libro. *–No lo hagas, te lo suplico. Te pregunto de nuevo ¿qué es un libro?* –Tendría que pensar, no tengo una respuesta automática para ello. Hay muchas formas de definir un libro, por ejemplo, un objeto de la cultura, un producto del pensamiento humano, un conjunto de ideas expresadas como un texto escrito. Creo que todos, o la gran mayoría de personas, podrían acordar ese sentido de la palabra libro. *–Gracias. Ahora quiero que pienses en dos palabras que dijiste "objeto" y "producto". No voy a preguntarte qué es un objeto y qué es un producto. Quiero que reflexiones sobre ello. Me gustaría que te detengas un momento a pensar por qué te pregunto todo esto ¿cuál es el sentido de todas estas preguntas?*

El acto de leer –como cualquier otra acción humana– implica suspender el juicio[1] sobre un cúmulo de cuestiones que permanecen en el trasfondo de lo que es relevante en una situación concreta. Cuando leemos, no nos preguntamos qué es un libro ni qué es leer, ni cómo es posible la lectura y escritura humana, simplemente leemos. Lo relevante para la situación es lo-*que*-el-libro dice, menos importante es *cómo*-se-produjo-el-libro o *por-qué*-se-escribió. Dicho de otro modo, lo relevante para el lector es el libro como *producto* u *objeto*. El *proceso* de pensamiento, de creación, de escritura no forma parte de la obra. En todo caso, supone otra obra, una cuyo objetivo es convertir el proceso de pensamiento (y de escritura) en objeto de reflexión. Pero este no sería ya un libro sobre el *objeto* tal o cual, sino un libro sobre el *proceso del pensar* o el *pensar como proceso.* Como en una película o una obra teatral, el *backstage* de un libro –el proceso de pensamiento subyacente– no merece la pena ser mostrado, carece de valor intrínseco, parece ser un medio para un fin: el espectáculo digno de ser visto, el libro digno de ser leído.

[1] La fenomenología denomina *epojé* a esa suspensión de la duda y es lo que caracteriza la *actitud natural* del actor social en el *mundo de la vida cotidiana.*

Sirva este prolegómeno para afirmar provocadoramente que '*Esto no es un libro',* parafraseando la célebre inscripción en el cuadro de Magritte '*Esto no es una pipa*'. ¿Cómo nos atrevemos a negar lo evidente? La pipa de Magritte no se podía fumar y al hacernos dudar de lo evidente nos permite cuestionarnos sobre la relación entre representación, lenguaje y realidad. Pero, a diferencia de la pipa de Magritte este libro se puede leer y, por lo tanto, parece ser un libro. Si para Magritte el propósito de pintar es 'hacer visible el pensamiento', para nosotros, el propósito de escribir es pensar, o mejor aún, intentar pensar. Enfatizamos el uso del verbo *pensar* en lugar del sustantivo *pensamiento,* porque queremos subrayar la idea que el pensamiento es una práctica y un proceso. Por eso, la escritura no es el medio para representar un pensamiento preexistente despojado de todo lenguaje; en contraste, la escritura es el proceso de estructuración de un lenguaje para organizar el pensamiento como texto.

Si por libro entendemos un producto u objeto, un conjunto de enunciados o proposiciones escritas y organizadas como capítulos, esta obra no es un libro, es un libro-proceso. Más aún, nuestro objetivo al imaginar y hacer vivir este proyecto no fue "publicar un libro sobre Rolando", sino más bien, todo lo contrario. Lo que queríamos era diseñar un proceso para pensar con Rolando y lo verdaderamente importante para nosotros era construir y vivir juntos una experiencia de pensar, escribir y conversar con otros. Esto explica nuestra vocación de organizar un Simposio antes de la publicación del libro, en el cual reunirnos a conversar crítica y amorosamente los pensamientos organizados como textos (capítulos) y, de este modo, generar un ciclo activo entre el pensamiento escrito y el pensamiento conversado, entre la práctica del pensar y del conversar como procesos creativos y constructivos.

Ese proceso de creación supone una ética: un modo de relación con el otro, una actitud, un conjunto de valores, un estilo de conversación. Podríamos intentar expresar esta idea parafraseando el pensamiento de Rolando cuando afirma que la interdisciplina no es un acto de coordinación o yuxtaposición de resultados. Análogamente, un libro no es una coordinación o

yuxtaposición de capítulos. Para nosotros un libro es una organización de un flujo de pensamientos, un momento o producto de un proceso social (en la medida que implica un estilo de relación con otros), proceso ético (puesto que supone ciertos valores, actitudes y modos de ser) y proceso epistémico (ya que involucra la construcción y reflexión sobre el conocimiento). El simposio y el libro son momentos significativos de ese proceso abierto e inacabado.

En este horizonte de sentido podemos afirmar que este libro es una apuesta humilde, sincera y apasionada por *religar* el proceso y el producto de nuestra práctica de pensar. ¿Por qué es relevante la relación entre proceso y producto? ¿Cómo se materializó tal articulación? El imperativo de pensar conjuntamente los procesos y productos es una necesidad de coherencia epistémica con el pensamiento de Jean Piaget y Rolando García. Esa búsqueda de coherencia es también una apuesta ética y supone desafíos particulares para pensar nuestros modos de conversación y relación con otros.

La revolución de la epistemología genética consiste en un cambio del punto de partida en el modo de pensar el conocimiento. Mientras que las epistemologías tradicionales enfatizaron la idea que el *conocimiento es un hecho, un producto, un resultado,* la aventura piagetiana consiste en concebir la idea del *conocimiento como proceso,* o, mejor aún, el esfuerzo sistemático por pensar conjuntamente el conocimiento-producto y el conocimiento-proceso. Este cambio paradigmático implicó una modificación de la pregunta central de la epistemología, desplazándose del interrogante ¿qué es el conocimiento? a la pregunta ¿cómo se construye el conocimiento?

La primera pregunta permite entender el tipo de reduccionismo epistemológico operado por la filosofía de la ciencia del positivismo lógico a través de una serie de equivalencias: ciencia = conocimiento = producto = conjunto de proposiciones. Si, el conocimiento es una cosa, un sistema de enunciados o proposiciones; por lo tanto, la epistemología puede ser reducida a un análisis lógico de la sintaxis del lenguaje científico. El positivismo como actitud mental produce una

cosificación del conocimiento al concebirlo como un producto sin historia: el tiempo y el devenir carece de relevancia epistemológica.

En contraste, al problematizar el conocimiento como proceso la epistemología piagetiana requiere de una innovación metodológica: la necesidad de investigar la historia (la psicogénesis y la sociogénesis) de las estructuras de conocimiento. Esta comprensión genética o histórico crítica de las estructuras cognitivas resulta central en la teoría de los sistemas complejos de R. García ya que resulta imposible comprender la estructura y dinámica del sistema si no se explican los *procesos de estructuración* que condujeron a un determinado tipo de organización sistémica en un momento de su historia. Comprender los procesos, problematizar la historia (social, epistémica, ecológica, política) es una acción ineludible para comprender el presente de un sistema complejo. Concomitantemente, el pensamiento procesual se vuelve crucial para pensar estrategias de acción que permitan actuar sobre el sistema complejo y estimular su reorganización futura hacia un estado más deseable.

La noción de proceso resulta un concepto clave para problematizar la relación entre el ser, el devenir y el porvenir, en definitiva, la cuestión del tiempo en la organización de la experiencia humana. Esta apertura del pensamiento a la idea de proceso implica no solo un enriquecimiento epistemológico de la comprensión del conocimiento, sino que también plantea desafíos éticos y políticos para la práctica científica. ¿En qué se fundamenta semejante provocación? La problematización de procesos (esto es la historia y el futuro de un sistema complejo) aparece como el punto de amarre para pensar la interrelación entre lo epistémico, lo ético y lo político. La dimensión epistémica remite al modo de pensar la construcción de conocimientos; la dimensión ética conduce al reconocimiento del tipo de valores que intervienen en la identificación de un problema significativo sobre el que es necesario conocer y actuar; y finalmente, la dimensión política concierne a un doble hecho: (i) la elección de los fines, metas o estados futuros que resultan ‘deseables’ –a la luz de ciertos presupuestos

axiológicos–, por ejemplo, reducir la degradación ambiental en un cierto nivel en un período de tiempo determinado; y (ii) la decisión de estrategias o cursos de acción para alcanzar esas metas futuras.

Los razonamientos previos permiten comprender nuestra negativa sistemática a considerar que esta obra como un mero producto académico u objeto científico. Por la misma razón, enfatizamos la importancia de pensar este libro como momento de un proceso epistémico, ético y político. Esta tensión entre productos y procesos permite también hacer visible una sospecha o intuición que incita nuestra búsqueda. Nuestra cultura de pensamiento está animada por una tendencia sistemática a desvincular los procesos y los productos, valorizando los segundos y volviéndonos ciegos frente a los primeros. La génesis de esta controversia recorre la historia del pensamiento filosófico y científico: permanencia y cambio, ser y devenir, estructura e historia, estado y proceso. Creemos que esta controversia aparentemente abstracta tiene consecuencias concretas sobre nuestro estilo de pensamiento y nuestro modo de vida. Un producto sin proceso significa la cosificación de la vida y de la experiencia. Tal cosificación se expresa en todos los ámbitos de la vida humana. Si el positivismo expresa la cosificación del conocimiento en el dominio epistemológico, la lógica de la mercancía entraña la cosificación del trabajo en el proceso de producción capitalista. La actitud cosificante significa la universalización de la lógica del *homo faber*: su meta es la fabricación de un producto distinto y separado de la acción que lo produce. En el ámbito de la ciencia y la cultura académica la cosificación es inherente a la actitud *cientificista,* es decir, un modo de ser y hacer ciencia eminentemente utilitario e instrumental. La prioridad del *homo faber* académico no es pensar, comprender ni reflexionar, sino fabricar conocimientos útiles ¿útil para qué? ¿para quién? Es una pregunta que el *homo faber* no puede responder.

¿Cómo es posible todo esto? ¿Por qué el *homo faber* se ha vuelto dominante? ¿Por qué se absolutiza el valor del producto o resultado y tenemos severas dificultades para pensar y comprender procesos? Queremos compartir una intuición: hay

una relación profunda entre nuestro *modo de ser* o de *vivir* y nuestro *modo de pensar* Utilizamos la palabra 'intuición' y no 'hipótesis' porque el argumento que planteamos no pretende ser puesto a prueba en el derrotero de estos razonamientos, por el contrario, se trata de plantear una idea sobre la que queremos reflexionar. La intuición concierne al sentido de unidad y diferencia que puede establecerse entre el vivir y el pensar, entre el estilo de vida y el estilo de racionalidad o, si se quiere entre nuestra subjetividad y nuestro estilo de razonar. Lo que sospechamos es que hay un doble vínculo entre subjetividad y pensamiento, entre lo que somos –nuestro modo de ser sujeto– y nuestro modo de pensar –nuestro estilo de pensamiento–. Esta relación no es solo doble, sino también recursiva: los estilos de pensar tienen efectos sobre la subjetividad, al tiempo que los modos de ser moldean estilos de pensamiento. No hay prioridad ontológica entre pensamiento y subjetividad, ambos se estructuran mutuamente en el proceso de relación con el mundo y con otros sujetos.

Queremos pues pensar la significación de la actitud cosificadora del *homo faber* en el plano de la subjetividad y del pensamiento. La sospecha es la siguiente: la cosificación –hegemonía de los productos desunidos de los procesos– estimula un modo de ser utilitarista donde lo relevante es el resultado. En cuanto al estilo de pensamiento, la cosificación alimenta una racionalidad simplificante que instrumentaliza la vida convirtiendo en objeto inerte –manipulable y controlable– lo que es proceso vivo. No hemos respondido la pregunta acerca de cómo y por qué el estilo de pensamiento y la subjetividad cosificante se ha vuelto dominante (en la ciencia, la sociedad, la educación, la política). Esta pregunta implica un punto de vista procesual, en el sentido piagetiano del término, y la respuesta no puede ser otra que un análisis genético o histórico-crítico de nuestra propia subjetividad y estilo de pensamiento. La pregunta genética es ésta: ¿cómo hemos llegado a ser lo que somos? ¿cómo hemos llegado a pensar cómo pensamos? Solo problematizando la historia de nuestra subjetividad y la historia de nuestro pensamiento podemos entender la dominancia y generalización de un tipo particular de sujeto (el homo faber) y

un tipo particular de estilo de pensamiento (la racionalidad simplificadora). Nosotros mismos –nuestra subjetividad y nuestro pensamiento– somos productos de un proceso que controlamos poco y comprendemos mal y, sin embargo, somos los protagonistas y artífices de nuestra propia vida en condiciones que no elegimos y solo, parcialmente, podemos cambiar.

¿Podemos cambiar nuestro estilo de pensamiento? ¿Podemos escapar al estilo simplificador que domina la cultura de pensamiento de nuestra época? Los razonamientos previos nos llevan a sospechar que el cambio de estilo de razonar implica un cambio profundo en nuestra subjetividad, en nuestro modo de ser ¿Podemos cambiar nuestra subjetividad? ¿Podríamos ser de otra manera distinta a la que somos? ¿Cómo hacerlo? El pensamiento procesual nos permite comprender la subjetividad como proceso. Cambiar nuestro *ethos,* nuestro modo de ser y de pensar, no es un acto de la voluntad y de la decisión individual. En contraste, lo que sí podemos hacer, con mucha humildad, paciencia y sin certeza sobre el resultado es animarnos a imaginar procesos y diseñar experiencias reflexivas que permitan pensarnos a nosotros mismos, construir un puente entre la autoobservación y la autocrítica. Esto es lo que hemos intentado hacer con el proyecto del libro *Rolando García y los sistemas complejos* entendido como proceso social, epistémico y ético-político: construir una experiencia compartida en la cual la conversación con el otro estimule la construcción de un meta punto de vista –como sugiere Edgar Morin– para intentar observar nuestra observación, para intentar pensar nuestro pensamiento. Solo en la medida en que la experiencia vivida sea significativa para el sujeto pueden suscitarse procesos de autotransformación reflexiva. El cambio de pensamiento no consiste en la imposición, desde afuera del sujeto, del contenido de un pensamiento; en contraste, el cambio paradigmático –cambio en el estilo de razonar y de la subjetividad– es un cambio en la auto-eco-re-organización de nosotros mismos. No se trata en absoluto de un juego de palabras. El prefijo auto- expresa la relación reflexiva sobre el sí mismo: el cambio proviene de nosotros, se basa en el reconocimiento y

potenciación de la autonomía. El prefijo eco- expresa la dimensión contextual: el cambio requiere de ciertas condiciones sociales y conversacionales, fundamentalmente ligadas al modo de relacionarnos con el otro. El prefijo re- expresa el cambio sistémico.

Todo lo anterior no quiere decir, en absoluto, que el proceso del libro haya producido ya un efecto en la subjetividad y en el pensamiento de cada uno de los que hemos participado y vivido la experiencia. Pero el libro-proceso ha perturbado y provocado algo –de modo diferente y con sentidos diversos en cada uno de los protagonistas– en nuestra mente y en nuestro corazón, en lo que pensamos y en lo que sentimos. La pregunta es ¿Qué hacemos nosotros con esa perturbación? ¿Cómo podemos encadenar perturbaciones provocadoras que permitan religarnos en un movimiento de pensamiento y acción? Una vez más, debemos decirlo, esa es la apuesta epistémica, ética y política del libro *Rolando García y los sistemas complejos.*

Si por revolución entendemos un cambio en la estructura objetiva del mundo independiente de toda subjetividad, la revolución no puede ser otra cosa que una tiranía de los dogmáticos. Si la revolución es un cambio paradigmático de la relación entre subjetividad y objetividad, es decir, una reorganización de las estructuras intersubjetivas de pensamiento y de los modos de objetivación de lo real, la revolución es una posibilidad incierta por incrementar la libertad humana. En este segundo sentido, creemos, que el proceso de pensamiento vivido en la experiencia del libro ha sido revolucionario.

3. ¿Quién? La itinerancia de Rolando García

Rolando García es el protagonista inspirador de este libro, quien con su pensamiento y su obra nos ha provocado y estimulado a pensar, conocer y actuar en nuestra propia experiencia vital e intelectual. Pero ¿quién es Rolando García? Lejos de la pretensión de realizar un ensayo biográfico, algo que excede con creces el alcance de estas líneas, me propongo hacer una pintura breve de algunos hitos de la vida de Rolando con la

simple motivación de que el lector de esta obra pueda conocer algunas cuestiones significativas del personaje. Detrás de esta narrativa descansa también un supuesto epistemológico e interpretativo: la vida y la obra de un autor son inseparables. La vida es el contexto del pensamiento y éste emerge de aquella, aunque se objetive en construcciones intelectuales que parecen trascender al tiempo y al contexto singular donde fueron pensadas y concebidas. Comprender el contexto puede ayudarnos a pensar e interpretar el pensamiento de un autor, sus posibilidades y límites.

Rolando es un hijo del Siglo XX y del proyecto de una Argentina ilustrada y de clase media. Nació en Argentina, el 20 de febrero de 1919, en Azul una ciudad productiva del interior de la Provincia de Buenos Aires, cuya principal actividad económica es de tipo agrícola ganadera y que se encuentra ubicada a unos 300 kilómetros de la capital.

Pensemos el contexto socioeconómico del país en el que creció Rolando. La Argentina de la segunda década del Siglo XX todavía soñaba con el progreso: crecimiento económico, aumento de la población alfabetizada, descenso de la mortalidad. El modelo de acumulación de capital, iniciado hacia 1860 aún no se había agotado, y se basaba en una economía primaria y exportadora.

En 1936 Rolando se gradúa como Maestro Normal Nacional, de la escuela normalista Mariano Acosta, ubicada en el barrio porteño de Balvanera. Hay que decirlo claramente: antes de ser físico y epistemólogo Rolando fue maestro. Tres años más tarde, en 1939 recibe el título de Profesor Normal en Ciencias en la misma institución. Posteriormente, inicia estudios de licenciatura en la Universidad de Buenos Aires al tiempo que trabaja como auxiliar del Servicios Meteorológico Nacional, en Buenos Aires. Gracias a una beca, viaja a los Estados Unidos en 1946 donde obtiene una especialidad en Filosofía de la Ciencia (1947) y una Maestría en Meteorología (1948) en la Universidad de California, Los Ángeles. En 1953 obtiene un Doctorado en Física en la misma universidad con especialidad en Hidrodinámica y Termodinámica de la Atmósfera. Durante su educación en Estados Unidos se formó en lógica simbólica,

semántica y filosofía con Rudolf Carnap y Hans Reichenbach, dos conspicuos representantes del positivismo lógico. El primero fue uno de los autores del Manifiesto del Círculo de Viena mientras que el segundo fue el fundador del Círculo de Berlín. Recordemos que ambos filósofos, Carnap y Reichenbach, habían emigrado a los Estados Unidos a mediados de la década de 1930 debido a la persecución Nazi en Alemania.

Para mediados de la década de 1950 Rolando García es un investigador formado en el campo de las ciencias naturales y especializado en meteorología, con una sólida formación epistemológica y una concepción empirista de la ciencia. Los años 1950 son un punto de inflexión en la trayectoria intelectual de Rolando: regresa a la Argentina y se convierte en un protagonista decisivo en la fundación, organización y gestión de diversas instituciones científicas y académicas. En 1956, gracias a la invitación de Vicente Fatone, trabaja en la fundación y organización de la Universidad Nacional del Sur, en Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires. El mismo año asume como director general del Servicio Meteorológico Nacional y un año más tarde, en 1957, impulsa la creación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el principal organismo de ciencia y técnica de Argentina. Ejerció la vicepresidencia del CONICET desde su fundación hasta el Golpe de Estado de 1966, denominado "Revolución Argentina" y encabezado por el General Juan Carlos Onganía. Desde 1957 y hasta 1966 se desempeñó como Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, donde desempeñó un rol crucial en la modernización y transformación institucional de la Universidad entre 1955 y 1966.

Este período es habitualmente conocido como "la edad de oro" de la Universidad de Buenos Aires. Numerosos hechos avalan esa interpretación: se creó un nuevo estatuto que afirmó la autonomía universitaria y el cogobierno entre profesores, estudiantes y graduados; se generaron concursos públicos por antecedentes y oposición para el acceso al cargo de profesor universitario; se expandió la planta de profesores con dedicación exclusiva –que pasó de una decena en 1957 a 600 para 1962–; se

reorientó el perfil de la universidad, desde una universidad profesional hacia una universidad científica; se crearon nuevas facultades –como la Facultad de Farmacia y Bioquímica– y se lanzaron nuevas carreras universitarias –como Sociología y Psicología–; se profundizó la labor de investigación científica mediante la creación de institutos y laboratorios y se dio impulso a las actividades de extensión universitaria; se creó la Editorial EUDEBA, dirigida por Boris Spivacow, que publicó 12 millones de libros en menos de una década. El proceso de modernización no se condensa en los acontecimientos reseñados, pero sí permiten comprender la magnitud y sentido de la reorganización sistémica de la institución.

Los cambios en la Universidad de Buenos Aires fueron aún más profundos y significativos en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales bajo el decanato de Rolando García quien impulsó una Facultad organizada en departamentos, sin cátedras. Se creó el Instituto de Investigaciones Bioquímicas –dirigido por Luis Federico Leloir, premio Nóbel de Química en 1970–; el Instituto de Cálculo que albergó a Clementina, la primera supercomputadora de América del Sur y se impulsó la creación de la Carrera de Computador Científico, la primera de Argentina y América Latina. También se inició la construcción de la Ciudad Universitaria. Rolando García fue quien ejerció el liderazgo y la gestión del cambio organizacional de la Facultad, pero no fue un actor solitario sino un protagonista activo de un proceso complejo.

Lo paradójico es que la época dorada de la Universidad de Buenos Aires es un proceso surgido luego del golpe militar de 1955 –autodenominado "Revolución Libertadora"– que derrocó al gobierno de Juan Domingo Perón y, poco tiempo después, decretó su proscripción. ¿Cómo es posible que la llamada época de oro emerja luego de un golpe militar?

Para comprender el proceso de transformación de la Universidad de Buenos Aires y el rol de Rolando García en la gestión científica y académica entre 1957 y 1966 es necesario contextualizarlo en el proceso sociopolítico de la Argentina. El país en la que había nacido Rolando había cambiado. 1930 fue un punto de quiebre en la historia del país. En el plano

económico, la gran depresión significó el agotamiento del modelo de acumulación de capital basado en la exportación de bienes primarios. En el plano político, en 1930 se produce el primer golpe de Estado, impulsado por José Félix Uriburu y Agustín Pedro Justo, que derrocó al presidente Hipólito Yrigoyen. Se inicia así un período de más de medio siglo de gobiernos militares y debilidad democrática, hasta la recuperación de la democracia con el gobierno de Raúl Alfonsín en 1983.

Juan Domingo Perón era un militar que adhirió al ala moderada de Agustín P. Justo en el golpe de 1930. Luego, participó activamente en el golpe militar de 1943 contra el gobierno de Ramón Castillo. En 1946, Perón accedió a la presidencia a través de elecciones democráticas y fue reelegido para un segundo mandato en 1952. El peronismo es un fenómeno complejo y contradictorio que combinó una política de expansión de derechos sociales con una concepción iliberal de la democracia que articuló legitimidad electoral y autoritarismo político (persecución de opositores, represión, censura, tortura). El campo educativo y la educación superior no estuvo exento a esta articulación de lógicas opuestas que combinan procesos democratizadores y procesos represivos. Así, el gobierno de Perón decretó, por un lado, la gratuidad de la enseñanza universitaria y el acceso irrestricto (proceso democratizador de ampliación de derechos) y, por otro lado, y de modo concomitante, acentuó su lógica autoritaria y represiva: las universidades pasaban a depender del Poder Ejecutivo, la autonomía universitaria conquistada con la reforma de 1918 quedó suspendida y centenares de profesores fueron cesanteados u obligados a renunciar. También se limitó fuertemente el cogobierno: el representante del claustro estudiantil quedó limitado a un miembro con voz, pero sin voto. Tampoco debemos olvidar que Perón mantuvo la enseñanza obligatoria de la religión católica en las escuelas, que había sido decretada por el gobierno militar de 1943 y que suspendió el artículo 8 de la Ley 1420 que aseguraba la educación primaria obligatoria, laica y gratuita –piedra angular del Estado liberal decimonónico–.

Es en este marco sociopolítico que debe ser interpretado el proceso modernizador de la Universidad de Buenos Aires 1955-1966 y valorada la gestión de Rolando García como decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. La 'edad de oro' puede ser pensada como un proceso que intenta recuperar, regenerar y profundizar las ideas de la reforma universitaria desplegadas entre 1918 y 1943, en franca controversia con la filosofía nacionalista católica que hegemonizó la educación en el período 1943-1955. Sin embargo, entre la universidad peronista y la universidad reformista puede encontrarse una continuidad: la expansión de la matrícula universitaria.

La 'edad de oro' terminaría abruptamente el 29 de julio de 1966 en el hecho tristemente conocido como la Noche de los Bastones Largos, bajo la dictadura de Onganía que derrocó al gobierno de Arturo Illia un mes antes, el 29 de junio. La dictadura decretó la intervención de las universidades y la policía irrumpió en los claustros reprimiendo y encarcelando a profesores y estudiantes. Sara Rietti, primera doctora en química de la Argentina y protagonista de ese período cuenta que la Noche de los Bastones Largos estaban reunidos con Rolando García y Manuel Sadosky en la sala del Consejo Directivo de la Facultad, ubicada en ese entonces en la calle Perú 222, en la Manzana de las Luces. Cuenta Sarita que Rolando salió al cruce de la policía afirmando que estaban violando la autonomía universitaria y que no podían ingresar – "¿Cómo se atreve a cometer este atropello? Todavía soy el decano de esta casa de estudios", vociferó García. El agente uniformado golpeó con su bastón en la cabeza de Rolando, quien ensangrentado cayó arrodillado al piso. García se levantó y volvió a increpar a la policía que volvió a reprimirlo. Rolando lideró la renuncia masiva de profesores para imponer resistencia al proceso intervencionista. Había comenzado la 'fuga de cerebros' y las mentes más brillantes del país se fueron al exilio.

Rolando García emigró a Suiza, junto a su esposa Emilia Ferreiro. Rolando asumió la Dirección del Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP) establecido por un acuerdo entre la Organización Meteorológica Mundial y el Consejo Internacional de Uniones Científicas. Por su parte,

Emilia, graduada en psicología, comenzó el doctorado en el Centro Internacional de Epistemología Genética bajo la dirección de Jean Piaget con una tesis sobre "Las relaciones temporales en el lenguaje del niño". Quizás sea este el lugar para testimoniar el encuentro entre Piaget y García, a partir de un relato oral que me contó Jorge González durante un almuerzo que compartimos en el exquisito restaurante *El Cardenal* en la Ciudad de México en 2017. Jorge conoció a Rolando García a inicios de los años 1980 y fue tutor metodológico de su tesis doctoral. Volvieron a reencontrarse en el Centro Interdisciplinario de Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la Universidad Nacional Autónoma de México en los años 2000.

¿Cómo fue el encuentro entre Piaget y García? ¿De qué modo el científico positivista se convierte en coprotagonista de la epistemología genética? Quisiera reconstruir el testimonio oral que Jorge González compartió conmigo, según lo que mi memoria es capaz de recordar. Rolando había acompañado a Emilia Ferreiro al ágape que la Universidad de Ginebra brindaba a los nuevos estudiantes de doctorado. Un colaborador de Piaget le había contado a éste que Rolando era un científico riguroso, especializado en meteorología, con una sólida formación lógico-matemática y una concepción empirista de la ciencia. Esa tarde Piaget y García mantuvieron un diálogo que sellaría el inicio de una fecunda colaboración que duraría hasta la muerte del epistemólogo ginebrino.

Para comprender este diálogo es necesario retrotraerse una década antes de la llegada de Rolando a Suiza. Piaget convocaba a científicos de distintas disciplinas para investigar interdisciplinariamente los procesos de construcción de conocimiento. En el Centro Internacional de Epistemología Genética había hecho converger la colaboración de psicólogos, lógicos, historiadores, biólogos y especialistas de distintas ciencias. En una ocasión, Piaget invitó a Bertrand Russell, el célebre filósofo, matemático y lógico británico coautor con Alfred N. Whitehead de la monumental obra *Principia Mathematica* que, bajo la influencia de los trabajos de Frege, se proponía una fundamentación lógica de las matemáticas. Russell tenía una posición epistemológica de tipo empirista, realista y

atomista. Teniendo en cuenta este trasfondo filosófico, el diálogo con Piaget y su epistemología constructivista se torna significativo. Según me contó Jorge González, Piaget le mostró a Russell uno de sus experimentos en psicología genética realizado con niños. Seguidamente, Piaget le preguntó a Russell si podía explicar los resultados de dichos experimentos desde una epistemología empirista a lo que Russell contestó "no, no puedo". Por esa razón, argumentó Piaget, es importante que trabajemos juntos. El filósofo inglés rechazó el ofrecimiento señalándole a Piaget que mientras que él –Piaget– trabajaba en psicología del desarrollo y hacía experimentos psicogenéticos con niños, el mismo –Russell– se ocupaba de algo verdaderamente importante: la ciencia y el conocimiento científico.

Volvamos ahora al ágape de 1967. Piaget conversa con García y confronta a éste a los resultados de los experimentos en psicología genética, tala como lo había hecho con Russell años atrás[2]: –¿Cómo puede explicar estos resultados desde la epistemología empirista? Interroga Piaget a García. –No puedo, responde Rolando. –Lo espero el lunes en mi oficina, tenemos que trabajar juntos. García, con su genio y carácter, se impacienta pues ya le había explicado a Piaget que estaba en Ginebra para dirigir el Programa de Investigación Global de la Atmósfera de la Organización Meteorológica Mundial. Piaget insiste: –Lo importante es que usted tiene que trabajar conmigo. El clima se tensa y, finalmente, acuerdan algunos días para reunirse y trabajar. Había comenzado la colaboración Piaget-García.

El lector interesado podrá constatar que varias de las obras fundamentales de Piaget publicadas con posterioridad a 1967 son en coautoría con Rolando García: *Hacia una lógica de las significaciones, Las explicaciones causales, Psicogénesis e historia de las ciencias.*

A comienzos de la década de 1970 Rolando y Emilia regresan al país. García fue convocado por Perón para dirigir el

[2] Lo que sigue es un diálogo reconstruido a partir de la anécdota que me contó oralmente Jorge González en El Cardenal.

Consejo Tecnológico del Movimiento Nacional Justicialista. Durante el gobierno de Cámpora, García dirigió la Asesoría Provincial de Desarrollo en la Provincia de Buenos Aires. Durante el tercer gobierno de Perón, y tras la muerte de éste, cuenta García que recibió un llamado de un oficial retirado de la Fuerza Área para alertarlo que su nombre figuraba en la lista de ejecuciones de la Triple A (Alianza Anticomunista Argentina). García se exilia en 1974[3] y asume la dirección del programa *La sequía y el hombre* en el Instituto Internacional de Estudios Superiores con sede en Ginebra, lo que le permitió continuar su colaboración con Piaget. En su obra *Sistemas complejos* Rolando da a entender las implicancias ideológicas y políticas de su investigación. Lo que García no dice y que me fue testimoniado por Jorge González en *El Cardenal* es que la crítica política de García determinó que no volviera a ser contratado por los organismos internacionales.

4. ¿Por qué? Mi encuentro con Rolando García

Otoño. Hojas cayendo con el viento. Camino por la calle Florida. No recuerdo de dónde venía ni hacia dónde iba, solo el viento acude a mi memoria. El clima húmedo de Buenos Aires hace que una brisa que sopla desde el sur cale pronto en los huesos. Un día como cualquier otro, sin acontecimientos extraordinarios ni eventos especiales. Un día digno de confundirse con los días similares en la vida de un hombre. Esos días igualados por la rutina gris y sin sorpresa. Ese día común marcaría para siempre el futuro de mi vida intelectual. Un acontecimiento minúsculo e imprevisible provocado por una acción involuntaria signó el inicio de una nueva tendencia en mi historia de pensamiento. Me detuve, sin razón alguna e ingresé a la librería *El Ateneo* de Florida 632. Allí está emplazada la sede original de la mítica librería, antes que se convierta en una

[3] Sobre la labor de Rolando García en México a partir de 1974, remitimos a la obra de Jorge A. González (2018) *¡No está muerto quien pelea! Homenaje a la obra de Rolando V. García Boutigue,* México, Universidad Nacional Autónoma de México.

cadena comercial gigantesca. La misma librería donde mi padre compraba, a mediados de la década de 1980, los libros de *La prehistoria ilustrada para niños* que tanto disfruté en mi infancia. ¿Por qué decidí entrar? No lo recuerdo. No estaba buscando ningún libro en particular, no tenía ninguna urgencia literaria ¿Por qué no seguí caminando simplemente hacia mi destino que la memoria se empeña en no recordar? Quizás fue solo intuición, o quizás solo el deseo inconsciente de sentir aroma a libro, de sentir el papel entre los dedos. Quizás solo una excusa para escapar del frío. De la librería nada recuerdo, tampoco de las personas que allí había. Solo sé que caminé unos pasos y giré hacia la izquierda. Contra la pared había una estantería con libros. Me acerqué, pero una mesa interrumpió mi paso. Había varios libros exhibidos. Bajé la vista. En uno de los ángulos de dicha mesa había un libro con un recuadro bordó amarronado en cuya tapa se leía: Rolando García. *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentos epistemológicos de la investigación interdisciplinaria.* Ese acontecimiento cambió mi vida para siempre.

Recuerdo que era el año 2008, hacía pocos meses que había comenzado mi Doctorado gracias a una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –el mismo que había liderado Rolando, pero yo en ese momento desconocía su rol en la historia institucional del CONICET–. Hacía seis años había descubierto, de modo azaroso y fuera de la Universidad, la obra de Edgar Morin sobre el pensamiento complejo. Fue mi viejo[4] quien en el año 2001 me acercó un libro de Morin –cuando yo comenzaba el primer año de la Licenciatura en Ciencia Política en la Universidad de Buenos Aires– y me dijo "cuando puedas léelo, es alguien interesante que piensa diferente". Yo no le hice caso inmediatamente, pues estaba maravillado descubriendo la filosofía política antigua. La lectura de Morin quedó postergada unos meses hasta que la redescubrí fortuitamente tiempo después escribiendo un ensayo sobre teoría política contemporánea. La idea de complejidad me

[4] En Argentina "mi viejo" es una expresión cariñosa para referirse a nuestros padres.

cautivó, me provocó y me produjo una conmoción intelectual, espiritual y afectiva. Desde entonces la complejidad como idea, como proyecto, como actitud se convirtió en el eje de mi aventura vital e intelectual.

Con un amigo de la Facultad, Yamil Salinas, comenzamos a leer juntos la obra de Edgar Morin y a incursionar en distintas teorías de la complejidad. Todavía no comprendíamos muy bien la significación epistemológica y política de la idea de un 'paradigma de la complejidad', pero teníamos la intuición que era necesario construir una red que permita conectar y vincular a las personas interesadas en esta idea poderosa. Fue así como en el año 2002 fundamos la *Comunidad de Pensamiento Complejo,* con el objetivo de crear una red latinoamericana sobre complejidad. Cuatro años más tarde, en enero de 2006 –recién graduados de la Licenciatura en Ciencia Política de la Universidad de Buenos Aires– viajamos junto a Yamil al *Seminario Bienal de la Complejidad* que animaba Pedro Sotolongo en Cuba. Fue gracias a Pedro que conocimos personalmente a Edgar Morin en un caluroso verano habanero en enero de 2006.

A mi regreso de Cuba comencé a estudiar francés, con el deseo incierto de trabajar junto a Edgar Morin. Escribí a Edgar a mediados de 2008, evocando una fotografía que habíamos tomado en La Habana dos años antes. Para mi sorpresa, Edgar me respondió casi de inmediato y me invitó a seguir en contacto. Le propuse que dirija mi tesis doctoral que estaba consagrada al análisis crítico de su obra sobre el pensamiento complejo. Edgar me respondió amablemente diciendo que ya no dirigía más tesis, pero me contactó con Pascal Roggero, sociólogo de la Universidad de Toulouse. Gracias a una beca de la Embajada de Francia en Argentina pude realizar el doctorado en cotutela entre la Universidad de Buenos Aires y la Universidad de Toulouse.

Ese es el contexto intelectual donde hay que interpretar mi encuentro fortuito con Rolando García en la librería *El Ateneo.* La idea de complejidad era el centro de mi preocupación intelectual y el título del libro de Rolando me cautivó. Yo desconocía quién era Rolando García, nunca había escuchado su nombre, no sabía de su gesta político-científica e ignoraba

profundamente qué era la epistemología genética. ¿Cómo era posible no haber descubierto antes a Rolando García si, desde hacía seis años, estudiaba de modo autodidacta las teorías de la complejidad?

De inmediato decidí comprar el libro *Sistemas complejos* y comencé a descubrir quién era Rolando García. Ese descubrimiento me produjo un impacto emocional fortísimo y contradictorio. Por un lado, sentí una alegría inmensa al descubrir un pensador argentino que trabajaba en sistemas complejos y que había colaborado con Jean Piaget, pero ¿quién era Piaget? Tiempo después compré, en una librería de usados, la biblioteca completa de un piagetiano argentino que emigró a España y me lancé al estudio de la epistemología genética. En mi sentimiento de alegría anidaba también una profunda desazón. No entendía por qué Rolando García no era enseñado en la Universidad, cómo siendo argentino era ignorando en su propia tierra, cómo habiendo contribuido de modo decisivo al cambio profundo en la Universidad de Buenos Aires, la propia universidad le daba la espalda. Mi alegría y mi amargura eran tanto más profundas cuanto más investigaba y conocía la gesta de Rolando. Hasta ese momento de mi vida, las influencias intelectuales más profundas en mi sistema de pensamiento no habían nacido en la Universidad, sino por circunstancias externas a ella: el descubrimiento de Edgar Morin primero y de Rolando García después.

Hoy como ayer, no soy un erudito, sino un estudiante inquieto con una curiosidad de niño. Esa mezcla incierta de intuición y deseo de aprender orientó mi preocupación intelectual fundamental: pensar epistemológicamente la relación entre la ciencia y la política en clave del pensamiento complejo de Edgar Morin y de la teoría de los sistemas complejos de Rolando García. Al comenzar mi doctorado no tenía ni la más remota idea de cómo iba a llevar eso adelante. El doctorado fue un proceso de búsqueda, de aprendizaje y de pensamiento. Sabía qué en Francia, tenía en Pascal Roggero un interlocutor sobre pensamiento complejo, pero me faltaba profundizar una formación sistemática sobre Rolando García y la epistemología genética. Ese espacio de formación lo encontré con dos

profesores del doctorado: Ricardo Gómez y José Antonio "Tono" Castorina.

Ricardo Gómez se había exiliado en Estados Unidos en la década de 1970 y desarrolló una carrera como profesor de filosofía de la ciencia en la Universidad de California, Los Ángeles. Visitaba todos los años la Argentina para impartir, en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, un seminario sobre epistemología cuyo tema cambiaba cada año. Tuve el privilegio de cursar dos seminarios con Ricardo, en 2008 y en 2009, el primero estuvo dedicado a "Las prácticas científicas. Incidencias de la política" y el segundo tenía como tema central "Las ciencias sociales. El retorno de la ontología". Uno de los tópicos que abordamos fue el debate entre ciencia y política, epistemología e ideología en el contexto de la Universidad de Buenos Aires de los años 1960. Pude así aproximarme al estudio filosófico del diálogo controversial que Rolando García mantuvo con Gregorio Klimovsky, Oscar Varsavsky, Thomas Moro Simpson en las páginas de la revista *Ciencia Nueva* en aquellos años. Para mi sorpresa, en el seminario conocí a Celia Baldatti quien fue alumna de Rolando García cuando este último impartía seminarios de posgrado en el extinto Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires[5]. Celia fue quién investigó, junto a Nelson Becerra y Roque Pedace, el agro pampeano como sistema complejo. Celia apreciaba mucho a Rolando y pude establecer con ella una relación de empatía y amistad epistolar. Sus testimonios orales me permitieron tomar conocimiento de algunas desventuras de la relación de Rolando con la Universidad de Buenos Aires y la negativa de su ingreso a la Carrera de Investigador del CONICET.

La búsqueda de un espacio de formación sobre epistemología genética me condujo inexorablemente al encuentro del Tono Castorina, el principal referente de psicología y epistemología genética en el país. Vale la pena

[5] El CEA fue creado en 1985 con el objetivo de fomentar el trabajo interdisciplinario de problemas complejos que se encuentran en la intersección de la naturaleza, la sociedad y la tecnología. Dejó de funcionar en el año 2003.

testimoniar que el Tono impartió clases como profesor Adjunto en la cátedra de Piscología Genética y Teoría de la Inteligencia, junto a Emilia Ferreiro, la profesora Titular, y Rolando García, como profesor Asociado, hasta que en 1974 la Universidad de Buenos Aires fue intervenida. Mi programa de doctorado en Argentina y Francia no contemplaba ningún curso sobre epistemología genética. Así que en 2008 –el mismo año que conocí a Rolando y comencé mi doctorado– me anoté como alumno externo del seminario de epistemología genética que el Tono Castorina dictaba en el marco del Doctorado en Epistemología e Historia de la Ciencia en la Universidad Nacional de Tres de Febrero.

En mi investigación doctoral pude hermanar epistemológicamente el pensamiento complejo de E. Morin y la teoría de los sistemas complejos de R. García. Desarrollé una operacionalización metodológica de dos conceptos epistemológicos clave: el concepto de paradigma en la obra de Morin y el de marco epistémico en la obra de Piaget-García. Con esta estrategia, me dispuse a investigar empíricamente el proceso de construcción de conocimiento en las ciencias de la complejidad. Estaba satisfecho con mi gesta, había logrado religar en la teoría y en la práctica tres vertientes de la complejidad que dialogaban poco entre sí: el pensamiento de Edgar Morin, la teoría de Rolando García y las ciencias de la complejidad.

Parecería que todo lo que hice, pensé e imaginé desde mi encuentro fortuito con Rolando en la librería *El Ateneo* hasta la publicación de este libro, sucedió de un modo inexorable. Pero la vida no es un cauce determinístico, aunque parezca serlo. Visto desde el presente, el pasado parece tener un carácter necesario, una concatenación de acontecimientos que conducen ineludiblemente a la situación actual. Visto desde el presente, el futuro aparece como un espacio incierto de posibilidades: no sabemos qué sucederá, no sabemos si lograremos nuestra meta, incluso, la meta es difusa y borrosa. Mi encuentro con Rolando en *El Ateneo* fue tan solo un acontecimiento poderoso que alimentó un proceso vital e intelectual que había nacido algunos años antes y, al mismo tiempo, ejerció sobre mi proceso de

pensamiento una influencia decisiva. Hoy como ayer, es la intuición la que alimenta mi razón, es la emoción la que agita mi pensamiento y me incita actuar. Esta unidad indescriptible de intuición, razón, emoción y acción es lo que provocó en mi la vida, la obra y el pensamiento de Rolando.

Le expreso mis disculpas al lector porque quizás este testimonio biográfico sobre mi propia historia de pensamiento carezca de relevancia filosófica, después de todo, lo que cuenta para la cultura académica, es el producto y el resultado y no el proceso de concepción. Sin embargo, la vida, el pensamiento, la emoción son procesos. Los productos son tan solo emergencias cristalizadas de ese devenir que continúa irrefrenablemente más allá de nuestras producciones momentáneas. Estoy persuadido que intentar comprender el proceso de lo que hacemos es un modo de dar sentido ético y político a nuestra acción. Allí se juega el por qué, el para qué y el para quién de nuestra búsqueda y de nuestra itinerancia.

Hay momentos de la vida que vistos desde la lejanía de los años permiten comprender la magnitud de acontecimientos que se aglutinaron en un corto tiempo, aunque sumergidos en ese presente resultaban inobservables. En el presente es el vértigo, la turbulencia, la incertidumbre la que domina sobre la estabilidad del resultado o la meta. Algo de eso hay en mi vida en el bienio 2008-2009. El encuentro con Rolando fue un atractor poderoso que modeló el cauce de mi aventura intelectual. Quiero concluir estas líneas con un testimonio epistolar que nos permite hacernos una idea de la ética de Rolando.

En setiembre de 2009, un año después de haber descubierto a Rolando y estudiado su obra, lancé en el marco de la Comunidad de Pensamiento Complejo una convocatoria pública y abierta para la construcción de un libro colectivo titulado *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina.* Sentía la convicción profunda de construir un libro colectivo que permita hermanar y hacer dialogar a las distintas corrientes de pensamiento que trabajan la idea de complejidad en América Latina. Gracias a la red de complejidad creada siete años antes, establecí vínculos con académicos de todo el continente y construí un equipo de treinta colegas para

desarrollar el proyecto. Entre esas tareas me aboqué a organizar un Consejo Científico Internacional del proyecto con la finalidad que estén representadas las distintas perspectivas de complejidad en América Latina. Edgar Morin acepta, para mi sorpresa y alegría, asumir la presidencia honoraria del consejo. El órgano está integrado por Carlos E. Maldonado –principal exponente de la filosofía de las ciencias de la complejidad en América Latina y crítico profundo de la filosofía moriniana–; Pedro Sotolongo –físico y filósofo preocupado por tender un puente entre las ciencias de la complejidad y el pensamiento complejo–; Rafael Pérez-Taylor –que en aquellos años trabajaba en el desarrollo de una antropología de la complejidad humana en clave moriniana–; Pascal Roggero –representante de la escuela francesa del pensamiento complejo en ciencias sociales– y Jean-Louis Le Moigne –pionero del constructivismo y la teoría de los sistemas en Francia–. Estaba exultante, pero insatisfecho. Los principales referentes intelectuales de las teorías de la complejidad estaban contenidos y representados en el consejo científico del proyecto, pero faltaba un nombre y una perspectiva crucial: la de Rolando García y los sistemas complejos. Gracias a la generosidad del Tono Castorina inicié un intercambio epistolar con Rolando. Le envié una misiva electrónica el 14 de septiembre de 2009, contándole mi encuentro con su obra, la idea del proyecto e invitándolo a integrar el Consejo Científico del Libro Colectivo sobre complejidad en América Latina. Rolando me respondió dos días después, el 16 de septiembre, en estos términos:

> Lic. Leonardo Rodriguez Zoya:
>
> Leí con atención su propuesta. Sin duda, es un proyecto ambicioso. Demasiado ambicioso quizás. Una convocatoria abierta de este tipo puede dar por resultado una avalancha de textos diversos, difíciles de evaluar y jerarquizar. Si el resultado es un volumen de 500 pgs, no será viable para ninguna editorial. Si el resultado es algo de calidad muy disímil, tampoco.

> Como usted bien sabe, "la complejidad" se presta para discursos de todo tipo.
>
> Lo lamento, pero no estoy en condiciones de participar y no acostumbro "dar mi nombre", sin más. Siempre consideré deshonesto dar el nombre para figurar en un comité, sabiendo que no podré participar en la lectura y selección de trabajos presentados.
>
> Le agradezco los conceptos que sobre mí expresa en su carta.
>
> Cordiales saludos, Dr. ROLANDO GARCIA

Me impactó su postura ética y su reticencia a prestar su nombre como mero figurante. En nuestro medio académico, lo sabemos, abundan los acólitos del partido 'figuración o muerte', aunque realicen pocos aportes sustantivos a la construcción intelectual de un proyecto. A Rolando le preocupaba esto último y su posicionamiento permite también comprender la integridad ética del personaje. Además, Rolando tuvo razón en todo lo que dijo en esa epístola: la obra devino un esfuerzo inmenso y ciclópeo por la magnitud y volumen de los trabajos recibidos. Un aluvión de más de 200 contribuciones originales de los campos más diversos. Como había dicho Rolando "fue difícil de evaluar y jerarquizar". Difícil, sí, pero no imposible. Logré entrevistarme con las principales editoriales de habla hispana y despertar su interés para publicar la obra, pero el costo que implicaba era prohibitivo. Cada tomo demandaba más de tres mil dólares y la obra no tendría menos de cinco volúmenes. Había otro problema: el proyecto de libro se había planteado publicar una obra colectiva de acceso abierto bajo una licencia *creative commons*. La filosofía del proyecto entraba en contradicción con la lógica del *copyright* de las editoriales comerciales. El proyecto se estancó. Había imaginado terminar el proyecto en un año y que para 2010 o 2011 máximo, el libro esté publicado. Para ese entonces, el proceso no había sino iniciado y me tomó más de diez años de mi vida concretar su

realización. Todo parecía ser proceso sin producto, proyecto sin libro publicado. Finalmente, me convencí de la necesidad de fundar una nueva editorial coherente con la apuesta epistémica, ética y política de la Comunidad de Pensamiento Complejo: divulgar y enraizar el paradigma de la complejidad en la ciencia, la política y la educación. Recién en 2016 vio la luz la *Comunidad Editora Latinoamericana,* la primera editorial transdisciplinaria, no comercial y de acceso abierto dedicada a la teoría y práctica del enfoque de la complejidad.

Como el lector puede apreciar, el libro *Rolando García y los sistemas complejos* es producto de un proceso que lo trasciende, se inscribe en una historia, forma parte de una búsqueda vital e intelectual que incluye una decisiva apuesta epistémica y ético-política por la construcción colectiva de experiencias y procesos de pensamiento colaborativo que nos estimulen y ayuden a razonar, conversar y actuar juntos en la complejidad del mundo para imaginar y construir otro mundo, más humilde, más solidario, más armónico con la vida, con la Naturaleza y con la humanidad.

El 14 de octubre de 2012 comencé a escribir una carta a Rolando que decía:

> Querido Rolando,
>
> Sueño con transformar al país mediante la ciencia y el conocimiento, como usted lo hizo en su momento.
>
> Quisiera organizar un centro de investigación interdisciplinaria en sistemas complejos orientado al estudio de los problemas fundamentales de nuestro país y de América Latina.
>
> Quisiera formar investigadores sensibles a estas ideas.
>
> Quisiera poder unir los conocimientos así producidos en un movimiento transformador

> de la vida concreta y práctica que permita reducir el sufrimiento de nuestro pueblo.

En ese fragmento se puede apreciar mi idea de futuro, el sentido de mi gesta. Este libro tiene que ser leído como momento de ese proceso aún inconcluso. Tenía la intención de enviarle mi Tesis doctoral donde su pensamiento había sido protagonista de mi construcción intelectual. Estaba en una carrera contra reloj terminando la escritura y revisión del documento que debía entregar a comienzos de noviembre de 2012. La redacción del correo quedó en suspenso. El 6 de noviembre deposité mi Tesis doctoral en la Universidad. Estaba feliz, ahora podía contarle a Rolando mis logros. Estaba ansioso por conocer su opinión. Quería que supiera que consagraría mi vida intelectual a mantener vivo y regenerar su legado. Estaba persuadido de la relevancia teórica y práctica de la interdisciplina de sistemas complejos para fecundar una ciencia y una política diferente. Tomé un respiro luego de un proceso mental agotador. La muerte se interpuso entre mi carta y su destinatario. Nueve días después de concluida mi Tesis doctoral, falleció Rolando el 15 de noviembre en Ciudad de México. Hay un abrazo que nunca nos dimos. Un café que jamás compartimos juntos. ¡Cómo me hubiera gustado! Ahora sabía que mi intercambio epistolar acontecido cuatro años antes había sido el primero y el único que mantendría con él.

Este libro es el testimonio de una búsqueda intensa y apasionada que pretende honrar la memoria de nuestro querido Rolando y lanzar hacia el futuro toda su potencia creativa. Rolando te quiero, te admiro. Aún tenemos pendiente un abrazo.

5. ¿Qué? Pensar y problematizar con Rolando García

Rolando García planteó con claridad la íntima relación que existe entre problema y método, entre el qué y el cómo de una investigación científica. Este principio puede extenderse a cualquier proyecto concebido por el ser humano. Una concepción fetichista del método tiende a subordinar el *qué* al *cómo* y, consecuentemente, a plantear problemas que sabe de

antemano con qué método tratarlos. En un distanciamiento crítico con esta actitud, la obra de Rolando nos invita ante todo a pensar problemas relevantes sin pretender reducir estos a su tratabilidad metodológica o técnica. Primero, dice Rolando, debemos pensar el problema y, luego, esclarecer el modo de abordarlo. La primacía del problema reclama el protagonismo del pensamiento y de la ética para problematizar la experiencia y elaborar construcciones significativas sobre las que resulta relevante conocer y actuar. Estas construcciones son lo que García denomina 'sistemas complejos'.

La relación entre el *qué* y el *cómo,* entre el problema y el método, permite esclarecer también el modo en que Rolando piensa el vínculo entre sistemas complejos e interdisciplina. El primer concepto se refiere, exclusivamente, al modo de conceptualizar un objeto de estudio y construir un problema; mientras que el segundo, la interdisciplina, concierne al tipo de metodología que requiere la investigación de un problema conceptualizado como un sistema complejo. El concepto de sistemas complejos y de interdisciplina elaborado por Rolando es restrictivo –y difícil de practicar–. No se aplica a cualquier tipo de problema ni a cualquier objeto. En la perspectiva de Rolando un sistema complejo comprende fenómenos con dos características básicas. Por un lado, fenómenos o situaciones que se encuentra a caballo entre la naturaleza y la sociedad. Rolando no está interesado en pensar los sistemas complejos como lo hacen las ciencias de la complejidad, por ejemplo, para explicar el comportamiento caótico de una pila de arena o una congestión de tránsito. En contraste, le preocupan situaciones urgentes que afectan la vida social y natural. Por otro lado, y ligado lo anterior, el concepto de sistemas complejos permite problematizar situaciones o experiencias donde se interseca el conocimiento y la acción. Los sistemas complejos en los que piensa Rolando son conjuntamente objetos de conocimiento y objetos de acción, se busca conocer un sistema complejo porque se quiere actuar sobre él y transformarlo.

Si hermanamos el enfoque de Piaget con el de Vygotsky podemos plantear una doble afirmación: el pensamiento es acción y lenguaje interiorizado. Esta doble tesis permite sostener

que el concepto de sistemas complejos es una estrategia de pensamiento para problematizar la realidad y una estrategia de acción para actuar en las realidades problematizadas. Esta es la razón por la cual, la noción de sistemas complejos constituye, en nuestra perspectiva, la categoría central de esta obra y un concepto organizador del pensamiento de García.

Nos permitimos, a continuación, realizar un comentario introductorio a la problemática abordada en cada uno de los capítulos y su relación con el pensamiento de Rolando. En la sección siguiente profundizaremos en el método de trabajo puesto en juego para la construcción de este libro.

5.1. Capítulo I. En búsqueda de la razón perdida

Hernán G. Solari, Mario A. Natiello y Alejandro G. Romero nos invitan a pensar en una historia de la razón crítica a través de una tesis original y provocadora: La concepción de razón surgida al calor de la filosofía de la Ilustración tiene relaciones estrechas y profundas con la concepción de racionalidad que emerge en las teorías contemporáneas de la complejidad en el Siglo XX, en particular con el pensamiento de J. Piaget y R. García.

Para defender esta tesis los autores realizan un análisis sociogenético de la razón crítica apoyados en el concepto de marco epistémico teorizado por Piaget y García. Este concepto les permite poner en evidencia la gravitación del marco sociopolítico en la construcción de una concepción de ciencia y de conocimiento. Sobre esta base conceptual, el capítulo despliega un análisis retroductivo o histórico-crítico –coherente con los principios del constructivismo piagetiano– que parte del estado actual de la racionalidad en la ciencia contemporánea hasta finales del siglo XIX. No se trata en absoluto de una historia cronológica acerca de cómo progresa la razón en las ciencias, más bien se trata de la reconstrucción histórico-crítica de un proceso epistémico y político a través del cual emerge y se organiza una forma dominante de razón.

El trabajo se encuentra organizado en dos grandes momentos argumentales. En la primera parte, los autores ponen

a prueba la siguiente conjetura: entre 1880 y 1990 se desplegó un proceso de degradación y simplificación de la razón crítica –surgida del pensamiento ilustrado– que condujo a un tipo de racionalidad instrumental y de ciencia puramente utilitaria que es incapaz de pensar y comprender la complejidad del mundo. Si la ciencia contemporánea es incapaz de resolver los problemas de orden planetario que amenazan la vida, argumentan los autores, la raíz del fenómeno hay que buscarla en el estilo de racionalidad que engendra la instrumentalización de la ciencia.

Para explorar la conjetura planteada los autores reconstruyen cuatro momentos históricos: (i) la globalización de la ciencia (1990); (ii) el surgimiento de la ciencia administrada en las postrimerías de la Segunda Guerra Mundial (1958); (iii) el estado de la física en el período entre las dos guerras mundiales (1930); y (iv) el período de apogeo de la revolución industrial (1880). El análisis en cada momento permite poner en evidencia el modo en que las intervenciones políticas y los cambios socioeconómicos fueron modelando, sin determinar, el tipo de "ciencia-realmente-practicada". En todos los casos, se verifica una degradación progresiva de la razón crítica en la práctica científica, con el concomitante avance de un estilo de racionalidad instrumental carente de reflexividad y autocrítica.

Tras haber puesto en evidencia "el origen de los mitos fundacionales de la ciencia realmente practicada", en la segunda parte del trabajo los autores se avocan a explorar el encuentro con la razón crítica que puede iluminar otras concepciones de conocimiento y estimular otras prácticas científicas. En esta dirección construyen relaciones originales y significativas entre el pensamiento de Kant, Goethe, Hegel, Whewell y Peirce (que los autores conciben como los últimos representantes del 'racionalismo ilustrado') y la idea de una razón compleja que puede fecundarse con las contribuciones de E. Morin, J. Piaget y R. García. La razón crítica y dialéctica aparece como la metáfora de una semilla que no logró germinar ni convertirse en mata y fue ahogada en la sociogénesis del utilitarismo instrumental. El trabajo por regenerar y complejizar el ejercicio de la razón aparece, en el horizonte trazado por los autores, como un desafío

epistémico, ético y político en la construcción de otro mundo posible.

5.2. Capítulo II. El problema de la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista

El objetivo del trabajo de Gastón Becerra y José Antonio Castorina es examinar las condiciones de posibilidad de la objetividad en el constructivismo de Jean Piaget y Rolando García, y en la teoría de los sistemas complejos propuestas por este último. Para alcanzar este objetivo, el capítulo analiza, en primer lugar, el posicionamiento de Piaget y de García respecto a dos sentidos del concepto objetividad. El primer sentido de objetividad implica una respuesta de tipo "realista" a dos preguntas ¿qué es la realidad? ¿qué podemos conocer de ella? La tesis realista sostiene que hay una realidad externa que existe 'objetivamente' de modo independiente al conocimiento y, simultáneamente que dicha realidad puede ser conocida por el sujeto. El segundo sentido de objetividad implica una postura más de tipo sociológico que afirma que lo objetivo es el resultado de un consenso o acuerdo entre los científicos.

En relación con el primer sentido de objetividad, los autores argumentan que el constructivismo de Piaget y García es compatible con algunas corrientes del realismo crítico que sostienen que la realidad es cognoscible a través de estructuras o interpretaciones conceptuales. Luego de este análisis, los autores profundizan en el concepto de objetividad implicado en la teoría de los sistemas complejos de R. García. El punto crucial radica en que el concepto objetividad se complejiza teniendo en cuenta el carácter histórico, interdisciplinario y construido del sistema complejo.

En lo que concierne al segundo sentido objetividad –entendida como el resultado de un acuerdo o consenso de la comunidad científica–, los autores plantean una relación explícita entre los acuerdos que involucran valores epistémicos y aquéllos que involucran valores sociales (éticos o políticos). Esto les permite profundizar el análisis acerca del rol de los valores y la ideología en el constructivismo piagetiano y,

particularmente, en el rol metodológico del concepto de marco epistémico en la teoría de los sistemas complejos de R. García.

Este andamiaje analítico conduce a los autores a problematizar la objetividad en la visión constructivista y sistémica para encontrar puntos de encuentro y articulación entre los dos sentidos de objetividad analizados previamente. Según los autores, el concepto de marco epistémico juega un rol clave para la apertura del constructivismo sistémico hacia una dimensión social del conocimiento y, con ello, la inclusión reflexiva de los valores en el proceso de investigación interdisciplinaria de un sistema complejo.

El capítulo concluye argumentando a favor de un concepto de objetividad sistémico-constructivista que se fundamenta en la articulación y diferenciación de los dos sentidos de la objetividad analizados. Así entendida, la objetividad es un proceso que involucra una dialéctica entre el realismo epistémico y la reflexividad social. Esta comprensión compleja de la objetividad permite escapar a distintas formas de simplificación que encierran las filosofías objetivistas y relativistas.

Los *diálogos reflexivos* del capítulo se han enriquecido con los comentarios críticos realizados por Hernán Solari y colaboradores que han dinamizado y enriquecido el debate controversial en el desarrollo del Simposio.

5.3. Capítulo III. Rolando García bifronte: entre Piaget y los Sistemas

Roberto Follari nos invita a pensar críticamente tres controversias que recorren el pensamiento de Rolando García. La primera controversia sostiene que en la obra de R. García existe una tensión no resuelta entre la "epistemología piagetiana" y la "teoría de los sistemas". La hipótesis de Follari sostiene que en la obra de García no se produjo una transición desde la epistemología genética hacia la teoría de los sistemas; sino que ambas tradiciones conviven temporalmente guiadas por intereses diversos sin que el propio García haya profundizado en las convergencias y divergencias de sendos marcos teóricos.

Follari defiende la tesis que mientras la epistemología genética remite a intereses epistémicos, teóricos y conceptuales; la teoría de los sistemas guarda relación con intereses pragmáticos ligados a las actividades de consultoría de R. García. En esta dirección, Follari examina críticamente algunos supuestos compartidos por ambas tradiciones teóricas tales como el rechazo al empirismo, el problema de la racionalidad y un punto de vista relacional.

En segundo lugar, el autor analiza críticamente la controversia entre la concepción de dialéctica en el pensamiento de García y en la tradición de pensamiento hegeliano-marxista. Con agudeza, Follari observa que "no encontramos citas de Marx en los trabajos de García" y que es posible "aseverar que hay una lectura superficial de la obra de Marx". Este análisis le permite al autor preguntarse cuál es la concepción de dialéctica que subyace a la obra de R. García y señalar sus diferencias profundas con el pensamiento marxista.

Finalmente, la tercera controversia concierne a la relación entre psicogénesis e historia de la ciencia. Follari critica el carácter esquemático de la conceptualización de Piaget y García y el supuesto evolucionista de la historia de la ciencia que siempre tendría un carácter progresivo. Esto le permite al autor plantear un diálogo crítico entre el concepto de marco epistémico elaborado por Piaget y García y la noción de paradigma elaborada por Kuhn.

El análisis sistemático de las tres controversias señaladas, le permite a Follari concluir que la obra de García no contiene todas las herramientas conceptuales para alcanzar los propósitos ético-políticos que su teoría de los sistemas complejos persigue. Sin embargo, el autor valora positivamente dos logros de R. García: la conceptualización precisa del término complejidad y una construcción accionable de la interdisciplina que "no va contra las disciplinas, sino que las supone".

El trabajo de R. Follari fue leído críticamente por Elisa Telma Chisleanschi. La profundidad y riqueza de esos intercambios motivó la organización de una sesión especial del

Simposio[6] dedicada al análisis de las controversias sobre la dialéctica en el pensamiento de J. Piaget y R. García. Este diálogo controversial entre Follari y Chisleanschi se encuentra reunido en los *Diálogos reflexivos* del Capítulo III.

5.4. Capítulo IV. El problema de una teoría de los sistemas complejos

Carlos E. Maldonado se propone analizar de modo sistemático y explícito los aportes de R. García al desarrollo de una teoría de la complejidad. La hipótesis central de Maldonado afirma que no existe hasta la fecha una teoría general de los sistemas complejos. Según el autor, la pretensión de desarrollar tal teoría se encuentra en el foco y *leitmotiv* de la fundación del Instituto de Santa Fe en 1984 consagrado a las ciencias de la complejidad. El objetivo al que se consagraron los más conspicuos representantes de este programa se orientaba a encontrar "las leyes constitutivas y fundamentales de la complejidad" o, lo que es lo mismo decir, las leyes comunes que rigen el comportamiento de los sistemas complejos no lineales. Maldonado argumenta que la búsqueda de una teoría general de la complejidad encontró sus límites una década más tarde y que para 1994 el interés en el tema había decaído notablemente.

En este contexto problemático, el capítulo rescata y pone en valor el pensamiento de R. García como una tercera vía latinoamericana al desarrollo de una teoría de los sistemas complejos, de un talante y alcance distinto al pensamiento complejo de Edgar Morin y de las ciencias de la complejidad. Sin embargo, Maldonado observa que la obra de García guarda mayor afinidad epistémica con los desarrollos teóricos y metodológicos de las ciencias de la complejidad que con la obra de E. Morin.

Para acometer dicho propósito el trabajo de Maldonado despliega cuatro núcleos argumentales. En primer lugar, luego de analizar la historia, alcance y limitaciones del problema de

[6] La sesión se celebró el 1º de diciembre de 2023 se celebró en el Instituto de Investigaciones Gino Germani de la Universidad de Buenos Aires

una teoría general de la complejidad, Maldonado se aboca a mostrar las corrientes de pensamiento que influyeron en la construcción de la concepción de complejidad elaborada por R. García, principalmente: la epistemología genética de J. Piaget, la termodinámica de I. Prigogine y la teoría de los sistemas de L. Von Bertalanffy. En esta línea, Maldonado contrasta dichos antecedentes con las vertientes que dan origen y desarrollo a las ciencias de la complejidad.

En segundo lugar, Maldonado elabora una interpretación creativa y crítica de los componentes que requiere el desarrollo de una teoría de la complejidad en la perspectiva de R. García. Esto le permite identificar y precisar ciencias, disciplinas, enfoques, teorías y autores que no siempre son tratados de modo explícito por García en el desarrollo de su obra pero que son necesarios para la elaboración y desarrollo de una teoría de los sistemas complejos. En esta dirección, Maldonado señala la teoría de las perturbaciones, la teoría de las fluctuaciones, la teoría de la autoorganización, los sistemas abiertos, la ecología, la teoría del caos, la ciencia de redes complejas y la matemática.

El tercer argumento desarrollado por Maldonado intenta avanzar en la exploración de una teoría de los sistemas complejos. Esto lo lleva, por una parte, a señalar el carácter constructivista de la propuesta de García y a mostrar la influencia de la epistemología francesa en la línea de A. Koyré, G. Bachelard y G. Canguilhem. Por otro lado, señala la importancia de la metateoría en el desarrollo del enfoque de los sistemas complejos, una cuestión que R. García soslaya, según Maldonado.

Finalmente, el cuarto núcleo argumental se consagra a enunciar en qué consiste y cómo es posible una teoría de la complejidad. Maldonado crítica las limitaciones del constructivismo piagetiano como base para la fundamentación de una teoría de los sistemas complejos no lineales. Por otro lado, puntualiza que tal teoría consistiría en una arquitectura plural de múltiples teorías, modelos, semánticas y métodos.

Los *diálogos reflexivos* del Capítulo IV comprenden los comentarios críticos de Leonardo R. Rodríguez Zoya quien plantea tres ejes problematizadores del debate Maldonado-

García: (i) el problema de la unidad y diversidad del conocimiento; (ii) la formalización matemática en los sistemas complejos; y (iii) la articulación del lenguaje natural y el lenguaje formal en el estudio de los sistemas complejos. Los *diálogos* finalizan con la respuesta y comentario reflexivo de C. Maldonado a las objeciones planteadas.

5.5. Capítulo V. La expectación y la complejidad como principios de la actividad científica

El trabajo de Juan de la Cruz Argañaraz sorprende por su potencia creativa y su carácter innovador, al tratar un problema jamás planteado –hasta dónde llega mi conocimiento– en el campo de las teorías de la complejidad: *la expectación* –sistematizada por Hipócrates y progresivamente soslayada en la historia del pensamiento– es un principio metódico de prudencia que puede ayudarnos a pensar, reflexionar y comprender la complejidad de los problemas de nuestro tiempo.

La estructura argumental del capítulo se apoya en el reconocimiento de una doble controversia. Por un lado, el autor reconoce la tensión explícita que existe entre 'complejidad' y 'expectación', mientras que el primer término se encuentra en la primavera discursiva de las ciencias y la filosofía contemporánea, el segundo tiene una "larga y desventurada historia" en diversos campos como la filosofía, la ciencia y la salud. La segunda controversia confronta el principio de expectación hipocrática con el intervencionismo médico defendido por Galeno, con la finalidad de mostrar que estas distintas racionalidades tienen profundas consecuencias epistémicas y éticas que conciernen al lugar del saber, el poder y el otro en nuestras prácticas sociales (sean estas prácticas médicas, prácticas científicas, prácticas educativas o de cualquier otro tipo).

La tesis central con la que nos intenta persuadir de un modo sutil y magistral el autor puede resumirse del siguiente modo. El principio de expectación, surgido al calor de la medicina hipocrática, puede ser generalizado como principio epistemológico para la comprensión de los sistemas complejos.

En contraste, el principio de intervención y control, moldeado por la medicina galénica, solo es pertinente para sistemas simples. Ahora bien, cuando este principio es aplicado a sistemas complejos no solo se distorsiona la comprensión del fenómeno, sino que se simplifica la acción y la decisión, agravando, en general, el problema que se quiere resolver.

¿Cómo se atreve el autor a una tesis semejante? ¿Cómo la pone a prueba, es decir, como nos persuade a nosotros, humildes lectores, de la plausibilidad razonable de lo que acaba de afirmar? Para ese fin, el autor despliega una argumentación en torno a tres problemas de la historia de la ciencia que pueden considerarse decisivos para la emergencia de 'la complejidad' como objeto sistemático y explícito de la racionalidad científica: (i) el problema de los tres cuerpos de H. Poincaré; (ii) el problema de la verificación de teorías y los supuestos auxiliares planteado por P. Duhem; y (iii) el problema de la incompletitud de los sistemas axiomático-deductivos elaborado por K. Gödel.

¿Cuáles son las contribuciones del trabajo? La expectación es una actitud metódica, un principio de precaución y un modo de observación que puede enriquecer la formación de los científicos y contribuir al desarrollo de la investigación interdisciplinaria de sistemas complejos. El principio de expectación reconoce la relación e interdefinibilidad –para expresarlo con el lenguaje de R. García– del saber, el poder y la ética en todas las prácticas sociales (incluida la ciencia). Así, la idea de complejidad se revela como un principio de humildad que nos lleva a reconocer nuestra propia ignorancia lejos de cualquier soberbia epistémica. Como el lector puede apreciar, aquí emerge la posibilidad no sólo de una *scienza nuova*, sino también, de una política radicalmente distinta. En definitiva, la expectación y la complejidad nos invitan a imaginar construir nuevos modos de vida.

Los *diálogos reflexivos* del Capítulo V incluyen el comentario crítico de Jheimer Julián Sepúlveda López y Luz Arabany Ramírez Castañeda que animaron el debate en el desarrollo del Simposio.

5.6. Capítulo VI. Un modelo metodológico para el estudio situado de los procesos cognitivos en las organizaciones

Gustavo Montenegro e Ivana Schroeder proponen y fundamentan un modelo teórico para la investigación de las organizaciones como sistemas complejos. En ese marco general, los autores plantean un problema crucial: los procesos de aprendizaje y cambio organizacional suponen dinámicas de interacción cognitiva que son difíciles de observar e investigar empíricamente. Los procesos cognitivos aparecen como una dimensión tácita y subyacente respecto al pensamiento consciente y al lenguaje que emplean los actores organizacionales. Para enfrentar este problema, los autores elaboran un modelo metodológico para el estudio situado y sistemático de los procesos cognitivos en las organizaciones sociales. Esta novedad metodológica se fundamenta en la integración de tres perspectivas: la teoría constructivista de los sistemas complejos de R. García, la teoría fundamentada y la investigación acción. En esto radica la originalidad y contribución de este trabajo.

En el plano teórico, los autores sintetizan los principales fundamentos de un modelo de las *organizaciones como sistemas complejos de cognición distribuida.* Esta construcción teórica, elaborada en investigaciones previas, tiene la finalidad de explicar los mecanismos que bloquean y posibilitan procesos de aprendizaje organizacional. El enfoque de sistemas complejos de R. García es expandido hacia nuevos horizontes teóricos y puesto en diálogo con las teorías del cambio y aprendizaje organizacional y las ciencias cognitivas.

En el plano metodológico, los autores enfrentan un desafío crucial que puede ser resumido en la siguiente pregunta ¿cómo operacionalizar metodológicamente y medir empíricamente procesos concretos de aprendizaje organizacional? El trabajo muestra con solvencia que aquí reside una de las áreas de vacancia relevantes del campo. La pregunta planteada entraña una gran complejidad metodológica pues supone diseñar una estrategia que permita observar empíricamente fenómenos

intangibles (como la cognición) y analizarlos diacrónicamente (longitudinalmente) a lo largo del tiempo. De modo tal que aparece un doble reto, el de la observación empírica y el análisis procesual de la dinámica cognitiva de una organización.

Los autores analizan pormenorizadamente los requisitos, posibilidades y límites de la integración metodológica propuesta, valorando los aportes concretos de la perspectiva constructivista de los sistemas complejos de R. García, la teoría fundamentada y la epistemología de la práctica. El capítulo sintetiza con claridad los principales aportes teóricos y metodológicos del modelo propuesto. En particular, profundiza en los aportes que esta investigación entraña para el desarrollo de la teoría de los sistemas complejos de R. García. La contribución del trabajo se juega en un doble plano, por un lado, la puesta a prueba de la fecundidad del enfoque teórico y metodológico de R. García en nuevo dominio de fenómenos en el cual la TSC no había sido testeada; y por el otro, un enriquecimiento innovador y creativo de la teoría de los sistemas complejos con nuevas herramientas conceptuales y metodológicas.

5.7. Capítulo VII. Fundamentos metodológicos del diseño desde la epistemología genética-constructivista y los sistemas complejos de Rolando García

El trabajo de Francisco Platas López se apropia creativamente de los fundamentos epistemológicos, teóricos y metodológicos de la teoría de los sistemas complejos de Rolando García para construir y fundamentar un enfoque de diseño complejo. Un valor distintivo del trabajo de Platas López radica en la puesta en diálogo e integración de tres vertientes de la complejidad que, hasta el presente, no han sido articuladas en el campo de las disciplinas proyectuales: el pensamiento complejo de Edgar Morin, los desarrollos metodológicos de las ciencias de la complejidad y la obra de R. García.

El desarrollo argumental del trabajo está organizado en cuatro momentos. En el primero, el autor elabora los supuestos ónticos, epistémicos y metodológicos del diseño complejo, para

lo cual recupera los aportes seminales de la epistemología genética de J. Piaget y el pensamiento de R. García. El constructivismo piagetiano permite enfatizar la relación y mutua constitución del sujeto y del objeto de conocimiento, evitando tanto el reduccionismo subjetivista (característico de diversas formas de apriorismo, racionalismo o posmodernismo radical) como el reduccionismo objetivista (propio de las diversas vertientes del empirismo). Mientras que la primera forma de reduccionismo tiende a negar las contribuciones provenientes del objeto; el segundo enfrenta limitaciones para pensar los aportes provenientes del sujeto al proceso de construcción de conocimiento.

El segundo momento, Platas López avanza en la construcción conceptual del diseño complejo. Para este fin, recupera, analiza y discute distintos principios teóricos y conceptuales del pensamiento de J. Piaget y R. García, entre los que se destacan: la teoría de la equilibración de Piaget, el principio de estratificación, el principio de articulación interna, el principio de organización sistémica, las condiciones de contorno, y la cosmovisión. Según argumenta el autor, estos principios "son susceptibles de emplearse en problemas de diseño complejos".

El tercer momento, se aboca a mostrar el alcance teórico y práctico de una propuesta teleológica del *diseño complejo* para la vulnerabilidad y el riesgo. Esto implicó articular dos desafíos. Por un lado, la integración multidisciplinaria de cuatro perspectivas: el pensamiento complejo de E. Morin, los principios sistémico-constructivistas de R. García, los antecedentes de aplicaciones de la complejidad en las disciplinas proyectuales y el empleo de métodos de modelización de las ciencias de la complejidad. Por otro lado, el autor pone a prueba el carácter accionable del diseño complejo en distintas experiencias de investigación en las que se destacan las inundaciones de la Ciudad de México, la construcción social de lo espacial habitable en la sociedad hñähñu, entre otras.

Finalmente, en el cuarto momento argumental, Platas López analiza sistemáticamente las críticas que han sido dirigidas a los planteos ónticos, epistémicos, conceptuales,

metodológicos y prácticos del pensamiento de R. García en particular y del constructivismo piagetiano en general. Este análisis, le permite al autor precisar las controversias ético-políticas que subyacen a distintas concepciones de diseño. Mientras que el diseño tecnológico tiende a asumir procesos metodológicos lineales y estructurados, el diseño complejo requiere un proceso dialéctico de carácter no lineal.

El capítulo concluye con una valoración del pensamiento de R. García en las disciplinas proyectuales. En particular, se enfatiza que el planteo de los sistemas complejos permite poner en cuestión la idea objetual de diseño y, en contraste, permite una contextualización sociohistórica, ético política y humana del proceso de diseño. Los *diálogos reflexivos* del Capítulo VII se nutren de los comentarios críticos de Luisa Mattioli publicados en este libro y debatidos oralmente en el Simposio.

5.8. Capítulo VIII. Condiciones de contorno del sistema científico mexicano

El trabajo de Christian Ponce, Amelia Molina y José Luis Andrade es un esfuerzo por movilizar los planteos epistemológicos y metodológicos de R. García para pensar y problematizar la realidad concreta de México. En este horizonte, el trabajo tiene como objetivo analizar el sistema científico mexicano como sistema complejo. Para este fin, los autores utilizan el concepto de "condiciones de contorno del sistema" –categoría medular en el enfoque de sistemas complejos de R. García– para dar cuenta del funcionamiento del sistema científico mexicano. Para este fin, el trabajo elabora una pregunta-conductora que permite plantear un recorte del objeto de estudio poniendo el énfasis analítico en las condiciones jurídicas del sistema científico mexicano. Tal análisis les permite realizar un acercamiento crítico a las políticas de ciencia y tecnología (CyT) y poner en discusión el marco epistémico-axiológico que orienta las decisiones políticas.

Los autores recuperan dos conceptos clave de la obra de R. García para la problematización de su objeto de estudio: el marco epistémico y la noción de límite. La importancia

metodológica del marco epistémico radica en que el mismo condensa los valores epistémicos y ético-políticos de los investigadores que orientan la formulación de una pregunta conductora que sirve de guía para la construcción del objeto de estudio (el sistema complejo). En esta dirección, los autores realizan un valioso esfuerzo reflexivo por explicitar el propio marco epistémico desde donde piensan y problematizan la realidad, algo no tan habitual en los trabajos sobre el campo. La crítica a los procesos de mercantilización de la vida (incluyendo la ciencia y el conocimiento) los conduce a interrogarse por la direccionalidad de la política de ciencia, tecnología e innovación en México, así como por los puntos de continuidad y discontinuidad del sistema científico mexicano.

El segundo concepto, la noción de límite, resulta clave para pensar los flujos entre el objeto de estudio (el sistema científico mexicano como sistema complejo) y el contexto sociopolítico-jurídico del problema. Esta conceptualización conduce a los autores a centrar su interés analítico en las condiciones de contorno del sistema científico mexicano como una vía para comprender los procesos de estructuración y restructuración del sistema de CyT en México. De modo consistente con los principios epistemológicos del constructivismo piagetiano, los autores avanzan en una comprensión histórico-crítica de su objeto de estudio. Este análisis les permite identificar dos paradigmas o racionalidades ético-políticas en la historia del sistema científico mexicano. La primera, en vigor desde 1970, año de creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), pone el acento en la función social y productiva del conocimiento científico. La segunda, implementada durante los años 1990, concibe la ciencia desde un paradigma de crecimiento continuo que pone el acento en la utilidad económica y la contribución a la competitividad de la ciencia y la tecnología.

Tras este andamiaje analítico, los autores avanzan en problematizar la relación de tensión sector privado – sector público con el sistema científico mexicano. Por un lado, el trabajo reconstruye la sociogénesis del sector privado en las actividades de ciencia y tecnología, mostrando cómo el giro

hacia una ciencia mercantil ha tenido profundas consecuencias en el rediseño institucional de la educación superior universitaria. Por otro lado, los autores muestran el carácter controversial del vínculo Estado-Ciencia-Mercado a través de construcciones socio-jurídicas específicas en la historia reciente de México, lo que les permite analizar comparativamente la Ley de Ciencia y tecnología de 2002, animada por una racionalidad instrumental-mercantil, y la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación de 2023 que conceptualiza el derecho humano a la ciencia y el carácter público del conocimiento científico.

El desarrollo del capítulo muestra con claridad que el tipo de ciencia que se construye en un país y el modo de construir conocimiento científico está íntimamente ligado a los marcos epistémicos o racionalidades gubernamentales que subyacen a las construcciones políticas y jurídicas. La discusión de las políticas de ciencia y tecnología en clave del marco epistémico permite emplazar el problema de la ética y de la construcción del futuro en el centro del debate público sobre la ciencia en una sociedad democrática. Esta es una de las conclusiones principales con las que este trabajo interpela al lector.

Finalmente, los *diálogos reflexivos* del capítulo VIII se han beneficiado de los comentarios críticos de Carlos Cosentino que han dinamizado el debate en el Simposio.

5.9. Capítulo IX. La escuela es un sistema complejo

El trabajo de Carlos Cosentino tiene la vocación de ampliar el horizonte de la teoría de los sistemas complejos de Rolando García a un campo completamente nuevo: la investigación educativa. La gestión educativa fue un problema práctico crucial en la trayectoria profesional de R. García, centralmente en su rol de Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires entre 1958 y 1966. Sin embargo, en su trayectoria académica, Rolando García no desarrolló la investigación interdisciplinaria sobre la escuela, la universidad o la educación concebida como sistema complejo; en contraste, García tomó a su cargo otros

dominios de problemas, fundamentalmente, el cambio climático, la degradación ambiental y los alimentos. Es justamente en esta tensión entre la trayectoria profesional y académica de R. García donde se emplaza la novedad del trabajo de Cosentino: pensar la escuela como un sistema complejo en los términos epistemológicos, teóricos y metodológicos desarrollados por García en su obra.

Una de las originalidades del trabajo desarrollado por Cosentino radica en la articulación de un horizonte teórico y empírico. En el primer sentido, se despliega un esfuerzo de movilizar los recursos teóricos y conceptuales de R. García para pensar y problematizar la complejidad de la gestión escolar en contextos de alta incertidumbre. En el segundo sentido, el contexto de investigación se focaliza concretamente en los desafíos de gestión de los equipos directivos de escuelas secundarias de Argentina frente a las perturbaciones y turbulencias del COVID-19.

En el plano teórico, Cosentino recupera el principio de estratificación y el principio de no linealidad de los procesos evolutivos, propuestos por García, para pensar la escuela como sistema complejo. En esta andadura Cosentino desarrolla un esfuerzo por articular el vocabulario teórico de la obra de R. García con categorías conceptuales provenientes de las ciencias de la complejidad, fundamentalmente, la noción de autopoiesis, atractor, perturbación y turbulencia. En este marco categorial, el autor analiza el problema del liderazgo y gestión de un sistema complejo.

En el plano empírico, el trabajo analiza los desafíos de gestión escolar en el contexto del COVID-19 en escuelas secundarias de la provincia de Buenos Aires. En esta dirección analiza cuatro fenómenos: la perturbación suscitada por la interrupción de clases presenciales, los nuevos problemas de liderazgo, la emergencia de ensamblajes tecno-pedagógicos y el estrés emocional de los actores del sistema.

Las conclusiones del trabajo muestran la capacidad de adaptación del sistema escuela a las perturbaciones del contexto sociosanitario sin que esto implique un cambio sistémico-estructural en el núcleo pedagógico del sistema escolar.

Finalmente, los *diálogos reflexivos* del Capítulo IX se han enriquecido con los comentarios críticos de Christian Ponce, Amelia Molina y José Luis Andrade, incluidos en esta obra.

5.10. Capítulo X. La construcción de una perspectiva compleja para la formación universitaria en ciencias ambientales

La metodología de investigación interdisciplinaria de sistemas complejos propuesta por Rolando García presupone, por un lado, especialistas competentes en su ámbito disciplinar y, por el otro, que dichos especialistas sean capaces de integrarse en una dinámica de trabajo colectiva y colaborativa. Con toda legitimidad, uno puede preguntarse cómo formar investigadores aptos para el trabajo interdisciplinario. Como puede apreciarse, la teoría de los sistemas complejos de R. García entraña desafíos educativos específicos que condicionan la factibilidad práctica de la teoría. Dicho de otro modo, enseñar a hacer interdisciplina es condición de posibilidad para una práctica de la teoría de los sistemas complejos.

Es en este espacio problemático donde se inserta la contribución del trabajo de Elsa Marcela Guerrero y Dora Luján Coria, cuyo objetivo es sintetizar una experiencia de enseñanza-aprendizaje en el campo de las ciencias ambientales. Para alcanzar este objetivo las autoras despliegan dos momentos argumentales. Primero, analizan cómo las ciencias ambientales se acercaron a las teorías sistémicas y de la complejidad. Las autoras logran poner en evidencia cómo la emergencia de nuevos problemas globales complejos (tales como los desastres ambientales, la crisis alimentaria, la pobreza, las asimetrías sociales para afrontar la crisis energética y la degradación de los recursos naturales) posibilita la búsqueda de nuevos marcos epistemológicos, metodológicos y éticos. En esta andadura, efectúan una revisión crítica de los planteos de Edgar Morin, Rolando García y Enrique Leff poniendo en evidencia cómo el concepto de complejidad en los tres autores aporta una grilla de inteligibilidad para las problemáticas ambientales. Este derrotero analítico, conduce a las autoras a efectuar una crítica al concepto

de ciencia occidental moderna y a profundizar el diálogo con enfoques de conocimiento situados que valorizan los conocimientos ancestrales. Todo lo anterior, permite construir un rico cuadro de perspectivas ambientales integradoras, críticas, complejas, sistémicas y situadas.

Apoyado en la reflexión teórica y ético-política previa, el segundo momento argumental se orienta a sistematizar un proceso de rediseño pedagógico y creación de un dispositivo de formación con estudiantes de la Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Por último, María Valentina Soria, María Griselda Henríquez y Graciela Noemí Nozica han elaborado los comentarios críticos del Capítulo X que han nutrido los *Diálogos reflexivos* del trabajo.

6. ¿Cómo? Pensar conversando y conversar pensando

La andadura de este proyecto exigía imaginar creativamente una metodología de trabajo coherente con la apuesta epistémica, ética y política del proyecto y con el pensamiento de Rolando García. *Pensar conversando y conversar pensando* es el principio de método que anima la construcción colectiva de la obra Rolando García y los sistemas complejos. El *pensar* remite ante a un proceso cognitivo del sujeto y su ejercicio requiere de la autonomía individual. No negamos en absoluto la dimensión social y cultural del pensamiento, pero afirmamos que sin autonomía individual no puede haber una práctica de pensamiento digna de tal nombre. La *conversación* evoca una situación interactiva entre en un yo y otro. La noción de conversación es *dialógica* ya que pone en juego un modo de relacionarnos con el otro y por lo tanto una ética. ¿Quién es el otro con quien converso? ¿Cómo me relaciono con él? Al vincular pensamiento y conversación deseamos construir una experiencia de conversación donde el encuentro con el otro potencie y enriquezca la autonomía y

creatividad personal. Este es el espíritu que anima la práctica metodológica de construcción del proyecto de Libro y Simposio.

Esta metodología de conversación y de pensamiento busca generar condiciones para un diálogo generativo (amistoso, riguroso, sincero, generoso y controversial) que estimula la emergencia de procesos de pensamiento creativo, reflexivo y autocrítico. A través de este proceso conversacional buscamos construir, experimentar y vivenciar –colectiva y colaborativamente, pero potenciando la autonomía individual–, una experiencia de pensamiento complejo que nos enriquece y nos transforma a partir de un diálogo controversial con el que tiene un punto de vista distinto al nuestro. La controversia y la contradicción se convierten en un estímulo para el pensamiento y en una posibilidad de aprendizaje (para pensar lo que no habíamos pensado, para imaginar lo que no habíamos imaginado) en el marco de una conversación animada por los valores del respeto, la honestidad, la humildad y la capacidad de escucha.

¿Cómo se operativizó en la práctica estos principios metodológicos? En primer lugar, el proyecto de Libro incluyó la celebración de un Simposio que tuvo por objeto analizar y discutir colectivamente los capítulos de la obra antes de su publicación. Con este objetivo, los capítulos aceptados fueron compartidos entre los autores participantes del libro con un mes de antelación, con la finalidad que puedan ser leídos antes de la realización del Simposio. Por esta vía, se buscó que el Simposio sea un encuentro de pensamiento conversado que pueda dar densidad y profundidad a las ideas y argumentos desarrollados en el trabajo escrito.

En segundo lugar, cada participante del proyecto desempeñó un doble rol, como autor de un capítulo y como lector crítico y amoroso del trabajo de un colega quien debía elaborar por escrito la realimentación crítica al trabajo de un colega. De este modo, se buscó estimular un intercambio epistolar previo a la realización del Simposio que permitiera potenciar la riqueza de los intercambios argumentativos durante las sesiones de conversación. Esta propuesta exigió un alto grado de compromiso y responsabilidad por parte de los autores,

a quienes les estoy enormemente agradecido por haber asumido el desafío, pues implicaba ingresar un terreno de incertidumbre y de construcción de un diálogo controversial con el otro. Es relativamente fácil comunicarse con quién tiene un punto de vista similar al nuestro, lo difícil es conversar con el que piensa distinto. El desacuerdo puede convertirse en el acontecimiento que quiebra un lazo comunicativo y por lo tanto un vínculo social con el otro. El desafío es construir un proceso de conversación aún en la controversia y el desacuerdo.

Con ese espíritu se diseñaron los siguientes principios orientadores para elaborar los comentarios y realimentación crítica:

1. El lector debe elaborar por escrito sus comentarios de realimentación crítica al colega.
2. El formato de este escrito es libre –en forma y longitud–, pero se sugieren algunas pautas orientadoras.
3. El objetivo es que los comentarios escritos le lleguen al autor del trabajo antes del Simposio.
4. Los comentarios escritos son, en principio, un intercambio privado entre autor y comentarista, pero si su autor lo desea pueden ser publicados en el libro. La publicación de los comentarios es una posibilidad, no una obligación a la que todos deban ceñirse.

Las pautas para la escritura de los comentarios expresan el posicionamiento ético de nuestro método de trabajo:

> No tengan miedo en comentar y realizar *una crítica libre.* Nuestra *ética de trabajo* es clara: realizar todos los comentarios con honestidad, respeto y generosidad. No se guarden nada. El mejor servicio que podemos hacer al trabajo del *otro* es intentar *comprender* lo que el otro tiene para decir y procurar pensar su *pensamiento*. El otro es para mí alguien a través de quien puedo pensarme y reflexionarme si estoy dispuesto a escuchar, conversar y concebirlo como alguien igual a

> mí. Así, aspiramos a construir juntos un *proceso de pensamiento reflexivo.*

Además, las pautas incluyeron las siguientes ideas orientadoras:

- Señalar aspectos de forma y fondo que puedan o deban ser atendidos o revisados de cara a la publicación del capítulo (erratas, frases sobrecargadas, ideas poco claras, argumentos débiles, pasajes oscuros, repetición de ideas, problemas de consistencia interna, vocabulario impreciso, etc.).
- Aportar sugerencias, oportunidades de mejora y críticas constructivas al autor en todo lo que pueda enriquecer o mejorar al texto.
- Elaborar pensamientos, preguntas y reflexiones que me provoca el trabajo.
- Sugerir vías para profundizar, extender o continuar el trabajo.
- Identificar las principales fortalezas y debilidades del planteo.
- Precisar las ideas, planteos o argumentos de discrepancia, controversia o desacuerdo con el autor.
- Todo lo que piensen y sientan pertinente agregar.

Concluíamos nuestro bosquejo metodológico con la siguiente afirmación:

> La idea es que estas pautas contribuyan y estimulen nuestro proceso de diálogo reflexivo. Están lejos de ser las normas rígidas y frías de un dictamen. Buscan generar, hacer dialogar, provocar conversación.

En síntesis, los comentarios de realimentación tienen como propósito: 1) darle densidad y calidad a los diálogos e intercambios, 2) ofrecer a los autores oportunidades de mejora y corrección de los trabajos, 3) pretenden generar, hacer dialogar, provocar conversación y estimular un proceso de diálogo reflexivo.

El Simposio fue organizado en mesas de diálogo que tendrán por objeto el análisis y discusión de los capítulos. En cada mesa de diálogo participó: el autor del trabajo, el comentarista crítico y el público. A cada mesa se le asignó un tiempo de diálogo máximo de 1 hora, distribuida del siguiente modo. Primero, el autor disponía de un máximo de 15 minutos para realizar una síntesis de la idea o argumento principal del texto. Luego, el lector presentaba los comentarios y realimentación crítica en un tiempo no superior a los 15 minutos. Finalmente, se destinaba media hora al diálogo e intercambio con el público.

La convocatoria del proyecto fue un éxito sorprendente. Se recibieron 49 propuestas de contribuciones, de las cuales fueron retenidas 26. El gran número de trabajos aceptados implicó ampliar la agenda del Simposio en dos sesiones. La primera se celebró del 9 al 12 de octubre y la segunda entre el 29 de noviembre y el 1º de diciembre del año 2023. En total se celebraron 20 mesas de diálogo, además de sesiones especiales para el debate grupal, la sistematización de emergentes y la elaboración de conclusiones. Más de 35 horas de audio de diálogo generativo y pensamiento colaborativo testimonian la construcción colectiva de una experiencia de aprendizaje única, emocionante y movilizadora[7].

El desarrollo del Simposio también fue el terreno fértil para la creatividad metodológica. Antes de la celebración de las sesiones de noviembre, nos vimos en la necesidad de inventar un nuevo dispositivo de conversación: *el café de conversación.* ¿De qué se trata de esta? *El café de conversación* es un dispositivo de diálogo generativo en pequeños grupos donde "amigos" que "no se conocen" pero que "tienen algo interesante para decir" dialogan a partir de una provocación inicial que genera una conversación creativa y produce ideas novedosas que ninguno de los participantes tenía antes de la charla. No hay ningún guion pautado. Como en una charla de café, la conversación es espontánea y se irá entrelazando a partir de los aportes de los

[7] El lector interesado puede contactar al editor para acceder al registro de audio del Simposio.

participantes. Hay algo que buscamos evitar sistemáticamente: que el café se convierta en una sucesión de monólogos.

Esta andadura permite testimoniar el modo práctico por el cual nuestra metodología de trabajo asumió el carácter recursivo entre el "proceso" y el "producto" de nuestro pensamiento y de nuestra escritura. En lugar de limitarnos a publicar "un producto" acabado (el capítulo escrito es un producto estructurado y organizado por nuestro pensamiento), deseamos animarnos a vivir la complejidad del "proceso" de estructuración del pensamiento como texto. Por esta vía, las mesas de diálogo y el café de conversación constituyeron una oportunidad para abrir una ventana y compartir fragmentos de nuestro proceso de pensamiento y de escritura conversando con otros, escuchándonos y provocándonos amorosamente, amistosamente, respetuosamente; lo cual realimentó y nutrió nuestro proceso de pensamiento y escritura.

El Simposio y el Libro resultante es un producto emergente de un proceso conversacional creativo y reflexivo, colectivo y colaborativo, controversial y provocador, original y estimulante. Quienes hemos tenido la dicha de asumir el desafío de esta metodología hemos sido autores y artífices de una experiencia y una obra que nos enriqueció profundamente. Deseamos que los lectores de este libro puedan percibir, sentir y razonar la riqueza de esta experiencia.

7. ¿Para quién? Los compañeros de viaje y el horizonte estratégico

Este libro no es un acontecimiento aislado, por el contrario, forma parte de un conjunto sistemático de esfuerzos por imaginar y construir alternativas de pensamiento, de discurso y de acción frente a la cultura de simplificación que constituye nuestro modo habitual de razonar en las ciencias y la política. La simplificación no solo degrada nuestra práctica del pensar, sino también la vida.

La complejidad es una actitud prudente y humilde que concierne a nuestra relación con el mundo, con los otros y con

nosotros mismos. Queremos hacer de la idea de complejidad nuestro estilo de vida y de pensamiento. Estamos persuadidos que la búsqueda de vías por complejizar la práctica de la razón o, lo que es lo mismo, generar una cultura de pensamiento complejo, es una idea poderosa con consecuencias teóricas y prácticas para las ciencias y la política.

En esta andadura, este libro es un destello en la medianoche del siglo. Hoy como ayer, el fanatismo, el dogmatismo, la certeza indubitable y el monopolio de la verdad parecen gravitar, una vez más, sobre la civilización humana. Nuestra búsqueda es un camino incierto, intenso y apasionado por encontrar compañeros de viaje con quienes confluir en un movimiento de pensamiento y acción, en un llamado teórico y práctico para complejizar la razón, la ciencia y la democracia.

CAPÍTULO I

En búsqueda de la razón perdida

un inesperado encuentro con la complejidad

Hernán G Solari[*]
Mario A Natiello[**]
Alejandro Romero[***]

Introducción

Rolando García nos enseña que el marco sociopolítico determina en alguna medida el marco epistémico e influye igualmente en la estructura social del campo científico. Una recorrida por los acontecimientos principales, para la civilización europea, desde el presente hasta mediados de siglo XIX nos permiten poner a prueba esta tesis. En lugar de una "historia de las ideas", una narrativa histórica simplificadora que desvincula los cambios a nivel civilización de los cambios en las ideas científicas y la organización del campo científico,

* Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), solari at df.uba.ar
** Centre for Mathematical Sciences, Lund University, Sweden, mario.natiello at math.lth.se
*** Universidad de Buenos Aires (UBA)

mostraremos los vínculos, e incluso la intencionalidad, con que los cambios en ciencia se han producido en los niveles más profundos: cambios en la episteme. En nuestro recorrido nos detendremos en la globalización (circa 1990), las postrimerías de la segunda guerra mundial (circa 1958), el período entre las dos guerras mundiales (circa 1930) y el periodo de apogeo de la revolución industrial (circa 1880). En todos los casos mostraremos cómo hubo decididas intervenciones desde la política que fueron dando forma a la ciencia-realmente-practicada (o ciencia normal) de la actualidad y cómo la participación de la razón crítica en ciencia se fue deteriorando a lo largo de este periodo. Rescataremos también las ideas de dos autores poco frecuentados en epistemología: Charles Peirce y William Whewell, últimos representantes de la concepción que Morin denomina "racionalismo ilustrado" y mostraremos como algunas de las ideas de complejidad rescatadas mucho después por Piaget y García forman parte de esta tradición. Argumentaremos que la concepción del "racionalismo ilustrado" toma como modelo a los organismos vivos, autónomos, que responden a una teleología interna mientras el movimiento que se lanza con la revolución industrial responde al modelo de la máquina, heterónoma, es decir a una teleología externa de la cual resulta el hombre masa y la forma masiva de la ciencia, la ciencia normal.

Parte I. Un viaje al pasado

Advertencia general al viajero: en este trabajo hablaremos no solo de nuestras ideas sino de las ideas de otros. En todos los casos en que nos referimos a las ideas de Fulano debe quedar claro que en realidad nos referimos a nuestra lectura de la obra de Fulano. A ideas formadas en nosotros, los autores, a partir de lo leído en esos textos. Es perfectamente posible que un lector reaccione a nuestras palabras diciendo "Fulano jamás ha dicho eso ni podría decirlo". En tal caso cabe recordar el aforismo de Goethe:

> Un hombre no necesita haber visto o experimentado todo por sí mismo. Pero si ha de comprometerse a partir de las experiencias de otro y su forma de expresarlas, permítase considerar que tiene que tratar con tres cosas - el objeto en cuestión y dos sujetos.[8] (J. von Goethe 1906, #556)

Es siempre posible que no hayamos entendido, pero también es posible que esa teoría que es nuestra reconstrucción del pensamiento de Fulano a partir de los glifos que nos llegan al presente, sea una teoría coherente, si bien no necesariamente la única posible.

1. Partida: La estación del presente

Si preguntáramos a una persona dentro de nuestra cultura (entendida muy ampliamente) ¿dónde podré encontrar la verdad? ¿donde reside la sabiduría? con alta probabilidad recibiríamos como respuesta: la verdad y la sabiduría residen en la ciencia. La ciencia se nos presenta hoy día como la forma superior del conocimiento, tal como lo afirmaba Rolando García (García 2000). No siempre fue así, está claro, y al igual que en aquellos tiempos en que no podían nuestros ancestros concebir más sabiduría que la religiosa y verdades más sólidas que las reveladas, hoy no podemos concebir sabiduría alguna por sobre la de la ciencia.

Aún sin desafiar esta idea, si la aceptáramos al menos como hipótesis a considerar, nos enfrentaríamos rápidamente a la segunda pregunta: ¿y qué es la ciencia? Intentaron contestarlo muchos filósofos sin que llegaran hasta nosotros respuestas persuasivas. La respuesta: "ciencia es aquello que hacen los científicos", podría surgir de una persona que poco ha estudiado el problema. "Curiosamente", esta respuesta aparece en

[8] Muchas veces en este viaje compartiremos ideas recogidas por el camino. Cuando la cita estuviere en castellano y la referencia en otro idioma, se tratará de una traducción de los autores.

afamados autores como Popper, Kuhn y Feyerabend. Para Rolando García (RG) es la consecuencia del fracaso del programa empirista de Carnap, Reichenbach y Russell entre otros. Si tal tesis fuera cierta, no deberíamos encontrar esta actitud antes del fracaso del proyecto empirista. La tesis no es un dogma y puede ponerse a prueba estudiando el registro histórico, viajando al pasado. Adelantamos la conclusión: la tesis es falsa.

Como alternativa a esta renuncia a entender, que en definitiva constituye la aproximación sociológica o antropológica al hecho científico, García y Piaget nos ofrecen una mirada de la ciencia como construcción y de la génesis de esa construcción que puede encontrarse en parte en el desarrollo cognitivo de los niños (Piaget and García 1982).

Necesitados de viajar livianos, tomaremos solo unos pocos elementos de la visión de Piaget-García:

A. La relación entre hechos y observaciones. La participación del sujeto en la constitución de los hechos (Piaget and García 1982, Introducción).
B. El concepto de rebasamiento (Piaget and García 1982, Introducción).
C. La existencia de un marco sociopolítico que condiciona a su vez un marco epistémico. Actuando estos dos marcos como generadores y limitantes de las preguntas que nos formulamos (García 2000, Capítulo 6).
D. La existencia de un ciclo de aproximaciones sucesivas a los problemas (sistemas) complejos que RG llamó dialéctico "Las fases dialécticas de la construcción (estructurantes)" (García 1994; 2000, p. 130; 2006b).

Partimos en un viaje histórico que, como primera medida, cuestiona la historia recibida, la narrativa histórica, como una narrativa enmarcada sociopolítica y epistemológicamente. Aplicaremos sobre esta narrativa la suspensión del juicio (*epojé*). Pondremos entonces en duda, como procedimiento, la verdad de los hechos históricos según nos llegan para poder descubrir otras formas (teorías) que puedan hilvanar las

observaciones. Las nuevas teorías serán constitutivas de nuevos hechos y una nueva narrativa. En particular, nos proponemos mostrar que en el registro histórico aparecen versiones previas de los items A, B y D que preconfiguran la idea de C. Mostraremos que estos elementos desaparecieron de nuestro entendimiento de la ciencia en el mismo momento en que La Ciencia era disciplinada (sometida a reglas y restringida a dominios declarados autónomos) y puesta fuera del alcance de la crítica.

Si emprendemos este viaje es porque nuestro propio marco sociopolítico nos lo requiere. Convencidos de que los problemas de orden planetario que hoy acosan a la ~~humanidad~~, corregimos: al planeta, no pueden resolverse con la misma ciencia que es parte de la deriva civilizatoria que los creó. Que los parches tecnológicos (Reis-Castro and Hendrickx 2013) que ofrece la tecnociencia solo buscan prolongar el actual estado de cosas incluyendo la concepción antropocéntrica de la vida, las estructuras de dominación en todos los niveles y una concepción unidimensional de lo vivo tan bien expresada por Marx y Engels

> La burguesía ha desempeñado, en el transcurso de la historia, un papel verdaderamente revolucionario.
>
> Dondequiera que se instauró, echó por tierra todas las instituciones feudales, patriarcales e idílicas. Desgarró implacablemente los abigarrados lazos feudales que unían al hombre con sus superiores naturales y no dejó en pie más vínculo que el del interés escueto, el del dinero contante y sonante, que no tiene entrañas. Echó por encima del santo temor de Dios, de la devoción mística y piadosa, del ardor caballeresco y la tímida melancolía del buen burgués, el jarro de agua helada de sus cálculos egoístas. Enterró la dignidad personal bajo el dinero y redujo todas aquellas innumerables libertades escrituradas y bien adquiridas a una única libertad: la libertad

> ilimitada de comerciar. Sustituyó, para decirlo de una vez, un régimen de explotación, velado por los cendales de las ilusiones políticas y religiosas, por un régimen franco, descarado, directo, escueto, de explotación. (Marx and Engels 1848, visitado 2023-02-26).

El innegable prestigio y aprecio por la ciencia actual, ciencia normal (ciencia burguesa por excelencia) no parte de su sabiduría sino de su capacidad de sostener la producción de nuevas mercancías y del bienestar material en general. Sin considerar sus dimensiones éticas, el quehacer científico se declara neutral y en nada se siente responsable de: el desarrollo de tecnologías de destrucción, el desmonte indiscriminado por la ampliación de la frontera agrícola a su vez posible por las nuevas tecnologías, la extinción acelerada de las especies, el calentamiento global, la amenaza de un invierno nuclear (renovada en los últimos tiempos), la creciente desigualdad social y cabe un largo etcétera.

La relación entre marco epistémico e investigación es recíproca, si bien solo se investigan las preguntas que el marco epistémico ordena, también es cierto que solo se pregunta aquello que se puede contestar (Bourdieu 1994). Es decir que existe un acuerdo recíproco entre marco epistémico e investigación que encapsula nuestra posibilidad de pensar libremente. De esta manera la ciencia considera habitualmente que no tiene herramientas para pensar las consecuencias de las intervenciones en el ambiente más allá de lo inmediato que coincide con la motivación de la intervención y por tanto ratifica la irrelevancia de preguntar aquellas cosas que desde la perspectiva sociopolítica no se quieren saber. En esta circularidad de la relación se opera la exclusión de raíz del pensamiento crítico.

Una tal ciencia, protegida por, y protectora del, marco sociopolítico necesariamente debe abandonar la razón crítica limitando su desarrollo a una razón instrumental (Horkheimer 1947) o simplemente diciendo adiós a la razón (Feyerabend 1987). Existen, pues, dos formas de negar la razón instrumental:

negar lo que hay de razón en ella, es decir, aceptar a esta razón mutilada como la totalidad de la razón y abrazar la irracionalidad como una necesidad para cambiar la sociedad, o de lo contrario, negar la mutilación restituyendo la plenitud de la razón.

Respecto de la instrumentalización de la razón, Brian Trainor (Trainor 1998) escribe:

> Bajo la sombra de Hobbes, Locke divorció al hombre de la naturaleza y transformó la última en un reino de hechos brutos o un almacén de entidades físicas para ser 'apropiado' por seres humanos y convertidos en su propiedad privada. Con Locke, el ideal medieval de cooperación con la Naturaleza, del respeto por todas las formas de vida como emanadas de una sola fuente, da paso al ideal modernista de conquista y dominio técnico de la naturaleza.

Ya por 1620 el político y filósofo Francis Bacon en su *Novum organum* (Bacon 1902) reclamaría cambios en la ciencia y la lógica[9]:

1. El hombre, servidor e intérprete de la naturaleza, ni obra ni comprende más que en proporción de sus descubrimientos experimentales y racionales sobre las leyes de esta naturaleza; fuera de ahí, nada sabe ni nada puede.
3. La ciencia del hombre es la medida de su potencia, porque ignorar la causa es no poder producir el efecto. No se triunfa de la naturaleza sino obedeciéndola, y lo que en la especulación lleva el nombre de causa conviértese en regla en la práctica.
8. Hasta aquí todos nuestros descubrimientos se deben más bien a la casualidad y a las enseñanzas de la práctica que a las ciencias; pues las ciencias que hoy poseemos no son otra cosa que cierto arreglo de descubrimientos

[9] Versión en castellano visitada el 2023-02-26 en: https://archive.org/details/francis-bacon-novum-organum/page/n1/mode/2up.

realizados. Las ciencias hoy no nos enseñan ni a hacer nuevas conquistas ni a extender nuestra industria.

11. De la propia suerte que las ciencias en su estado actual no pueden servir para el progreso de la industria, la lógica que hoy tenemos no puede servir para el adelanto de la ciencia.

129. [...] Distinguiremos seguidamente tres especies y como tres grados de ambición; la primera especie, es la de los hombres que quieren acrecentar su poderío en su país; ésta es la más vulgar y la más baja de todas; la segunda, la de los hombres que se esfuerzan en acrecentar la potencia y el imperio de su país sobre el género humano; ésta tiene más dignidad, pero aquellos que se esfuerzan por fundar y extender el imperio del género humano sobre la naturaleza, tienen una ambición (si es que este nombre puede aplicársele) incomparablemente más sabia y elevada que los otros. Pero el imperio del hombre sobre las cosas, tiene su único fundamento en las artes y en las ciencias, pues sólo se ejerce imperio en la naturaleza obedeciéndola ...

Hacia 1867 los cambios que Bacon reclamaba ya formaban parte de la ciencia. Por ejemplo, los hermanos Siemens presentaban el diseño de un generador unipolar que sería el inicio firme del uso de la energía eléctrica en todas las dimensiones de la civilización y antes, en 1850, los cables de telégrafo comunicaban el Reino Unido de la Gran Bretaña con Francia. En 1858 cruzarían el océano Atlántico, siete años antes de que Maxwell hiciera públicas sus ecuaciones.[10]

El programa de Locke sería contestado por varios autores incluido Rousseau. Por una diferente avenida, Ortega y Gasset nos explicará al científico como hombre masa y la relación de éste con el especialismo. Ortega y Gasset (Ortega y Gasset

[10] Presentado en la memoria "On the transformation of mechanical energy into electric current without the application of permanent magnets", que fue presentada a la Academia de Ciencias de Prusia por H G Magnus, profesor de física de la U. de Berlin a nombre de W von Siemens. Véase https://www.siemens.com/global/en/company/about/history/stories/dynamo-machine.html visitado el 2023-02-28.

1930, Capítulo XII) fijará por 1880 la fecha de extinción de la sabiduría y el inicio del dominio de los especialistas.

Estas notas sugieren que la época histórica a la que debemos llegar, si hemos de reencontrar una razón plena, es cuanto menos la segunda mitad del siglo XIX. El marco sociopolítico pareciera no ser otro que la segunda revolución industrial.

Con este destino, y paradas intermedias, nos aprestamos a partir.

2. Primera parada: El mundo globalizado y la ciencia administrada.

2.1. Globalización (1990)

La caída del muro de Berlín (noviembre de 1989) fue seguida por la disolución de la Unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) y por un proceso de avance de las estructuras socio-políticas asentadas en el único polo sobreviviente a la "Guerra fría". La ciencia no sería ajena a esta ola. El Banco Mundial (BM) fue el encargado de propagar el concepto y organización de la ciencia imperante principalmente en los Estados Unidos de América, impulsando reformas de los sistemas científicos nacionales en el mundo. Los países latinoamericanos fueron objeto de estas reformas, lo mismo que Francia y España (la lista no es exhaustiva). El objeto de las reformas fue el dirigir la totalidad del esfuerzo en Ciencia y Técnica (CyT) a su mercantilización y la incorporación del esfuerzo en CyT a la matriz global administrada conforme a los intereses del capital más concentrado (el denominado *gran capital*). El cientificismo (Varsavsky 1969), que no había terminado de instalarse en la década de 1960, se expandió sin obstáculos durante la globalización en función de una inyección de recursos económicos (créditos "blandos" del BM) que requerían como contraparte alinear la totalidad de los recursos económicos de CyT con los lineamientos del BM de forma tal

de extinguir (por asfixia de recursos y competencia) toda otra concepción política de la ciencia (ver lineamientos del BM por ejemplo en (Holm-Nielsen 2002)).

No es éste el lugar donde analizar los resultados de estas políticas, pero cabe señalar que el experimento social merece ser analizado en profundidad, aunque mal pueden hacerlo quienes interesadamente participaron en el proceso como científicos beneficiarios del mismo. Los datos de Argentina sugieren que la tesis de que el desarrollo científico y tecnológico propicia el desarrollo económico y que el "emprendedorismo" (neologismo incorporado en ese proceso) es un método apto para estimular el desarrollo social tendrá que enfrentarse con lo que en primera apariencia es un hecho: solo los sectores más desarrollados y competitivos (como la producción agrícola) pudieron incorporar al sector productivo los avances logrados a través de los microemprendimientos. La dinámica propia del capitalismo produjo la absorción de las microempresas de raíz tecnológica por el gran capital profundizando de tal modo las desigualdades sociales que preexistían al proceso[11].

Lo que interesa al presente trabajo es que la globalización en ciencia fue un proceso diseñado para asfixiar toda otra concepción de la ciencia distinta de la que emanara desde el corazón del orden mundial capitalista. El proceso trajo otros cambios menos evidentes. La administración del sistema científico por las pautas del BM en base a una competencia de la cual era árbitro el BM al controlar éste el sistema de evaluación llevó a un descarado juicio por apariencias, número de publicaciones, índices de impacto y una larga numerología que mide a los sumo aspectos sociales del trabajo en las ciencias y cuya producción se ve facilitada por la disponibilidad de recursos y las personalidades heterónomas [12]. Efectivamente, el reconocimiento dentro del sistema administrado se maximiza

[11] Debemos estas reflexiones a nuestro amigo y colega Martín Istúriz que luchara durante décadas por la producción local (Argentina) de medicamentos sin haber logrado avances.

[12] Referimos como personalidades autónomas a las de aquellas personas que se desempeñan en la vida ateniéndose preferentemente a normas internas, su disciplina es una disciplina interna. Por el contrario, la personalidad heterónoma toma de cada ámbito social las normas de acción que deben usarse, su disciplina es una disciplina externa.

publicando las llamadas MPUs (Mínima Unidad Publicable) preferentemente en revistas de alto impacto (frecuentemente aranceladas) para lo cual ofrece una ventaja decisiva el aportar a la temática globalizada de moda en el momento. Movido por un interés mucho mas social (y vulgar) que el científico, el trabajador de la ciencia encuentra que su capacidad para insertarse en una estructura jerárquica global de "liderazgos" resulta el elemento clave para su progreso en el sistema académico. La estrategia requiere la formación de estructuras de investigación (usualmente dentro del espacio público) que replican en su interior la estructura de liderazgos y permiten a sus líderes locales insertarse entre los seguidores de lideres globales, sin declinar la aspiración a ascender en la escala social y convertirse ellos mismos en líderes globales. Tarea esta última enormemente improbable debido a la desigualdad de recursos disponibles y de relaciones sociales con respecto a los investigadores de los países centrales.

El resultado de esta estructura social no puede ser otro que una renuncia a la comprensión de los problemas locales y de los problemas complejos, toda vez que estos no son parte de la agenda de ningún paradigma, es decir, de las estructuras sociales asociadas a las sub-...-sub-disciplinas. Los problemas por estudiarse son las oportunidades que se presentan para completar la agenda de los paradigmas ("barrer el paradigma") como reiteradamente se ha señalado (Kuhn 1962; Bourdieu 1994; Traweek 1992). Este sistema condena al pensamiento crítico a la muerte pues no resulta apto para soportar la competencia social en el ambiente impuesto por la política científica. El resultado del proceso de globalización, al menos en Argentina, fue un notable incremento de trabajos publicados en revistas indexadas de circulación internacional especialmente en las áreas de las ciencias/tecnologías agrarias. Esto acompañado por una sustancial caída en calidad de los trabajos, situados ahora casi invariablemente al nivel de las capacidades de un estudiante de doctorado, es decir, del estrato inicial de la sociedad científica. Dado que el progreso social dentro del espacio científico está dado por las habilidades sociales y no ya las intelectuales, no asombra que el desarrollo del pensamiento

científico se torne lento y aún nulo a partir de la obtención del doctorado. La política científica promueve entonces la mediocridad y pone un techo al desarrollo posible de los científicos como seres humanos. Si entendemos la libertad como Bakunin

> la única clase de libertad que merece tal nombre, [es] la libertad que consiste en el completo desarrollo de las capacidades materiales, intelectuales y morales que permanecen latentes en cada persona (Martínez Pintor 2013)

la ciencia administrada implementada durante la globalización consiste en la absoluta supresión de la libertad de los trabajadores de la ciencia. Aquellos trabajadores que hayan desarrollado un pensamiento autónomo enfrentarán a diario una lucha entre "sobrevivir sin ser ellos mismos o perecer (socialmente) pero fieles a su identidad".

2.2. La ciencia administrada (1958)

Cuando ignoramos las características complejas de los sistemas vivos y entre estos de los sistemas sociales es posible pensar (fantasear sería más adecuado decir) que se puede actuar sobre un elemento de un sistema complejo sin con ello provocar una serie de reacciones adaptativas en los restantes elementos. De esta manera es posible pensar que puedo intervenir en un ecosistema afectando solamente una especie e ignorando las relaciones constitutivas del hábitat en las que la especie necesariamente participa, así como también la posibilidad de ésta de adaptarse de maneras distintas a las deseadas a las intervenciones ambientales introducidas. Las intervenciones sociales observadas dentro del proceso de globalización de la ciencia no son la excepción.

La idea de intervenir, de administrar, las prácticas científicas sin alterar eso que estamos llamando ciencia es una idea simplona, característica de una instancia de poder que solo puede mirar el corto plazo y el éxito inmediato en el adelanto de

sus intereses. La administración de la ciencia, como ya explicáramos, trae aparejada la selección de aquellos espíritus heterónomos por sobre los autónomos que ven amenazada su posibilidad de existencia en el nuevo ambiente. La intervención se llevó a cabo a pesar de la temprana advertencia de Wilhelm von Humboldt, hace ya dos siglos:

> El hombre que frecuentemente deja la conducción de sus acciones a la guía externa y al control, gradualmente adquiere un espíritu de sacrificio de la poca espontaneidad que queda aún en él. En su fantasía, descarga su ansiedad que ve transferida a otras manos, le parece a él hacer lo suficiente cuando mira por su guía y sigue el curso instruido por quienes lo dirigen. Entonces, las nociones de correcto e incorrecto, de mérito o demérito, se vuelven confusas. La idea de lo correcto no lo inspira más y la de lo erróneo lo asalta con menos violencia y menos frecuencia, dado que fácilmente puede endosar sus falencias a la posición que ocupa y dejar la responsabilidad a aquellos que lo formaron. (Humboldt 1792 (1854 Printed))

Humboldt nos advierte los resultados que Kuhn comprobaría 150 años más tarde:

> La ciencia normal no tiende hacia novedades fácticas o teóricas y, cuando tiene éxito, no descubre ninguna. (Kuhn 2019, p. 92)

Recordamos que “normal” en inglés significa tanto sujeto a reglas, como habitual, mediocre (sin desviarse significativamente de la media), como también sano y de ocurrencia natural. La ciencia normal es natural en tanto es la reacción adaptativa al ambiente creado por la administración de la ciencia. La mediocridad conecta directamente con la estructura de liderazgos pues este tipo de estructuras sociales no admite mayor separación entre líderes y seguidores (o líderes

secundarios). Para ser líder es necesario estar adelante de los liderados, pero a distancia suficientemente corta como para que puedan imitar al líder, seguirlo.

En "La caída del dogma académico" (Nisbet 1971) Nisbet analizó el proceso social por el cual se introdujo el capitalismo al interior de la comunidad académica en EE. UU. luego de la segunda guerra mundial y luego de una larga resistencia (casi 100 años según nuestra cuenta), generándose estructuras jerárquicas y socialmente diferenciadas en un ámbito donde eran mayoritariamente ausentes. Será este el modelo a seguir más tarde durante la globalización.

Hemos analizado en otro trabajo (Hernán G. Solari et al. 2016) cómo la ciencia administrada ha hecho imposible el estudio de los sistemas complejos y de numerosos fenómenos. Las herramientas intelectuales para desarrollar tareas como la comprensión de los efectos secundarios de las tecnologías han sido privadas de su posibilidad de reproducirse socialmente. Una forma brutal y absoluta de censura que por otro lado pasa desapercibida por la abismal diferencia de poder entre el censor y el censurado que naturaliza/normaliza la acción del poder económico dominante y de tal manera invisibiliza la opresión.

La construcción de un relato histórico en el famoso trabajo de Kuhn adolece de notorias falencias. En primer lugar, debe considerarse su carácter simplón, una historia de la ciencia que no tiene contexto histórico por fuera de ella, es decir que elimina a-priori la complejidad del hecho histórico, para convertirlo en una (pseudo) historia de ideas científicas aisladas de toda otra influencia. En segundo lugar, utiliza las percepciones de la ciencia normal, en la que el autor se encuentra inmerso y donde ha desarrollado su tesis en física teórica, como si la ciencia no tuviera momentos históricos y la competencia exacerbada en ella luego de la segunda guerra mundial fuera propia, natural e inseparable del proceso científico. Esta naturalización de la "ciencia realmente practicada" de la que participó naturaliza al mismo tiempo al protagonista de ella, al "sabio" como un caso particular del burgués, motivado y movido por el mismo tipo de ambiciones e intereses. Es necesario entonces encontrar un mecanismo (mucho más mecánico que lógico) por el cual del

interés individual surge el saber colectivo y que permita sostener una noción de progreso sin retrocesos. El científico, el hombre sabio por excelencia de nuestra civilización, estaría movido por la competencia propia de la ciencia tal como el hombre de negocios se mueve por intereses, ambiciones y competencia. Ese científico ante sus ojos no sería otro que la forma universal del científico de todos los tiempos. Cabe decir que el intento de asimilación de la actividad científica a la actividad productiva y comercial no es novedoso. Mach intentó en (Mach 2012, The economical nature of physical inquiry) una asimilación parecida. Parece tratarse simplemente de justificar la actividad científica en términos de los valores dominantes del período histórico. Después de todo, ¿podrían los sabios no pertenecer al estrato superior de la sociedad? Observamos que el otorgamiento de títulos nobiliarios (usualmente menores) a los científicos de otros tiempos ha sido práctica corriente de las monarquías.

3. Segunda parada. El estado de la física en 1930. Los mitos

Usamos el concepto de mito que usa Piaget, describimos como mitos aquellas opiniones, que no tienen el beneficio de una verificación precisa porque la adherencia colectiva a ellas ha sido muy convincente (*compelling*) (Gruber and Vonèche 1995, *El mito del origen sensorial del conocimiento científico*).

Nos detenemos en 1930 para dar un vistazo a las creencias dominantes dentro de la comunidad de los físicos, siendo la física en casi todo el siglo XX la disciplina científica considerada ejemplar o más madura.

En 1930 culmina un período de crisis iniciado más de cincuenta años antes. El comienzo de está crisis se sitúa en los desafíos que el electromagnetismo planteó a los filósofos de la naturaleza. Mientras la física fue solo mecánica, una continuidad temática podía establecerse desde Aristóteles (Aristoteles 1995) en adelante. Cuerpos, espacio, tiempo, velocidades podían ser difíciles de definir precisamente, pero para todos ellos se contaba con una intuición simple, accesible no solo al filósofo

sino a todos los humanos. La naturaleza del espacio y del tiempo fue motivo de discusiones y continúa siéndolo, pero por 1800 la noción de relaciones espaciales, el así llamado *espacio relacional* constituía el fundamento del pensamiento en física. El espacio absoluto parecía haber perdido la batalla cultural. La física de Newton había admirado al mundo con sus predicciones y explicaciones de los fenómenos celestes y sus formas habían sido estilizadas en elegante matemática. No obstante lo cual, ciertos elementos de la construcción Newtoniana seguían presentando dificultades. Nociones tales como *fuerza* o *sistemas inerciales* invocaban tanto intuiciones como elementos metafísicos. Sin embargo, fueron los experimentos relacionados con la inducción electromagnética y su relación con la mecánica los que llevaron a la física a su crisis. Experimentos como el disco de Arago, y la inducción unipolar (Faraday 1839, 1844, 1855) cruzaron las fronteras de las subdisciplinas al mostrar los efectos electromagnéticos de los procesos mecánicos, situación recíproca de los experimentos de Coulomb, Ørsted y los trabajos de Ampère (Ampere 2014; Assis and Chaib 2015).

Que el magnetismo natural, la electrostática y aún las (misteriosas) corrientes implicaran capacidad de alterar el estado de movimiento de cuerpos con propiedades electromagnéticas (es decir, implicaran *fuerzas*) no podía producir sorpresa ya que, por ejemplo, la atracción o repulsión de imanes naturales se constituía en un hecho por experiencia directa (intuición simple). Que las acciones mecánicas alteraran el "estado electromagnético" planteaba enormes dificultades: el estado electromagnético ya no pertenecía al cuerpo, a la materia, sino que dependía del movimiento relativo entre los cuerpos materiales, no era más propio del cuerpo. El fenómeno se había vuelto complejo en dos sentidos: primero, la división entre mecánica, electricidad y magnetismo ya no era tal. La electricidad y el magnetismo ya no podían ser "propiedades de la materia", ni eran fenómenos independientes. Como lo señalara Faraday (Faraday 1844, p. 285–93), la misma idea intuitiva de materia era desafiada. Por otro lado, los fenómenos en estudio ya no eran accesibles a la observación directa como los fenómenos mecánicos en su mayoría. Cargas y corrientes

eran entes inferidos, y las relaciones entre ellos (las leyes de la física) teorías inferidas a partir de entes igualmente inferidos, como por ejemplo la corriente es un ente inferido a partir del desplazamiento de una aguja en el amperímetro o el electrómetro de Weber (Wilhelm Weber 1846). La física, que en sus representantes más rigurosos había instalado el rechazo de las hipótesis materiales[13], recurrirá a partir de este momento a estas hipótesis para sus exploraciones. El ether y el fluido eléctrico dominarán la escena por años, a pesar de la resistencia de unos pocos como Gauss, Weber, Riemann y Lorenz.

Hacia 1905 entra en escena Einstein, con la Relatividad Especial y una década más tarde con una teoría sobre la gravitación. La difusión de sus teorías tuvo un impacto sin precedentes en el gran público, al punto que se creara un mito alrededor de la persona de Einstein y de versiones vulgarizadas de sus teorías. Filósofos como Carnap, Reichenbach y Popper realizaron sus mejores esfuerzos para delimitar la ciencia no solo de manera de contener los trabajos de Einstein, sino haciendo que los mismos fueran la forma ejemplar de realizar la ciencia. Popper confiesa esta disposición en el capítulo I de su *Lógica* (Popper 1959) que viera la luz en 1935.

Las razones por las cuales la sociedad aceptó de inmediato las teorías propuestas por Einstein sobre la gravedad no son claras, más aún tratándose de teorías que, al decir de las conversaciones informales de la época (Chandrasekhar 1987, p. 116-17) solo un puñado de personas en el mundo entendía. E. Rutherford interpreta este éxito social en términos de una necesidad de recuperar los ideales de liderazgo al final de la guerra (Chandrasekhar 1987, p. 115) a ambos lados del

[13] Es en relación con estas hipótesis materiales que Newton expresa su famosa frase: *no hago hipótesis*. Más precisamente:
"Pero hasta ahora no he podido descubrir la causa de esas propiedades de la gravedad a partir de los fenómenos, y no formulo hipótesis; porque todo lo que no se deduce de los fenómenos debe llamarse hipótesis; y las hipótesis, ya sean metafísicas o físicas, ya sean de cualidades ocultas o mecánicas, no tienen cabida en la filosofía experimental. En esta filosofía se infieren proposiciones particulares de los fenómenos, y luego se generalizan por inducción [...] Y a nosotros nos basta con que la gravedad exista realmente y actúe según las leyes que hemos explicado y sirve abundantemente para dar cuenta de todos los movimientos de los cuerpos celestes y de nuestro mar." Newton (1687, p. 506-7).

Atlántico. De hecho, se escribieron titulares en el New York Times como "Eclipse mostró la variación de la gravedad" y debajo, "La desviación de un rayo de luz aceptado como afectando al principio de Newton, aclamado como algo que hace época. Científico británico llama al descubrimiento uno de los mayores logros humanos" (Lerner 2010, p. 122). Semanas más tarde, refiere Lerner, el (NY) Times anunciaba: Nadie debe ofenderse, que para aquellos que no entienden matemáticas, no queda nada más que aceptar la conclusión del experto, con la autoridad de su autor, respaldada por la aceptación de los pocos como él. Una ola de elitismo separó a la cognición del científico de la del común de las gentes, un proceso enteramente contrario a lo que luego sería la propuesta unificadora del conocimiento de Piaget-García (García 2006a). Para algunos, la cosmología había sido rescatada de las garras de la religión, para otros, sin embargo, se acababa de constituir una religión-secular con su propio clero.

A partir de este momento, el alto clero de la física estará constituido por los físicos teóricos, es decir los seguidores de Einstein, dejando en un segundo plano a quienes, por ejemplo, desarrollaron la mecánica cuántica.

La cientificidad de las teorías de Einstein es aún hoy cuestión de debate. Aparte el escepticismo de, por ejemplo, Millikan https://www.anti-relativity.com/Home.htm (visitado 2023-03-02), Rutherford, Essen (1971, p. 2) y otros, algunas críticas de la relatividad y sus consecuencias, provenientes tanto del campo teórico (Dingle 1960) como del experimental, jamás han sido refutadas (Essen 1971; Phipps 1974), sino más bien ignoradas o suprimidas. Al respecto, Louis Essen indica que "la teoría se sostiene con tanta rigidez que los científicos jóvenes no se atreven a expresar sus dudas" y también que "nadie intentó refutar mis argumentos, pero fui advertido que si persistía era probable que arruinara mis perspectivas de carrera" (Essen 1971). Por su parte el físico y filósofo Herbert Dingle, luego de 30 años de tratar de evitarlo se sintió obligado a escribir un libro titulado "La ciencia en la encrucijada" (Dingle 1972), en el cual nos dice sobre su necesidad:

> Esta necesidad es doble. En primer lugar, los hechos muestran, creo que, sin lugar a dudas, que la orgullosa afirmación tradicional de la ciencia de que reconoce la autoridad absoluta de la experiencia (es decir, la observación y el experimento) y la razón sobre todas las teorías, las hipótesis, los prejuicios, las expectativas o las probabilidades, por muy sólidas que parezcan estar establecidas, ya no puede sostenerse. La devoción a la verdad a toda costa ha dado paso gradualmente –en gran medida inconscientemente, creo, pero aún innegablemente– a la búsqueda ciega de lo superficialmente plausible; la dirección hacia lo más seductor, en la que el avance ha sido más fácil, se ha tomado sin tener en cuenta la preservación del contacto con la base, que es la verdad de la experiencia y la razón.

La otra necesidad de Dingle es del orden de lo social. En más de treinta años de intentar establecer el debate sobre la teoría de la relatividad especial, solo ha conseguido que lo ignoren, respuestas que revelan una capacidad intelectual lamentable o de lo contrario deshonestidad intelectual. Años más tarde, Lee Smolin, físico y filósofo, denunciaría este mismo estado de cosas en relación con su crítica de la teoría de cuerdas (Smolin and Harnad 2008).

Viene al caso de nuestro viaje esta observación de Dingle sobre los cambios experimentados por la ciencia

> El movimiento científico del siglo XVII fue una mezcla de experiencia y razonamiento, en la que ambos eran esenciales pero el razonamiento se limitaba a lo que se derivaba de la experiencia, y todo lo que se derivaba de 'principios' que no tenían justificación excepto que parecían necesarios o buenos para aquellos que los adoptaron, fue firmemente evitado. Pero lo que se desarrolló gradualmente más

> tarde, como resultado del mayor grado de convicción que traía consigo un resultado experimental, fue una permisividad en la formulación de hipótesis, derivada de la certeza de que, si estaban equivocadas, el experimento inevitablemente revelaría ese hecho, y siempre cabía la posibilidad de que, por improbables que parecieran, resultaran tener razón. (Dingle 1972, 13)

Para nuestra sorpresa, quien hasta aquí fuera el guía de nuestra expedición decide quedarse en esta parada de la historia. Debemos continuar el camino solos.

RG nos informa en (García 2000) que:

> La gran diferencia de marcos epistémicos entre el organicismo y el mecanicismo quedó claramente evidenciada en la famosa polémica que sostuvieron Leibniz y Newton acerca de la naturaleza del espacio. Newton, cuyas cualidades personales distaban mucho de sus cualidades como genio científico, no enfrentó a Leibniz, sino que se hizo representar por Clarke. Para Newton había un espacio absoluto representable por puntos que podían a veces estar ocupados por un trozo de materia, y luego por otro, o permanecer vacíos, es decir, sin ninguna materia que los ocupara. Leibniz, por el contrario, sostenía que el espacio era sólo un sistema de relaciones entre puntos materiales. La física se desarrolló con las ideas de Newton. Pero la concepción del espacio que introdujo la Teoría General de la Relatividad en el siglo XX es más leibniziana que newtoniana. Leibniz resultó tener razón.

Demasiadas afirmaciones sin explicaciones ni referencias a explicaciones deben llevar a la inmediata sospecha de que se recita un dogma aprendido en la catequesis universitaria de la física. Para comenzar, la polémica se dio entre Leibniz y Clarke

(Leibniz 2007) siendo mera especulación sin sustento fáctico alguno que Clarke representaba a Newton. La especulación es conveniente a quienes atribuyen a Newton sustentarse en la idea del espacio absoluto, porque Clarke defiende esta idea. Sin embargo, Newton dice, luego de discurrir sobre la imposibilidad de determinar posiciones o movimiento en el espacio absoluto:

> Las causas por las que se distinguen los movimientos verdaderos y relativos, unos de otros, son las fuerzas aplicadas a los cuerpos para generar el movimiento. (Newton 1687, 80)

Conclusión que debe ser ignorada para insistir con la necesidad del espacio absoluto en Newton. En el Corolario VI del capítulo "Axiomas, o leyes del movimiento" de los *Principia*, Newton establece la aplicabilidad de sus leyes al movimiento relativo de un conjunto de cuerpos, todos ellos en movimiento acelerado respecto de una referencia

> Si los cuerpos, de cualquier modo que se muevan entre sí, son empujados en la dirección de líneas paralelas por fuerzas aceleradoras iguales, todos seguirán moviéndose entre sí como si no hubieran sido empujados por tales fuerzas.

Newton aclara:

> Para estas fuerzas actuando igualmente (con respecto a las cantidades de los cuerpos a mover).

Esta idea, usualmente ignorada por los libros ya que contraría la creencia de la necesidad del espacio absoluto para entender a Newton, es celebrada como "el pensamiento más feliz de Einstein" (parte del "Principio de equivalencia") (Heller 1991) aunque según varias fuentes la idea fue tomada de Mach (Heller 1991).

Muy a pesar del esfuerzo hecho por varios autores, empezando por el propio Newton, (Newton 1687; Thomson

1884; Lange 1886; DiSalle 1990; H. G. Solari and Natiello 2021) señalando la naturaleza relacional del principio de inercia y la construcción de la mecánica sobre la idea de "movimiento verdadero" en contraste con las ideas de "movimiento aparente" y de espacio absoluto (ligada al movimiento aparente), el dogma sigue incólume. El dogma histórico se puede encontrar en el trabajo de Einstein (Einstein 1924) (consultado 2022-04-30), y en referencias anteriores[14]. El abandono del espacio relacional se gesta en el periodo 1800-1930 y puede encontrarse en las enseñanzas de H.G. Magnus, profesor de física en Berlín, circa 1834-1869 (H. von Helmholtz 1908, sec. 1).

[14] Los seguidores de Einstein dirán que ellos han devuelto a la escena el espacio de Leibniz, pero eso es al menos exagerado. Para Leibniz solo tienen sentido las relaciones espaciales, que son observables y por tanto objetivas. Para describir las relaciones entre dos objetos precisaré otros cuantos para que den el marco de referencia (en la intuición ese marco lo da el propio cuerpo del sujeto que luego desaparece de la escena" y nos deja frente a una fantasía: el espacio), pero el uso de las descripciones cartesianas inculca en el alumno las ternas de referencia que son inmensamente útiles, pero al mismo tiempo mera herramienta. La solución de Mach, a quien Einstein sigue, es decir: la referencia de todo es el centro de masa del universo y algunos puntos distinguidos en él. Esto es mero discurso, nadie ofrece mediciones, nadie sabe si existe un centro de masa de algo que puede ser infinitamente masivo e infinitamente extendido. No hay experimento alguno que refiera sus mediciones a las referencias de Mach. Este pensamiento permite tener un sistema privilegiado al cual referir todo, aunque solo de palabra. Éste es el nuevo "espacio relacional". El papel de referencia primera del espacio que tenía el espacio absoluto lo tienen ahora las estrellas fijas de Mach. El espacio absoluto no desapareció más que en el nombre, se lo secularizó, no es más el sensorium de Dios como dijo Newton en la óptica, muchos años después de los Principia (sobre esas expresiones de la óptica versa la polémica Clarke-Leibniz (Leibniz 2007)). Mostremos al lector la idea de movimiento verdadero en Newton con las rotaciones. Obtén primero una bola perdida (instrumento de caza de los pueblos originarios y gauchos de las pampas argentinas). Revolea la bola por sobre tu cabeza trazando con ella círculos aproximados. Has de sentir que tu brazo hace fuerza/esfuerzo. Si la bola es muy pesada o va muy rápido habrás de inclinar el cuerpo para mantener el equilibrio. Eso para Newton es una rotación real: hay una correspondencia entre fuerza/esfuerzo y rotación. No hay en esto intervención alguna del espacio absoluto. Por otro lado, dejá la bola en el piso y girá (tratando de no marearte) sobre tu eje. Has de ver que todo da vueltas. La bola, la casa, los árboles, el vecindario, las estrellas. Ese dar vueltas no tiene como correlato una fuerza/esfuerzo, los objetos que "mueves" son mucho más pesados que la bola y tu esfuerzo es mucho menor. Esta rotación es meramente descriptiva o aparente. Mach y muchos docentes de física elemental quieren hacer de las dos rotaciones la misma cosa, dado que en términos de las expresiones matemáticas aparecen cosas parecidas. Estos movimientos aparentes no son del interés de Newton, quien habla de movimiento verdadero. Esa es la base de su pensamiento. Mach y muchos "filósofos" han talado bosques para escribir sobre el balde de Newton, una lectura sesgada de unos párrafos de Newton en la introducción (Newton 1687, p. 79-82). Una maniobra característica del periodo que comienza en la revolución industrial, como veremos, es usar el nombre de las personas y de las ideas, pero darles un significado incompatible con el que tenían. Así Faraday interpretado por Helmholtz dice cosas y tiene creencias que no están en sus escritos y hasta se oponen a ellas (H. Helmholtz 1853, Homenaje a Magnus). Desapareció el tribunal de la razón de Kant. El espacio relacional de Leibniz fue cambiado.

RG nos informa también que el espacio no es euclídeo, sino que lo real es el espacio-tiempo de Einstein. Paradójicamente no aporta razones a esta creencia ni la conecta con el desarrollo de las nociones de espacio y tiempo en el niño. Se limita a proclamar un supuesto triunfo de la ciencia sobre la filosofía (García 2000, pp. 18-19). ¿Como encaja en esta narrativa oficial la reacción social descripta? ¿Por qué Einstein precisa abandonar el concepto de abstracción y todo concepto de construcción del conocimiento para refugiarse en una "invención libre" como seguidamente mostraremos? ¿Por qué hay que modificar la epistemología para aceptar las teorías de Einstein? La narrativa que pretende reducir la "nueva física" a un hecho científico precisa eliminar estas y otras observaciones para constituirse en aceptable.

La situación de Einstein frente al problema complejo concerniente a lograr la armonía entre mecánica clásica y electromagnetismo es en extremo difícil. En primer lugar, hay que señalar que su mecánica está construida no desde la lectura de Newton sino desde relatos y mitos como el espacio absoluto que facilitan la aceptación del uso de la herramienta al precio de oscurecer completamente el fundamento de elementos claves del sistema como el concepto de inercia. Einstein no lee a JJ Thomson (Thomson 1884) ni a Langue (Lange 1886), pero sí lee a Mach, quien rechaza a Langue porque él (Mach), para entenderlo/aceptarlo, debe recurrir a su concepción de una referencia absoluta (en definitiva, un espacio absoluto secular) como las estrellas lejanas (Mach 1919, p. 546); dice Mach de sus propias ideas en sentidos parecidos al de Lange

> Abandoné estos intentos, porque estaba convencido de que sólo aparentemente eludimos con tales expresiones las referencias a las estrellas fijas y la rotación angular de la tierra. Esto, en mi opinión, también se aplica a las formas en que Streintz y Lange expresan la ley.

Einstein tampoco lee el tratado de Maxwell, sus fuentes están en los lectores germánicos de Maxwell (Darrigol 2021, p.

149), entre ellos Hertz quien en primera instancia indica que para él la teoría de Maxwell se reduce al conjunto de sus ecuaciones (H. Hertz 1893, Introducción) pero que en sus trabajos teóricos indica que existiendo dos elementos en cierto grado de contradicción en Maxwell: una estructuración matemática y una analogía mecánica por medio de la idea del ether, se ha de quedar solo con la segunda que es la interpretación (así la llama) que le permite pensar experimentos. Cabe señalar que las fórmulas de Maxwell son obtenidas en su abrumadora mayoría por la estructuración matemática y solo la articulación con la luz como fenómeno electromagnético depende en Maxwell del ether (Maxwell 1873). Otros resultados dependientes del ether como la fuerza electromagnética fueron tempranamente refutados por los experimentos.

Einstein parece ignorar la forma evolucionada de las alternativas constructivas a la teoría de Maxwell. Las formas previas desarrolladas por el electromagnetismo alemán están citadas elogiosamente en el trabajo seminal de Maxwell (Maxwell 1865) y las formas avanzadas adelantadas por Gauss (Gauss 1870), Riemann (Riemann 1867), Betti (Betti 1867), C. Neumann (Neumann 1868) y especialmente por Lorenz (Lorenz 1867) se encuentran reconocidas por el mismo Maxwell como equivalentes a su teoría (Maxwell 2003, p. 228). Estas teorías son enteramente matemáticas, no usan el concepto de ether y se abstienen de realizar hipótesis físicas[15].

[15] *El Einstein que conocemos es un mito.* Los alumnos que comienzan una carrera universitaria de física no saben qué es una fuerza ni tienen claro qué es una derivada, pero saben con entera certeza que Einstein fue el más grande físico de la historia, que el espacio es curvo y que la teoría de la relatividad es la verdad. No han tenido oportunidad de examinar nada, ni conocer el contexto de estos trabajos fundacionales, ni tienen la capacidad técnica para leerlos, mucho menos la capacidad intelectual para separar la paja del trigo. A esto se suma una reputación de dificultad que los incita a fingir un entendimiento del que carecen para ser admitidos como miembros jóvenes del club de genios y aspirantes al premio Nobel. El principio de Relatividad en Einstein es un principio sin fundamento. Es analogía pura con unas operaciones de transformación que aparecían en la mecánica de Newton y cuyo sentido último Einstein no da evidencias de entender, presumiblemente porque no se puede entender cuando uno piensa en términos de espacio absoluto. Son meras operaciones que la costumbre y las prácticas para inculcar habilidades en el uso de la mecánica naturalizó en el estudiante. Poincaré barrunta algo más, siente que si no fuera así habría algo repugnante dando vueltas, pero no llega a decir qué es (Poincaré 1913, Ch. VII) (a nuestro juicio se trata de la arbitrariedad (H. G. Solari and Natiello 2018)).

Aparece en esto un efecto social nuevo, podemos denominarlo "la verdad del estudiante". El problema del estudiante de ciencias no es descubrir nuevas articulaciones de la naturaleza sino aceptar articulaciones dadas por la autoridad del docente y de la literatura a su alcance. Su pregunta no es ¿cómo se construyen las relaciones entre estos fenómenos? sino ¿cómo me convenzo de estas verdades que descienden a mí desde la autoridad académica? Quien recibe el doctorado escucha el mensaje: ahora ya eres docto, puedes enseñar y entender los misterios del Universo, y el estudiante lo cree. Entonces, entender es eso que el estudiante hizo para aceptar las teorías hasta lograr el reconocimiento como científico, No se trata de navegar las propias dudas e incertezas tratando de establecer una armonía en ellas, se trata de, por el contrario, poner todo en términos de la *doxa y* las observaciones (usualmente imaginarias) sobre las que desarrolló sus habilidades. Nada de entretener ideas propias, esto solo retrasa los estudios; nada de disentir con las verdades heredadas.

Einstein (1905) resuelve el problema del estudiante sin necesidad del ether, manteniendo el auxilio de la analogía, aunque al hacerlo debe dejar de lado la métrica del espacio Euclideo y algunos elementos de la mecánica. Esta solución no

---

Einstein observa que las transformaciones de Galileo usadas según sus hábitos no son compatibles con su interpretación de las ecuaciones de Maxwell. No se da cuenta, no puede darse cuenta, que su hábito mezcló dos ocurrencias conceptualmente distintas de las transformaciones de Galileo. Que una transformación abstracta puede tener muchas presentaciones prácticas y que eso NO hace de las presentaciones (la transformación situada) una misma cosa. Que, en definitiva, la forma matemática es una abstracción, lo cual implica una proyección que necesariamente deja fuera algunos elementos del problema. Entonces confunde en el contexto del electromagnetismo el concepto de movimiento relativo entre dos cuerpos en interacción electrodinámica y el movimiento aparente que a ambos cuerpos les da el cambio de sistema de referencia en la descripción. Una cosa es real, la fuente se aleja del receptor y la otra es solo aparente, por la forma en que decidí describirlo, si se quiere la descripción de alguien que pasó corriendo por la sala del experimento. En la mecánica de Newton las transformaciones de Galileo daban cuenta de ambas cosas. En el electromagnetismo eso ya no es cierto porque la acción a distancia no es instantánea. Una sigue estando descripta por las transformaciones de Galileo y la otra aparece descripta por transformaciones de Poincaré-Lorentz (Hernán G. Solari and Natiello 2022). Einstein no ve la diferencia y al identificar las dos cosas va a precisar cambiar el mundo. Usa la analogía, no la abstracción ni el pensamiento crítico en busca de los fundamentos, no puede generar el concepto por el cual las transformaciones son necesarias y la forma particular en que deben darse en cada caso. Sabe hacer analogías, e incluso es creativo en ese aspecto, hace analogías de las formas y aceptó de Mach que eso es la forma correcta de conducirse en ciencias.

es aceptable para el problema científico original (H. G. Solari and Natiello 2022) toda vez que requiere un cambio en el concepto de ciencia y un concepto meramente operacional de los sistemas inerciales derivado del espacio absoluto que lleva a la introducción de símbolos sin correlato posible en la realidad observable[16]. El problema que Einstein resuelve es el problema socialmente reproducido por la sociedad de los físicos. El problema original encuentra solución por el camino adoptado por la escuela de Göttingen liderada por Gauss. Las circunstancias sociopolíticas que impidieron su desarrollo forman parte de la próxima sección. Recientemente hemos dado una versión completa de la relación entre la teoría de Lorenz y la de Maxwell, y la forma en la que estas teorías son enteramente compatibles con la de Newton, si por teoría de Newton

[16] Más adelante, en la subsección 5.2. explicamos como la realidad está constituida por una dualidad, las componentes observacionales y la componente ideada. Lo observable es el productor de la señal en nuestros sentidos externos, las ideas se producen en nuestra mente en correspondencia con esas señales, pero la idea no es solo resultado de la percepción ni contiene todos los detalles perceptibles. El caso de la velocidad relativa en Einstein es patológico. Lo que es percibido en los experimentos es el movimiento relativo y a eso se le asoció el glifo v, la velocidad v es medible con relojes y reglas. Lorentz en su intento de construir una teoría electromagnética dió al glifo v el carácter de velocidad respecto del ether, pero a pesar del cambio conceptual, el glifo se mantuvo en todas las relaciones logradas a partir de observaciones. Solo que la velocidad de Lorentz no puede ser medida. Einstein volvió a cambiar el significado del glifo. Al momento de generar su propuesta se trata de la velocidad relativa de los experimentos, una velocidad observable. Una vez instituido como argumento de las transformaciones de Lorentz y al declararse a estas como transformaciones entre espacio-tiempos equivalentes, el espacio-tiempo clásico al que estaba asociado la velocidad relativa es suprimido como falso y con esto desaparece la correspondencia entre lo observable y lo ideado para el glifo v. La velocidad v es ahora solo un parámetro de las transformaciones de Lorentz. ¿Como medirlo? ¿Quién lo mide? Implícito en el desarrollo está que todos los que lo puedan medir obtendrán el mismo valor porque no existe una previsión en la teoría para que tome distintos valores. Es decir, la velocidad relativa se conceptualizó como invariante ante cambios de sistemas de referencias (una hipótesis oculta). Pero, aplicando la teoría propuesta se demuestra matemáticamente que no lo es. Existe entonces una disociación entre lo observable y los elementos de la teoría, la teoría jamás podrá dar cuenta de las observaciones porque el vínculo con ellas está roto. El vínculo será entonces restituido con "intuiciones" (en las palabras de Einstein) que están fuera de la teoría, típicamente haciendo coincidir a un sistema de referencia con el receptor o el emisor de las señales electromagnéticas, pero en tal caso el sistema de referencia ya no es de libre elección y ya no se trata de transformaciones entre sistemas inerciales (que son arbitrarios porque reflejan una elección de quien hace la descripción) sino entre receptor y emisor de la señal. Las transformaciones de Lorentz, para el físico experimental, relacionan entonces percepciones del fenómeno bajo distintas circunstancias físicas y no cambios en la elección de sistema de referencia. A exactamente la misma conclusión llega Essen (Essen 1971, 1978), quien detecta las sustituciones de conceptos (incoherencias) y las hipótesis ocultas argumentando desde una perspectiva experimental.

entendemos lo que Newton entendió (y no su mutilación posterior) y por teoría de Maxwell la construcción llevada adelante por Maxwell evitando la necesidad de la analogía desde un principio (Hernán G. Solari and Natiello 2022).

Vale decir entonces que ya antes de los trabajos de Einstein (1905) la ciencia ha dejado de ser una relación con la naturaleza para pasar a ser en buena medida un ente cultural, instituido socialmente, que se reproduce en el sistema académico y su actividad es controlada por el gremio científico. Dicho con más precisión, la tensión que se produce al requerir un doble acuerdo: con la naturaleza y con la opinión del grupo de pertenencia, la tensión entre la verdad y la opinión aparece por la intervención del estado y por la constitución de un campo social de científicos cuyo poder social puede afectar la propia vida. No es novedad, las estructuras sociales del campo científico actúan como todas las estructuras sociales (Bourdieu 1994). Esta presión social resulta en un corrimiento hacia preferir el desacuerdo con la naturaleza al desacuerdo con el medio social. La opinión sobre la verdad, como lo demuestran los casos de Essen y de Dingle cuyas posiciones en la academia fueron afectadas por sus denuncias de la relatividad como inconsistente. Estamos frente al retorno de la verdad escolástica (entendido el escolasticismo en sentido amplio). La idea de ciencia ha cambiado entre principios y finales del siglo XIX y ese cambio se ha consolidado socialmente en el siglo XX.

La epistemología de Einstein se encuentra claramente declarada por él mismo:

> La física constituye un sistema lógico de pensamiento que se encuentra en estado de evolución, y cuya base no puede obtenerse por destilación por ningún método inductivo de las experiencias vividas, sino que sólo puede alcanzarse mediante la libre invención. La justificación (contenido de verdad) del sistema descansa en la prueba de la utilidad de los teoremas resultantes sobre la base de experiencias sensoriales, donde las relaciones

> de este último con el primero solo pueden comprenderse intuitivamente. La evolución avanza en la dirección de una mayor simplicidad de la base lógica. (Einstein 1940)

Contrario a todo el pensamiento filosófico previo, Einstein rompe el vínculo entre lo observado y lo ideado. El vínculo no existe, se trata de "invención libre" nos dice y su justificación es únicamente su utilidad, vale decir que Einstein enuncia el utilitarismo y desvincula tanto al tiempo de la construcción como al tiempo de la interpretación la relación entre teoría y observación. El sentido de la "utilidad" en Einstein no está expresado y queda pues indefinido. Como bien observa Feigl la teoría resultante flota sobre la empiria con solo ligeros vínculos con lo observable (Feigl 1970).

Cabe observar que Hertz, un físico netamente experimental, impulsó la teoría del ether basado en que la misma le permitía (no solo facilitaba) pensar experimentos que no le sugerían las elaboraciones matemáticas de Maxwell (H. Hertz 1893, Ch. XIV). La función cognitiva del ether para Hertz fue entonces servir de vínculo entre teoría y observaciones. Cuando Einstein en 1905 termina con la necesidad de invocar el ether lo hace con criterios que nada tienen que ver con la relación con los experimentos sino con requerimientos de forma impuestos a la teoría que, por ejemplo, ya antes había mencionado Boltzmann en un contexto utilitarista (véase la Sección 4, cita (Boltzmann 1974, p. 95)). Hay que notar entonces que Einstein lo hace al precio de desvincular aún más la teoría de los experimentos como ha sido señalado por físicos experimentales como Essen (Essen 1971), Phipps (Phipps Jr 2006) y Bilbao (Bilbao 2016); teóricos incursionando en la filosofía como Dingle (Dingle 1960) y nosotros mismos (H. G. Solari and Natiello 2022); más una larga lista de ingenieros como Graneau (Graneau and Graneau 1996; Graneau 1987), Moon y Spencer (Moon and Spencer 1960; Moon, Eberle Spencer, and Eberle Moon 1989; Moon et al. 1991, 1994), etc. Una importante contribución al sostenimiento de la teoría de la relatividad lo constituye el hecho de que en la jerarquía social de la física los

físicos teóricos se encuentren por encima de los experimentales y los "físicos teóricos", en el sentido restringido antes discutido, se encuentren en el más alto lugar social.

No será pues el fracaso del empirismo lo que trae las nuevas posiciones "sociológicas" (como las llama RG) sino la necesidad de legitimar la "ciencia realmente practicada" y dar una pátina filosófica al utilitarismo y posiblemente, como sugiere Lerner, otros factores sociopolíticos. El mito de la genialidad de Einstein efectivamente protege el utilitarismo. La supuesta derrota de la filosofía por la ciencia no es más que una narrativa histórica que precisa para su aceptación de la supresión de mucha evidencia.

La construcción de mitos en este período histórico fue una parte constitutiva de la reformulación de la ciencia. Piaget resalta en especial el mito del origen sensorial del conocimiento:

> El defecto básico en una interpretación empirista es el de pasar por alto la actividad del individuo. Toda la historia de la física, la más avanzada de las disciplinas fundadas en la experimentación, basta para mostrar que la experimentación por sí sola nunca es suficiente, y que el progreso del conocimiento es obra de una unión inseparable entre la experimentación y la deducción. Esto vuelve a sugerir una necesaria colaboración entre los datos proporcionados por el objeto y las acciones u operaciones del sujeto [...] Pretender reducir el conocimiento al papel pasivo de mero registro, que es todo lo que permitiría la hipótesis de su origen sensorial, es mutilar la característica de construcción infinitamente fértil que presenta tal conocimiento, inteligencia y acción. (Gruber and Vonèche 1995, p. 744-745)

¿Cómo se llegó a este estado de cosas? ¿Qué cambios sociopolíticos y epistémicos dieron lugar al concepto de ciencia a mediados del siglo XX? ¿Donde y cómo ocurrieron? Estas

preguntas son la sustancia de la próxima parada en nuestro recorrido histórico.

4. Tercera parada (circa 1870). La segunda revolución industrial

El periodo de la segunda revolución industrial seguramente ha merecido innumerables estudios, pero nuestro proceder no es escolástico por lo que no recurriremos más que a unos pocos estudios y documentos sobre aspectos parciales que hacen a la investigación de cómo este enorme cambio social afectó el concepto de ciencia. El proceso histórico se puede seguir con mayor claridad en los estados germánicos y el proceso de unificación que llevara al Imperio Prusiano a su condición de nación con el capitalismo más desarrollado.

Desde la derrota ante Napoleón (1806, batalla de Jena-Auerstedt), el estado prusiano bajo Frederik Wilhelm III (Hohenzollern) condujo una serie de reformas inspiradas por el movimiento de la Ilustración (el proceso llevó el nombre de movimiento de reforma prusiano). Este proceso iría agotándose y en su lugar emergiendo el de la unificación alemana, es decir el imperio prusiano que se constituye en 1871 y es la fecha elegida para marcar este período. El estado prusiano solemos asociarlo más con su primer ministro (1862-1890) y luego canciller del imperio (1871-1890) Otto von Bismarck que con los reyes y emperadores Wilhem I (1871-1888), Frederik III (1888-1888) y Wilhem II (1888-1918).

El amplio proceso de reformas durante la unificación alemana abarcaría también a las universidades y a las ciencias. La universidad de inspiración Humboldtiana, sustentada en las ideas de la Ilustración, en particular las ideas de libertad, autonomía del estado (muy cara a Humboldt) y formación humanista, daría paso a una universidad al servicio del estado y de la producción. Una figura saliente del periodo, Hermann von

Helmholtz[17], en su discurso de asunción como rector de la Universidad de Berlin (posición rotativa de un año de duración) en octubre de 1871 realizó una presentación parcial de esos cambios (H. von Helmholtz 1908, On academic freedom in German universities). En la concepción Humboldtiana la Universidad es el ámbito donde lograr la ilustración por medio del concepto de "*Bildung*" o autoformación, y es un ámbito que admite como única injerencia del estado el sostenimiento económico. La visión de Helmholtz nos actualiza, para Helmholtz la física es la ciencia fundamental de todas las ciencias naturales y esto parece justificar la gran inversión realizada por el estado en su laboratorio, pero además (H. von Helmholtz 1908, *On academic freedom in German universities*)

> no solo el desarrollo de este nuevo lado de la actividad científica, que era casi desconocida para la antigüedad, sino también la influencia de muchos políticos, las relaciones sociales, e incluso internacionales, se hacen sentir, y requieren ser tomados en cuenta. Se ha tenido que ampliar el círculo de nuestros alumnos; una vida nacional cambiada plantea otras exigencias a aquellos que se van; las ciencias se hacen cada vez más y más especializadas y divididas; con exclusión de las bibliotecas, se requieren aparatos de estudio más grandes y variados. Apenas podemos prever qué nuevas demandas y qué nuevos problemas podemos tener que enfrentar en el futuro más inmediato [...] las universidades alemanas han tenido que someterse ellas mismas a la influencia controladora del Estado. Por esta última circunstancia la decisión en todos los asuntos

[17] Helmholtz realizó aportes al conocimiento en fisiología, física, matemática y filosofía. El Adel (elevación a la nobleza) le fue concedido en agradecimiento por sus servicios por el emperador Wilhem I en 1883 dando lugar al tratamiento de "von".

> universitarios importantes ha sido en principio transferida al Estado.

A diferencia de la organización en otros países, en el estado prusiano la investigación científica está concentrada en las universidades.

Mientras el discurso político dado en 1871 por Helmholtz minimiza los daños que la competencia entre científicos pueda traer, Clausius (fisico y patriota prusiano) ataca las concepciones del electromagnetismo sostenidas por Gauss en la figura de su discípulo Riemann[18] y otros miembros de la U. de Göttingen (Clausius 1869). La crítica de Clausius es aceptable solo si uno previamente acepta la necesidad de análogos mecánicos para la acción electromagnetica. Es decir que se busca en primer lugar la imposición de las concepciones epistemológicas dominantes en Prusia. Por ese entonces Gauss y Riemann están muertos, sus ideas son sostenidas por Betti, que heredara los manuscritos de Riemann y C. Neumann (Neumann 1868). La disputa con Neumann duró por años (Neumann 1869; Clausius 1881). Helmholtz por su parte descalificó a Weber porque según su parecer la electrodinámica de Weber no cumplía con su principio de conservación de la energía. El ataque a Weber continuó a pesar de que éste estableciera la falsedad de la apreciación de Helmholtz (W. Weber 1972). En la conferencia internacional de París de 1881, la delegación francesa propuso denominar Weber a la unidad de corriente, pero este honor a la ciencia alemana fue rechazado por Helmholtz, quien presidía la delegación germana. El Weber hoy designa a la unidad de flujo magnético (Assis 1994, p. 51). Las formas propias de la disputa del poder político han entrado en la academia. Al mismo tiempo, se crea el primer instituto de tecnología hoy día llamado "Physikalisch-Technische Bundesanstalt" entidad fundada en 1887 bajo la dirección de Helmholtz y con el auspicio de Siemens. La tecnociencia está en plena marcha.

[18] Riemann realizó una brillante tesis doctoral dirigida por Gauss y luego pasó a trabajar como auxiliar en el laboratorio de electromagnetismo de W. Weber en Göttingen. De Riemann se esperaba que pusiera en ecuaciones la percepción de Gauss de la acción electromagnética con retardo a distancia. Riemann falleció tempranamente en Italia (1866).

La unificación alemana potenció el poder del estado sobre las universidades limitando necesariamente su diversidad ya que todas dependían del mismo poder central para su subsistencia. Las cátedras de física se expandieron notablemente, creándose una segunda cátedra que al estar desprovista de facilidades de laboratorio propias (por cuestiones presupuestarias) desarrollaron la luego llamada física teórica (Jungnickel and McCormmach 2017), desplazando en esta tarea a los "matemáticos" que habían siempre concebido la tarea con el doble sustento de las formas matemáticas y la experimentación, como bien ejemplifica el trabajo de Ampère. No solo hay disciplinamiento sino que aparece la especialización dentro de las disciplinas mismas. Durante este proceso de expansión se irradia a todo el imperio y aún más allá de sus fronteras la idea del ether sostenida en el convencimiento de que "la materia no puede actuar donde ella no está". Si Newton rechazó la formulación de hipótesis físicas, la ciencia de Berlin está persuadida de su necesidad. El fracaso en todos los sentidos de la hipótesis del ether no lleva, como era de esperar, a la reconsideración de aquellas teorías que la habían rechazado desde un comienzo. Por detrás del ether opera una necesidad epistémica prevalente en la universidad de Berlin. La física prusiana de fines del siglo XIX trabaja sobre el concepto de *Bild* (D'Agostino 2004) por el cual las ideas son imágenes o signos evocadores de objetos, el proceso de abstracción es un proceso de remoción de propiedades y la forma final del pensamiento es el uso de la analogía. Podemos encontrar estas ideas en Hertz (Heinrich Hertz and Walley 1899, p. 2), Boltzmann (Boltzmann 1974, p. 226), Mach, Schrödinger y otros autores. Si bien autores previos como Maxwell o W Thomson (Lord Kelvin) habían declarado su necesidad de encontrar análogos mecánicos de los procesos para convencerse de lo correcto de las explicaciones, la escuela de Berlin eleva la necesidad personal a mandato epistémico. Se encuentra en esto el núcleo del ataque a Gauss y la escuela de Göttingen y la posterior imposibilidad de revisar sus posiciones luego de la refutación experimental de la existencia del ether. Es este el contexto que posibilita la

resolución por Einstein del problema, ya que Einstein mantendrá a la analogía mecánica en el centro de su discusión.

La corriente de pensamiento utilitarista en ciencia hace también su aparición en estos días. Boltzmann nos informa:

> Al final, la filosofía generalizó las ideas de Maxwell hasta el punto de sostener que el conocimiento mismo no es más que el hallazgo de analogías. Esto una vez más significó que el viejo método científico había sido excluido por definición y la ciencia hablaba simplemente en símiles. (Boltzmann 1974, p. 11)

Posteriormente nos anoticia de que:

> El punto de vista cuya forma más extrema se ha expuesto aquí, fue muy diversamente recibido. Mientras unos se inclinaban casi a considerarlo una broma de mal gusto, otros consideraban que la física debía perseguir en adelante el único fin de escribir para cada serie de fenómenos, sin hipótesis, modelo o explicación mecánica, ecuaciones a partir de las cuales se pudiera determinar cuantitativamente el curso de los fenómenos; de modo que la única tarea de la física consistía en usar prueba y error para encontrar las ecuaciones más simples que satisficieran ciertas condiciones formales requeridas de isotropía, etc., y luego compararlas con la experiencia. (Boltzmann 1974, p. 95)

Debemos decir que la analogía es una forma turbia de pensamiento, mientras que la abstracción[19], el rebasamiento y la

[19] Entendida como Piaget y no como RG, ya que la descripción en García (2000) es enteramente fiel a Mach. La idea de Piaget de la formación del pensamiento abstracto en la adolescencia, en cambio (Gruber and Vonèche 1995, p. 434-444), es compatible con la dialéctica entre lo particular y lo universal sustantiva del proceso de abstracción. Leemos en (Gruber and Vonèche 1995, p. 438):

generalización establecen relaciones entre la forma universal y las formas particulares, y solo subsidiariamente entre distintas formas particulares. Lo que es cierto en la forma universal debe poder verificarse en todas las formas particulares, pero lo que es cierto en una forma particular solo puede pensarse como posible en otras. Es decir que la analogía sugiere posibilidades de exploración, pero no establece equivalencias. La física del siglo XX estará dominada por las analogías como lo señala Traweek a partir de sus observaciones de comunidades de físicos de altas energías (Traweek 1992).

Por otro lado, la idea de una ciencia cuyo objetivo es "usar prueba y error para encontrar las ecuaciones más simples que satisficieran ciertas condiciones formales requeridas de isotropía, etc., y luego compararlas con la experiencia" anticipa las ideas encontradas más tarde en Einstein y formalizadas por Popper como ya viéramos en la parada de 1930. Finalmente, la idea de que la función principal de la ciencia es predecir se encuentra también asentada en el pensamiento de Hertz (Heinrich Hertz and Walley 1899). Vale decir entonces que, bajo esta concepción, la ciencia es una técnica para el desarrollo de herramientas predictivas y como toda técnica está sujeta al criterio de éxito: es buena en tanto nos permite alcanzar los objetivos propuestos.

Los cambios no se limitaron a la ciencia y la técnica. En su trabajo "After Hegel" (luego de Hegel) (Beiser 2014), Beiser nos explicará cómo, con el abandono del proyecto de la reforma prusiana, las ideas de Hegel que habían dominado la escena filosófica alemana no solo son abandonadas, sino que son incluso repudiadas. El nuevo movimiento filosófico que aparece en la escena es el llamado "neo-kantiano", uno de cuyos primeros representantes es Helmholtz. Son los representantes de

"El pensamiento formal es tanto pensar sobre el pensamiento (la lógica proposicional es un sistema operativo de segundo orden que opera sobre proposiciones cuya verdad, a su vez, depende de operaciones de clase, relacionales y numéricas) como una inversión de las relaciones entre lo que es real y lo que es posible. (lo dado empíricamente viene a insertarse como un sector particular del conjunto total de combinaciones posibles). Estas son las dos características –que hasta aquí hemos tratado de describir en el lenguaje abstracto propio del análisis del razonamiento– que están en el origen de las respuestas vivas, siempre tan llenas de emoción, de las que el adolescente se sirve para construir sus ideales en la adaptación a la sociedad."

este variado movimiento los que obtienen las cátedras universitarias y tienen facilitada la reproducción de sus ideas. La invocación de Kant y de Fichte, considerado el padre intelectual de la "unificación alemana" (expansión imperial prusiana) resulta una manera de legitimarse. El espacio intelectual se ha llenado de eufemismos. De las ideas políticas de Kant expresadas en "El conflicto de las facultades" (Immanuel Kant 1798) no queda nada. Para Kant el elemento distintivo entre las facultades menores y las mayores consistía en que las mayores eran de interés directo del estado. El rol de la facultad de filosofía, donde en tiempos de Kant residía la filosofía natural motora de la ciencia al menos desde Galileo, era de control racional del conocimiento profesional instruido por las facultades mayores. Para Kant, nadie estaba escusado de presentarse ante el tribunal de la razón (I. Kant 2003, Parte II, Capítulo 1, Sección 2). Sin embargo, una de las coincidencias de fondo de los neo-kantianos consistía en eximir a la ciencia de comparecer ante este tribunal. Refiriéndose a los propósitos de la filosofía heredados de Kant, Fichte y Hegel, Beiser indica

> Sin embargo, en la década de 1840, esta concepción de la filosofía se había desacreditado por completo. La mayoría de los intelectuales ya no creían que fuera posible que la filosofía proporcionara una base para las ciencias a través de medios a priori o excogitación racional únicamente. No había confianza en los primeros principios evidentes, las intuiciones intelectuales, la construcción a priori o incluso la dialéctica. El programa fundacionalista había sido objeto de fuertes críticas desde varios frentes: de los "fisicalistas" (Justus Liebig, Emil du Bois Reymond, Hermann Helmholtz); de los primeros neo-kantianos (Fries, Herbart, Beneke); y de los idealistas posteriores (Lotze, Trendelenburg y Hartmann). *Todos parecían coincidir en un punto central: que los*

> *principios generales y el razonamiento a priori no pueden por sí mismos proporcionar resultados concretos. No podemos derivar conclusiones sustantivas de principios formales, resultados determinados de premisas indeterminadas. Todo contenido, todo conocimiento de la existencia, tiene que derivar únicamente de la experiencia.* El programa fundacionalista del idealismo especulativo fue condenado como una recaída en las malas viejas formas del racionalismo prekantiano. (Beiser 2014, p. 16) (énfasis agregado)

Las ciencias se han independizado de la filosofía, todo lo cubren y no parecen precisar sustento de la filosofía. Escribe Jürgen Bona Meyer: "Las hijas exigen ahora la independencia de su madre común, y no la sufren con gusto cuando son supervisadas o corregidas; preferirían que su anciana y malhumorada madre descansara en su tumba (Beiser 2014, p. 17).

Queda sin embargo a la filosofía cumplir una función auxiliar: explicar el funcionamiento de las ciencias. Beiser nos dice:

> Fischer y Zeller vieron la tarea fundamental de la filosofía como, en una palabra, la epistemología (*Erkenntnistheorie*), reflexión de segundo orden sobre los conceptos, métodos y presupuestos básicos de las ciencias empíricas. (p. 37)

La crisis de la filosofía es tanto el resultado de los excesos y limitaciones del idealismo-especulativo como de los nuevos tiempos.

La multitud de crisis que conviven en la segunda mitad del siglo XIX en el imperio prusiano puede pensarse en términos de RG como subsistemas de un sistema complejo, narrativas históricas construidas por el recurso de primero proyectar la historia en un determinado campo (filosofía, ciencia,

universidad, desarrollo industrial, relaciones sociales, ...), emancipando esas narrativas del marco sociopolítico y epistémico. En todos los casos el *ethos* está presente y el estado mediante el control de los recursos que hacen posible la dedicación a la ciencia y la filosofía es en todos los casos el gran juez. El tribunal de la razón crítica propuesto por Kant ha sido abolido. Las ciencias tienen "métodos" (es decir formas sistematizadas y mecanizadas tal cual máquinas) que son el fundamento último de su confiabilidad. La filosofía carece de método por tanto no puede ser confiable. El elogio de lo sistemático y uniforme propio de la producción industrial en comparación con la producción artesanal se trasladaba a la esfera intelectual. Los libros de texto, que emergieran en el siglo XIX, permitirían uniformizar la formación de profesionales y en particular los profesionales de la ciencia, es decir los científicos, ya no más filósofos de la naturaleza. Los filósofos se convertían en obsoletos al mismo tiempo que los artesanos, la libertad y el humanismo ya no guiaban la formación de los estudiantes. La nueva maquinaria de guerra prusiana unificaba los pueblos germánicos y derrotaba a Francia. El imperio prusiano se convertía en la nación capitalista más avanzada de Europa, el modelo a imitar. La ciencia misma, especialmente la física señalada como la ciencia fundamental, debía ser sistematizada a partir de "principios" aceptados a partir de intuiciones y por el éxito de sus derivaciones y la lógica-matemática que permitía explorar y explotar el contenido de estos principios. Nace una física de "primeros principios" que abarca la mecánica, la termodinámica y el electromagnetismo como ramas fundamentales. Pero el progreso técnico incubaba la crisis. Fuera de la historia oficial de la física, William Crookes resolvía (en 1870) el problema técnico que impedía realizar descargas eléctricas en el vacío. Por 1897 Sir JJ Thomson comenzaba a extraer de la materia ciertas entidades metafóricamente descriptas "como pasas de uva de un budín" utilizando los tubos de Crookes. Comenzaba el estudio de la materia, una nueva era en el desarrollo de la física.

La actitud intelectual de la burguesía en este período se caracteriza por el afán de fijarse y perseguir objetivos de corto

plazo. De la filosofía que hereda, sólo pudo registrar el último capítulo: Se escucha a los neo-kantianos pero no a Kant. El electromagnetismo por varias décadas queda atrapado dentro del misterio del ether (hemos visto ya que cuando éste se "elimina" se lo hace al precio de eliminar también la visión relacional en favor de una nueva postura subjetiva). El viaje hegeliano hacia los fundamentos se reemplaza por un escape al futuro: los problemas del crecimiento económico se resuelven con más crecimiento económico, los problemas de la tecnología se resuelven con más tecnología, entrando así en una espiral de "progreso" ininterrumpido con ciclos cada vez más cortos.

Parte II. Encuentro con la razón crítica

5. Mirando por la ventanilla

Hemos llegado en el viaje hasta el origen de los mitos fundacionales de la "ciencia realmente practicada" de nuestros días. Durante el viaje hemos visto otras ideas, otros conceptos de ciencia. Dice E. Morin (Morin et al. 1984, p. 297):

> El racionalismo ilustrado era humanista, es decir, que asociaba sincréticamente el respeto y el culto al hombre, ser libre y razonable, sujeto del universo, con la ideología de un universo íntegramente racional. Por ello, este racionalismo humanista se presentó como una ideología de emancipación y de progreso.
>
> Efectivamente, en su lucha permanente contra el mito y la religión, llevaba en sí la promoción del saber empíricamente fundado y verificable. El principio de universalidad del racionalismo, unido a la exaltación de la idea de hombre, ha sido el fermento de la emancipación de los esclavos y de los

oprimidos, de la igualdad, de los derechos del hombre-ciudadano, del derecho de los pueblos a disponer de sí mismos. La confianza en el Homo sapiens, el hombre-sujeto razonable (vacío de toda afectividad, de toda «irracionalidad»), ha permitido universalizar el principio de libertad. Es cierto que estos principios universales eran «abstractos», es decir, que se constituían sobre la ignorancia y la ocultación de las diferencias culturales, individuales. Podían conducir, inconscientemente, a promover una homogeneización, trituradora de las diferencias, o bien al desprecio de lo diferente como inferior (las poblaciones «primitivas», atrasadas, subdesarrolladas, que aún no son lo suficiente «adultas», que aún no son dignas del estatus de Homo sapiens y, por tanto, aún son indignas de la libertad, de los derechos cívicos, del Habeas corpus). Pero mientras permanezca el humanismo, mientras permanezca ligado al racionalismo, mientras este humanismo tenga un aspecto casi místico, uniendo en sí el amor a la humanidad, la pasión por la justicia, la igualdad, mientras represente fuertemente el fermento crítico, el racionalismo (humanismo crítico) es una ideología principalmente emancipadora.

Ahora bien, por dondequiera que se difumine o se disuelva la idea humanista haciéndose cada vez más frágil, dondequiera que se retire el fermento crítico, la racionalización cerrada devora a la razón. Los hombres dejan de ser concebidos como individuos libres o sujetos. Deben obedecer a la aparente racionalidad (del Estado, de la burocracia, de la industria).

Los párrafos parecen haber sido escritos para explicar lo observado en la última parada visitada. La ciencia normal, la razón instrumental, el utilitarismo emergen como consecuencia del abandono del componente crítico de la razón con el consecuente dominio de todos los aspectos de la sociedad por el Estado autoritario y su burocracia, y por la industria que lo sostiene. El ideal de la máquina deshumaniza a la ciencia, el hombre pasa a ser concebido como "fuerza de trabajo", consumidor o "carne de cañón" para un período donde la guerra expansionista no parece tener freno[20].

5.1. La metamorfosis

Tal como Nassar lee en Kant (ver (Nassar 2018)), la máquina responde a una teleología-externa, su funcionamiento está orientado a la satisfacción de un fin externo a ella, a la producción de un bien. Reglas y organización de esa tarea están dictadas externamente en función de esa tarea, pero aún cuando pudiera sintetizar sus propias reglas de funcionamiento, sus fines seguirían siendo externos.

En términos de explicar el funcionamiento de la máquina podemos enunciar las reglas a seguir y con esto dar por satisfecha la necesidad de entender. De igual manera, la ambición de la física se centra en el establecimiento de las "leyes de la naturaleza" un conjunto de reglas que permiten predecir el resultado de los procesos de lo inerte. La química llevará esta misma visión un paso más adelante y la bioquímica tratará la explicación de la vida desde la perspectiva de considerarla inerte, una máquina. Si nos explican cómo lo que observamos en la planta, el animal o el humano es en lo fundamental determinado por la codificación de su química en los genes, ¿no estamos acaso recurriendo al concepto de explicación asociado al funcionamiento de las máquinas?

[20] Prusia-Austria por la supremacía entre los estados germánicos, guerras de formación del imperio Prusiano ("unificación alemana"), guerra Franco-Prusiana, guerras colonialistas en África ... hasta desembocar en la primer gran guerra europea del siglo XX.

Para Kant, Goethe y muchos más, lo vivo tiene fines propios, una teleología-interna, el funcionamiento del organismo no se explica sino relacionando en función de los fines del todo (que incluyen invariablemente la vida y la reproducción, es decir, la vida a nivel del individuo y de la especie) a lo que con un esfuerzo de idealización consideramos sus partes. Entender la vida implica entender la interdependencia y la funcionalidad de los subsistemas en relación con los fines de esa vida. Lo vivo aparece entonces como complejo, sus subsistemas como inter-determinados, imposibles de aislar como piezas de una máquina dado que aquello que no puede faltar en ellos es su función con relación al organismo. La vida es compleja, autodeterminada y su lógica es dialéctica.

J. W. von Goethe (2009) aporta un elemento más: podemos concebir las plantas como una sucesión de estadios que son a la vez continuación y cambio respecto del estadio precedente. A la semilla le sigue el brote y a éste la plantula, los pétalos de las flores no son más que hojas transformadas, la flor se transforma en fruto y al interior del fruto muerto se aloja la vida en forma de semillas. ¿Qué es la planta? Es cada una de estas etapas, cada una de estas partes y ninguna de ellas, pues todas las partes señalan a una totalidad que a su vez es parte de otra vida, la vida de la especie. Kant y Goethe considerarán que no solo plantas y animales tienen vida: la razón tiene vida también. En Hegel encontramos el concepto en su primer libro, *La fenomenología del espíritu*:

> Del mismo modo, la determinación de las relaciones que una obra filosófica cree guardar con otros intentos en torno al mismo tema suscita un interés extraño y oscurece aquello que importa en el conocimiento de la verdad. Cuando arraiga la opinión del antagonismo entre lo verdadero y lo falso, dicha opinión suele esperar también, ante un sistema filosófico dado, o el asentimiento o la contradicción, viendo en cualquier declaración ante dicho sistema solamente lo uno o lo otro.

> No concibe la diversidad de los sistemas filosóficos como el desarrollo progresivo de la verdad, sino que sólo ve en la diversidad la contradicción. El capullo desaparece al abrirse la flor, y podría decirse que aquél es refutado por ésta; del mismo modo que el fruto hace aparecer la flor como un falso ser allí de la planta, mostrándose como la verdad de ésta en vez de aquélla. Estas formas no sólo se distinguen entre sí, sino que se eliminan las unas a las otras como incompatibles. Pero, en su fluir, constituyen al mismo tiempo otros tantos momentos de una unidad orgánica, en la que, lejos de contradecirse, son todos igualmente necesarios, y esta igual necesidad es cabalmente la que constituye la vida del todo. Pero la contradicción -ante un sistema filosófico o bien, en parte, no suele concebirse a sí misma de este modo, o bien, en parte, la conciencia del que la aprehende no sabe, generalmente, liberarla o mantenerla libre de su unilateralidad, para ver bajo la figura de lo polémico y de lo aparentemente contradictorio momentos mutuamente necesarios. (J. W. F. Hegel 1966, Prólogo. La verdad como sistema científico.)

Hegel no se interesó por la ciencia sino por el espíritu y por la vida de la Idea, dicho como totalidad de la misma forma en que hablamos de la vida del universo o la vida de *Gea*. Fue W. Whewell quien se dio a pensar la ciencia en términos dialécticos. La metáfora de la metamorfosis de las plantas aparece nuevamente en Whewell (Whewell 1858), inspirado por Hegel, Goethe, y Kant. Whewell desarrollará la noción que llamó “la antítesis fundamental de la filosofía”. Antítesis puede expresarse en una variedad de formas: ideas y cosas; verdades necesarias y de la experiencia; deducción e inducción; teorías y hechos; ideas y sensaciones; reflexión y sensación; subjetivo y

objetivo; materia y forma... Hay dos características invariables de todas estas formas parciales. La primera es la inseparabilidad de los términos de la dialéctica, los términos están interdefinidos, solo cobran sentido uno frente al otro. La segunda es que la dialéctica se da como una sucesión de generalizaciones. Kant había puesto la idea en términos de

> El entendimiento no puede intuir, y la facultad sensible no puede pensar. De ninguna otra manera que de la operación unida de ambos, puede surgir el conocimiento (Immanuel Kant 1787).

Whewell escribe (Whewell 1858)

> En todo CONOCIMIENTO humano están involucrados tanto los Pensamientos como las Cosas. En cada parte de mi conocimiento debe haber algo acerca de lo cual yo sé, y un acto interno de mí que sé [...] El hombre está interpretando los fenómenos que ve. A menudo interpreta sin ser consciente de que lo hace.

Más recientemente lo encontramos en Piaget y García

> un hecho es, siempre, el producto de la composición entre una parte provista por los objetos y otra construida por el sujeto (Piaget and García 1982)

La idea reaparece en diversos autores de manera aparentemente independiente y es que esta idea es el emergente inmediato de la autoconsciencia, que a partir de la consciencia simple de lo otro se encuentra a sí misma como objeto de consciencia (J. W. F. Hegel 1966).

Dentro de la misma familia de ideas se encuentra el concepto de “perfeccionamiento de la razón” que encontramos en C. Peirce (1994, [CP 2.191]) bajo el título §11 El mejoramiento del razonamiento:

Al estudiar lógica, uno espera corregir sus ideas actuales de cuál razonamiento es bueno y cuál es malo. Esto, por supuesto, debe hacerse mediante el razonamiento; y no podéis imaginar que se hará aceptando mis razonamientos que no os parecen racionales. Por lo tanto, debe hacerse por medio del mal sistema de lógica que estéis utilizando actualmente. Algunos escritores se imaginan que ven algo absurdo en esto. Dicen: La lógica consiste en determinar qué es un buen razonamiento. Hasta que esto no se determine, no se debe aventurar el razonamiento. (Dicen que sería una *petitio principii*; pero evito el tecnicismo que debe carecer de sentido en la etapa actual de nuestra pregunta, incluso si realmente tiene algún significado, más allá de mi interpretación de ella). [CP 2.191]

Deseo mostrar al lector cómo voy a establecer la doctrina de la razón haciendo uso de los poderes de razonamiento imperfectos que cada lector aportará al tema, y sin embargo sin ninguna suposición inadmisible. ¡Qué proposición es la que mantienen virtualmente aquellos que declaran que esto es imposible! ¡Que la razón imperfecta no puede perfeccionarse! ¿Cómo entonces, me complacería saberlo, pasó alguna vez el hombre de un estado de monería, e inferior, al de señorío de este globo? Oh, pero no fue por un proceso lógico. ¿Cómo es eso? Fue por suposiciones injustificables. ¡Qué pedantería! ¡Así que a un hombre no se le debe permitir ver lo que es razonable a menos que lo haga según las reglas del arte! {*To sabbaton dia ton anthropon egeneto, ouch ho anthropos dia to sabbaton*}, que traducido significa: “La lógica

> surgió por el bien de la razonabilidad, no la razonabilidad por el bien de la lógica". ¡Nunca perdamos de vista esa verdad, aunque se olvide, todos los días, en todos los ámbitos de la vida, especialmente en los Estados Unidos bien regulados! (Peirce 1994, [CP 2.195])

> Entonces parece que esta maravillosa propiedad de autocorrección de la Razón, de la que Hegel hizo tanto, pertenece a todo tipo de ciencia, aunque aparece como esencial, intrínseco e inevitable sólo en el tipo más alto de razonamiento, que es la inducción. [CP 5.579]

Charles Peirce, un lógico, contesta así a la tendencia de los lógicos tanto a negar la posibilidad de perfeccionamiento de la razón como a sostener que la lógica se encuentra por sobre todas las ciencias, otra de las verdades instaladas durante la segunda revolución industrial luego de los trabajos de Frege y de Russell. Se encuentra en Peirce uno de los últimos, si no el último, estudio del proceso de formación de teorías, verdades transitorias o simplemente creencias como prefiere llamarlas.

Morin retoma este aspecto del pensamiento complejo a partir de un párrafo de Piaget (Morin et al. 1984)

> Ha acabado por imponerse a una pequeña minoría de investigadores la idea de [...] que la razón por sí misma no constituye un invariante absoluto, sino que se elabora mediante una sucesión de construcciones operatorias, creadoras de novedades y precedidas por una serie ininterrumpida de construcciones preoperatorias referentes a la coordinación de las acciones y que eventualmente se remontan hasta la organización morfogenética y biológica en general (J. Piaget, Biología y conocimiento, p. 118).

Las ideas de Piaget están en parte configuradas por las ideas de Peirce, aunque no tenemos evidencia de que Peirce estuviera entre las lecturas importantes de Piaget y no es necesario que así haya sido. Una particularidad de la forma natural del pensar es que se origina espontáneamente en nuestras mentes, se recrea por así decirlo, contrario a lo que ocurre con aquellas ideas impuestas sobre nuestra naturaleza que requieren de la enseñanza/adoctrinamiento. El proceso de perfeccionamiento presentado como ciclo o espiral en RG (ver la estación de partida, sección 1) también se encuentra descripto en Peirce

> Ahora bien, la única forma de descubrir los principios sobre los que debe construirse cualquier cosa es considerar qué se debe hacer con la cosa construida después de haberla construido. Lo que se ha de hacer con la hipótesis es trazar sus consecuencias por deducción, compararlas con los resultados del experimento por inducción, y descartar la hipótesis y probar otra, tan pronto como la primera haya sido refutada; como presumiblemente será. No podemos decir cuánto tiempo pasará antes de que encontremos la hipótesis que resistirá todas las pruebas; pero esperamos que lo haremos, por fin. En vista de esta perspectiva, es evidente que tres consideraciones deben determinar nuestra elección de una hipótesis. En primer lugar, debe poder someterse a pruebas experimentales. Debe consistir en consecuencias experienciales con sólo tanto cemento lógico como sea necesario para hacerlas racionales. En segundo lugar, la hipótesis debe ser tal que explique los hechos sorprendentes que tenemos ante nosotros, cuya racionalización es todo el motivo de nuestra investigación. Esta explicación puede consistir

> en convertir los hechos observados en resultados naturales del azar, como la teoría cinética de los gases explica los hechos; o puede hacer que los hechos sean necesarios, y en el último caso como afirmación implícita de los mismos o como base para una demostración matemática de su verdad. En tercer lugar, una consideración tan necesaria como cualquiera de las que he mencionado, en vista del hecho de que la verdadera hipótesis es sólo una entre innumerables posibles falsas, en vista, también, del enorme costo de la experimentación en dinero, tiempo, energía, y el pensamiento, es la consideración de la economía. (Peirce 1994, CP 7.220)

Para Peirce, la construcción de teorías es la única forma posible de entendimiento y esta sigue el método experimental en el sentido que las hipótesis obtenidas por abducción son, en primer lugar, el ingrediente con el que experimentamos una nueva construcción teórica. El flujo del error cuando la teoría sea refutada por la comparación con la experiencia dará lugar a una metamorfosis de la hipótesis y consecuentemente de la teoría. De esta manera Peirce establece una dialéctica de carácter Hegeliano. No es esto casual, Peirce dice:

> Mi filosofía resucita a Hegel, aunque con un disfraz extraño. (Peirce 1994, CP 1.42)

De esta manera hemos encontrado en el pasado dos de los cuatro elementos que trajimos al viaje. De los restantes dos se puede decir que la idea de los rebasamientos es la misma idea de la "inferencia ampliativa" en Peirce y anteriormente de la abstracción. El proceso de abstracción fue mecanizado a fines del siglo XIX entre otros por Mach. La palabra abstracción (del latín *abstrahere* arrastrar, separar, alejar, desviar;) se puede leer al menos en dos formas. Una primera forma, procedimental o mecánica, en la que eliminamos propiedades de algo dejando una idea menos determinada, más general. Esta forma se encuentra en RG (García 2000) y llevado al extremo el

procedimiento sugiere la pregunta: ¿qué queda entonces cuando se retiran todas las propiedades? Tal cosa ha sido denominada la "cosa-en-sí-misma", una entidad metafísica y como tal fue atacada por la escuela de Vienna. Los problemas de este procedimiento ya fueron discutidos por Hegel (G. F. Hegel 2001, sec. 22). Una conexión diferente con la etimología consiste en extraer, sacar de la forma concreta, su esencia. Consideremos la primera forma, deteniéndonos antes de llegar a la cosa-en-sí-misma. Digamos que comenzamos con un objeto y nos detenemos con una idea general del objeto, una abstracción de este (en el sentido de RG). Debido a su subdeterminación, es probable que otros objetos, después de una operación similar, coincidan también con nuestra abstracción. De esta manera, se establece una relación entre ellos: pertenecen a la misma clase (se demuestra fácilmente que la relación es transitiva). La forma abstracta cumple ahora tanto la función de identificar a dos objetos como realizaciones de una misma forma ideal, como la de poner en correspondencia los objetos. Un ejemplo pondrá las cosas más claras. Supongamos que observamos una variedad de animales que de alguna forma vaga se parecen, podemos crear la clase de estos animales parecidos, digamos que son gatos, y una teoría de lo que se espera de los gatos por el solo hecho de pertenecer a la clase, con independencia de sus diferencias, de la singularidad inevitable de cada uno de ellos, pero a su vez, es la creación del concepto abstracto de gato es el que crea la posibilidad de reconocer como tales, como relacionados entre sí a cada uno de los ejemplares particulares. No existe, no puede existir, una precedencia del concepto universal respecto de las formas particulares ni, recíprocamente, de las formas particulares (¿particulares de que?) respecto del universal. Los pares dialécticos universal-particular deben producirse al mismo tiempo, esta acción es la abstracción. Ella es el resultado de la construcción de sucesivas inferencias ampliativas dando cada una, lugar a un paso en la iteración que al detenerse termina arrojando una forma que contiene el conocimiento previo como un caso particular pero lo amplia, lo rebasa, asociándolo por la equivalencia ya señalada con otros procesos. De esta manera se amplían los fenómenos que la teoría debe explicar y la

posibilidad de realizar experimentos que la pongan a prueba, y que, de superarlos la teoría, invariablemente refuerzan nuestra confianza en ella. Así, las leyes de la lógica que intervienen en cada razonamiento deductivo se ponen a prueba en cada uno de ellos, y de su enorme éxito nace nuestra enorme confianza en su uso.

5.2. Normas o reglas de la razón

Vemos entonces que elementos importantes del pensamiento piagetiano en ciencias existieron y fueron elaborados antes de la segunda revolución industrial y dejaron de ser visibles en el siglo XX. La noción de complejidad aparece aquí directamente asociada a lo viviente, al reconocimiento de la intervención del sujeto en el conocer y al carácter dialéctico y relacional de las interacciones entre organismos vivos. Los trabajos de Piaget proveen además un soporte experimental ausente en la mirada del siglo XIX.

Un elemento destacable de la mirada piagetiana es el concepto de *reglas* o *normas* que preexisten a la experiencia:

> Las reglas o normas generalmente se consideran dependientes de estructuras en el sujeto. No dependen de la estructura de la realidad física para su validación, sino que están completamente determinadas por un principio de deducción que no es de naturaleza empírica. (Gruber and Vonèche 1995, p. 739)

Nos referiremos a ellas como “normas de la razón”. No es de nuestro conocimiento que la investigación de estas normas se haya llevado adelante de manera sistemática. RG destaca el “principio de continuidad funcional de los procesos constructivos”. El principio de continuidad de la razón indica que no estamos dispuestos a aceptar como razonable aquella idea que surge “de la nada” o cuya relación con ideas previamente admitidas o más accesibles a la comprobación empírica no puede descomponerse en pasos tan pequeños como queramos, vale decir, que toda opinión razonable debe estar

fundamentada y la continuidad de la opinión con sus fundamentos debe ser capaz de soportar un análisis a todo nivel de detalle. Esto es la noción matemática de continuidad.

Una segunda norma que era conocida a Leibniz, es el "principio de razón suficiente" y el "principio de identidad de lo indiscernible". Principios esgrimidos por Leibniz y aceptados por Clarke en la polémica que sostuvieron. Ambos principios están asociados al rechazo de la arbitrariedad, para distinguir entre dos cosas o ideas debe haber algo más que nuestra voluntad, la distinción no puede tener como solo fundamento nuestra subjetividad. En su segunda carta Leibniz argumenta (Leibniz 2007, p. 3-4)

> Suponga que tiene una balanza perfectamente simétrica y que pone pesos iguales en sus dos platillos. Nada lo hará mover; y Arquímedes vio por qué: es porque no hay razón que se puede dar por qué un lado debe bajar en lugar del otro. Usando solo ese principio, que tiene que haber una razón suficiente para que las cosas sean como son y no de lo contrario.

Esto es: las diferencias que hacemos deben obedecer a un motivo o razón de las cuales derivan y, recíprocamente, que allí donde hay razón para ello debe hacerse diferencia. La conexión con las simetrías ya observada por Leibniz permite una matematización del principio en términos de teoría de grupos y deducir de él, por ejemplo, una forma racional del principio de Relatividad que resulta más restrictiva que la forma presentada por Poincaré, por Einstein y por todos los libros que hemos consultado. Esta es la razón por la que decimos que lo que resulta repulsivo a Poincaré es que de no existir el principio haríamos lugar a la arbitrariedad (H. G. Solari and Natiello 2018).

Si el principio de continuidad requiere para todo juicio la existencia de un fundamento firme, o bien estamos frente a una regresión infinita o precisamos de una serie de axiomas aceptados irracionalmente desde los cuales construimos nuestra ciencia. En tal caso, la ambición de eliminar lo arbitrario se

desmorona. Sin embargo, nuestro pensar es capaz de generar estructuras autosostenidas cuando es posible percibir diferencias aún cuando no podemos especificar la naturaleza propia de lo que así difiere. Aparecen en estos casos conceptos interdefinidos, el yo y lo otro (el no yo), los cuerpos, el espacio y el tiempo. O los diferentes sabores como ser: salado, agrio, dulce, amargo cuya noción solo se puede dar asociándolos con experiencias gustativas, pero no a partir de conceptos dados anteriormente. En estos casos gustamos de hablar de aperturas dialécticas porque involucran la creación de polos opuestos por el solo hecho de que permiten ordenar lo pensado o percibido, es decir, con un carácter definitivamente pragmaticista.

Quizás el más fundamental de todos los principios es el principio de realidad que tomamos de Peirce

> Tal es el método de la ciencia. Su hipótesis fundamental, reformulada en un lenguaje más familiar, es esta: hay cosas reales, cuyos caracteres son completamente independientes de nuestras opiniones sobre ellas; esos Reales afectan nuestros sentidos de acuerdo con leyes regulares, y, aunque nuestras sensaciones son tan diferentes como lo son nuestras relaciones con los objetos, sin embargo, aprovechando las leyes de la percepción, podemos determinar mediante el razonamiento cómo son las cosas real y verdaderamente; y cualquier hombre, si tiene suficiente experiencia y razona lo suficiente al respecto, será conducido a la única conclusión Verdadera. La nueva concepción aquí implicada es la de Realidad. (Peirce 1994, CP 5.384)

La realidad de Peirce involucra la dualidad sujeto-objeto de Whewell. Si bien Peirce pone el acento en las ideas en este párrafo, la realidad está constituida por una dualidad, una componente de ella es la realidad-observable y la otra la realidad-ideada. Toda realidad está constituida por una idea puesta en correspondencia con observaciones. Por el contrario,

no existe realidad alguna en un conjunto de observaciones meramente aditivo a la que el pensar no ha puesto una organización, ni hay realidad en un conjunto de ideas que no admiten contraposición con lo observable.

La formulación de hipótesis explicativas racionales (y las correspondientes teorías) están sometidas a más demandas. Existe una demanda para las nuevas hipótesis/teorías de estar enraizadas en el cuerpo de nuestros conocimientos aún cuando el proceso de darles raíces en ellos involucre una metamorfosis de estos. Dice Hegel (G. F. Hegel 2001)

> § 101 ... el progreso en filosofía es más bien un retroceso y una fundamentación o establecimiento por medio del cual primero obtenemos el resultado de que aquello con lo que comenzamos no es algo meramente asumido arbitrariamente, sino que es de hecho la verdad, y también la verdad primaria.
>
> § 102. Hay que admitir que es una consideración importante que se encontrará con más detalle en la propia lógica que el avance es un retroceso a la tierra, a lo que es primero y verdadero, de lo que depende y, de hecho, de lo que origina, aquello con lo que se hace el comienzo.

Este enraizamiento, olvidado por Peirce, fue restituido por Hanson (Hanson 1965) en el enfoque de Peirce. Por otro lado, el disciplinamiento de las ciencias pone un límite al proceso de racionalización al sostener para cada una de ellas principios autónomos que no pueden verse como formas particulares de una única razón.

Las reglas de la razón que permiten el perfeccionamiento de las hipótesis actúan sobre un material provisto por otros procesos, sean la analogía, la imaginación, el hábito o como dijera Feyerabend “todo vale”. Este elemento es el que introduce la única instancia de creatividad en la ciencia, instancia que forma parte de la abducción.

Finalmente, para predecir con el auxilio de interpretaciones intuitivas y sugerir desarrollos técnicos, no es necesario el refinamiento que provee la razón. La técnica terminará su desarrollo por su propio método de prueba y error. La ciencia normal entonces puede prescindir de las reglas de la razón y de su unidad, y prescindiendo de ellas puede acelerar el desarrollo tecnológico, pero no puede adentrarse en aquellas cuestiones como la extinción acelerada de las especies, el calentamiento global, la contaminación, etc. porque si animándose a la prueba sobreviniera el error, la catástrofe podría ser final.

Parte III. A modo de conclusión: sobre la complejidad

6. Últimas reflexiones

El periodo de la segunda revolución industrial no solo está caracterizado por el disciplinamiento de la ciencia, sino que también se verifica una división de tareas entre científicos experimentales y teóricos. Sobre la posibilidad de esta división nos enseña Whewell

> Cuando una teoría ha sido establecida en su forma general, nuestro conocimiento de la distribución de sus fenómenos en el tiempo y el espacio puede ser ampliado sustantivamente por observadores ordinarios dispersos sobre la tierra y que se suceden en el tiempo, siempre que estén equipados con instrumentos y métodos de observación, debidamente construidos sobre los principios de la ciencia; pero tales observadores no pueden en ningún grado reemplazar al descubridor que es el primero en establecer la teoría e introducir en los hechos un nuevo principio de orden. Cuando se han captado las leyes de la

> naturaleza, se puede hacer mucho, incluso por observadores ordinarios, para verificarlas y determinarlas exactamente; pero cuando se trata de hacer un verdadero descubrimiento, esta separación del observador y el teórico no es posible. En esos casos, el temperamento inquisitivo, la mente ocupada y sugerente, es necesaria a cada paso, para dirigir la mano que opera o la mirada abierta. Ninguna acumulación posible de hechos sobre la mezcla y el calor, recogidos a modo de intento ciego, podría haber conducido a las doctrinas de la química, o la cristalografía, o la teoría atómica, o la polaridad voltaica, química y magnética, o la fisiología, o cualquier otra ciencia. De hecho, no sólo se requiere una teoría existente para proporcionar al observador instrumentos y métodos, sino que sin teoría ni siquiera puede describir sus observaciones. Dice que mezcla un ácido y un álcali; pero ¿que es un ácido? ¿Qué es un álcali? ¿Cómo los conoce? Clasifica los cristales de acuerdo con sus formas: pero hasta que haya aprendido lo que es distintivo en la forma de un cristal, no puede distinguir un cubo de un prisma cuadrado, incluso si tuviera un goniómetro y pudiera usarlo. Y la misma imposibilidad se cierne sobre todos los demás temas. Reportar hechos con propósitos científicos sin alguna ayuda de la teoría, no sólo es inútil, sino imposible. (Whewell 2016)

Whewell distingue entre la construcción de la ciencia y la ciencia aprendida de nuestros maestros, entre la situación de quien se enfrenta al fenómeno [21] y aquel cuyo primer contacto

[21] La manifestación que se hace presente a la consciencia de un sujeto y aparece como objeto de su percepción, especialmente aquello que resulta extraordinario y sorprendente.

con el fenómeno es un marco teórico preestablecido. La diferencia se establece entre el maestro original que dialoga con la naturaleza en su proceso de ideación y la siguiente generación que sigue los pasos del maestro en lugar de dialogar directamente con el fenómeno, por dar un ejemplo: entre Marx y los marxistas, el primero original y crítico, los segundos frecuentemente dogmáticos. La diferencia entre un saber producido en relación directa con el fenómeno y el saber transmitido en las universidades no podría ser mayor. En el primer caso el sabio se enfrenta a una tarea compleja pues debe determinar al mismo tiempo las reglas (la teoría) que "gobiernan" el fenómeno y la relación entre lo que se observa y las ideas, es decir, el proceso de ideación. Muy por el contrario, quien se dispone a utilizar un saber tomado de "prestado" (resultado de la instrucción) encara una tarea desde un conocimiento ya establecido, y corre el riesgo del dogmatismo.

La mirada de la ciencia de Whewell se puede contrastar con la de Mach

> Los principios que un destacado economista político, E. Hermann, ha formulado para la economía de las artes industriales, son también aplicables a las ideas de la vida común y de la ciencia... Ninguna mente humana podría comprender todos los casos individuales de refracción. Pero conociendo el índice de refracción de los dos medios presentados y la conocida ley de los senos, podemos reproducir fácilmente o completar mentalmente cada caso concebible de refracción. La ventaja aquí consiste en el desahogo de la memoria; un fin inmensamente promovido por la preservación escrita de las constantes naturales. Más que este informe completo y condensado sobre los hechos no está contenido en una ley natural de este tipo. En realidad, la ley siempre contiene menos que el hecho mismo, porque no reproduce el hecho como un todo, sino sólo en

> el aspecto que es importante para nosotros, siendo omitido el resto, ya sea intencionalmente o por necesidad. [...]
> Nuestro primer conocimiento, por lo tanto, es un producto de la economía de auto-conservación. Mediante la comunicación, la experiencia de muchas personas, adquirida individualmente al principio, se reúne en una. La comunicación del conocimiento y la necesidad que cada uno siente de administrar su bagaje de experiencia con el menor gasto de pensamiento, nos obligan a poner nuestro conocimiento en formas económicas. Pero aquí tenemos una pista que despoja a la ciencia de todo su misterio y nos muestra cuál es realmente su poder. Con respecto a los resultados específicos, no nos da nada que no podamos alcanzar en un tiempo suficientemente largo sin métodos. No hay problema en todas las matemáticas que no pueda resolverse mediante el conteo directo. Pero con los implementos actuales de las matemáticas se pueden realizar muchas operaciones de conteo en unos pocos minutos que sin matemáticas tomarían toda una vida (Mach 2012, The economical nature of physical inquiry).

Como quien en tiempos actuales justifica su investigación ante quien la financia por una supuesta, y usualmente fantasiosa, utilidad (curar esta o aquella enfermedad, ahorrar energía, producir este o aquel bien, ...) Mach sostiene a la física, como caso ejemplar de ciencia, como una actividad económica, no distinta a la actividad fundamental de la burguesía y del proceso industrial. Se trata pues de procesar industrialmente y obtener réditos. Si no fuera por esta cuestión de economía daría lo mismo la larga enumeración de casos particulares que la

concepción de la naturaleza del fenómeno (en este caso óptico) cuyo cálculo puede proceder por la fórmula de Snell descripta, pero cuya conceptualización es, como señala Whewell, de una entidad distinta a la mera enumeración. Desde el punto de vista utilitario la conceptualización y con ella el concepto carece de valor, solo el resultado, la herramienta de cálculo en este caso, es útil. La ciencia de Mach está irremediablemente degradada en la citada conferencia popular, tal vez como forma de complacer a los patrocinadores. El segundo párrafo es revelador del carácter de la enseñanza utilitaria de las ciencias como la formación de un profesional que tiene a su disposición las fórmulas y procedimientos producidos por otras mentes. Este profesional debe saber usarlas bien, pero no es requisito que entienda el porqué son apropiadas, ni sus limitaciones y mucho menos el proceso por el que se arriba a ellas. Estamos tentados a pensar que por economía no hay que perder tiempo en estas cosas ni en desarrollar el pensamiento propio si de todo lo que ha de valerse es del pensamiento ajeno. Hay que detenerse a medir aquí cuan lejos han quedado las enseñanzas de Goethe reflejadas en nuestra advertencia al viajero.

En el caso de la ciencia normal las preguntas se encuentran ya disciplinadas, surgen del propio paradigma y como señala Kuhn:

> LA CIENCIA normal, la actividad para la resolución de enigmas que acabamos de examinar, es una empresa altamente acumulativa que ha tenido un éxito eminente en su objetivo, la extensión continua del alcance y la precisión de los conocimientos científicos. (Kuhn 2019, p. 92)

La ciencia normal trabaja con el método de "deformación y asimilación", de allí el crecimiento "difusivo" de la misma caracterizado por barrer los paradigmas en busca de oportunidades de incluir en estos, por medio de apropiadas adaptaciones y eventuales extensiones locales, los pequeños fenómenos que de manera preconcebida se entiende que pueden ser incorporados a ella. Debido a esta preconcepción Kuhn dice:

> la gama de resultados esperados y, por ello, asimilables, es siempre pequeño en comparación con la gama que puede concebir la imaginación. Y el proyecto cuyo resultado no cae dentro de esa gama estrecha es, habitualmente, un fracaso de la investigación, fracaso que no se refleja sobre la naturaleza sino sobre el científico. (Kuhn 2019, p. 68)

La ciencia normal está dirigida hacia la dominación de la naturaleza, su objetivo no es el entendimiento, el establecer esa relación de amistad y hasta enamoramiento que caracteriza el diálogo con el fenómeno, sino meramente desarrollar la posibilidad de dominación, de establecer una relación asimétrica donde, a los fines de simplificar la situación, nos permitimos atribuir a lo vivo las características de lo inerte. Es decir, asumimos que la naturaleza, bajo las condiciones a las que será sometida, no tendrá otra posibilidad que hacer según nos plazca. Es Heidegger quien captura la idea de dominación de la naturaleza con la tecnología:

> La central hidroeléctrica se encuentra enclavada en la corriente del Rin. Hace que el Rin suministre su presión hidráulica, que luego hace girar las turbinas. Este giro pone en movimiento aquellas máquinas cuyo empuje pone en marcha la corriente eléctrica para la que está dispuesta la central de largo recorrido y su red de cables para el despacho de la electricidad. En el contexto de los procesos entrelazados pertenecientes a la disposición ordenada de la energía eléctrica, incluso el propio Rin parece estar a nuestro alcance. La planta hidroeléctrica no está construida en el río Rin como lo estaba el viejo puente de madera que unía orilla con orilla durante cientos de años. Más bien, el río está represado en la planta de energía. Lo que el río es ahora, a saber, un proveedor de energía hidráulica

> deriva de la esencia de la central eléctrica. (Heidegger 1977)

En nuestros términos, la tecnología apoyada en los desarrollos científicos ha transformado la esencia del río, es decir nuestra idea del río. Ya no vemos en él un hecho vital de la naturaleza con toda la complejidad de la vida, sino solo algo de que servirnos para nuestro beneficio, un objeto de explotación. Ya antes de construir la represa hemos proyectado el Rin en una dimensión física (energía, caudal, ...) y utilitaria. Nuestra idea del río se ha vuelto en extremo simple, accesible a los cálculos y a la explotación. No existe la menor empatía con el río como parte de la vida planetaria. No existe el más mínimo interés en entender al río como un sistema complejo constituido por relaciones entre organismos vivos, el agua, los territorios y comunidades circundantes, y los fenómenos meteorológicos (por hacer una corta lista). Mucho menos existe la consciencia del reino de fines que constituimos con toda la naturaleza. Con el paso del tiempo la tecnología irá emparchando los daños más notorios, construirá por ejemplo escalas para peces que en mínima medida restituirán algo de la complejidad del sistema, los parches tecnológicos son necesarios para poder continuar la explotación del sistema.

La simplicidad que nos provee la ciencia parece tener su origen en la reducción al régimen del interés socioeconómico de todos los fenómenos, la reducción de todo a un espacio unidimensional perfectamente ordenado por el dinero, el "régimen franco, descarado, directo, escueto, de explotación" del que nos habla el manifiesto comunista.

Por el contrario, en nuestro viaje hemos visto que las ideas centrales de la complejidad aparecen en los tiempos anteriores a la segunda revolución industrial como consecuencia de la mirada fenomenológica necesaria para la ideación de lo observable, sea esto de forma directa o indirecta. La complejidad resultaría así en una definición de lo complejo dada por la experiencia cognitiva:

El sistema se dice complejo cuando el fenómeno nos obliga a usar una cognición dialéctica dado que no existe una

teoría que precede la cognición, y consecuentemente no están los datos necesarios para articular la comprensión. El fenómeno demanda una teoría, observaciones y una supervisión de la razón en la construcción por aproximaciones sucesivas, pues solo se puede partir desde lo que se tiene: ignorancia, deslumbramiento y borrosas ideas barruntadas. Entre otras cosas, la razón demanda un anclaje y una armonía (integración) con el resto de nuestro saber.

La cognición dialéctica se nos impone por la propia naturaleza de lo vivo entendido como proceso y como cambio permanente (devenir).

Este tipo de situación fue la que enfrentó Rolando García en su estudio de la hambruna en el Sahel (García 1981) cuando, por ejemplo, descubrió que no había estadísticas de desnutrición ya que no era concebido como un factor sanitario de relevancia.

La ciencia normal, por el contrario, es una ciencia que se declara objetiva por el simple expediente de ignorar la participación del sujeto en la formación de las ideas. Se trata de una ciencia orientada al desarrollo de oportunidades utilitarias a partir de la explotación de conocimientos mayormente heredados, aunque la herencia opera con "beneficio de inventario" tal como los neo-kantianos se declararan herederos de Kant pero rechazando al mismo tiempo someter a la ciencia al juicio en el tribunal de la razón. En general la pregunta por los fundamentos se encuentra limitada y no puede progresar más allá de los dogmas de la disciplina (o sub-....-sub-disciplina) pues se corre el riesgo de tomar consciencia del sujeto y con ello poner en crisis la falsa objetividad de la ciencia normal.

No puede dejar de destacarse que esta orientación ha redituado en términos económicos grandes beneficios al tiempo que sus cegueras epistémicas han puesto al mundo al borde de catástrofes que incluso nos resultan difíciles de dimensionar. El utilitarismo lleva a recortar de la ciencia la autoconsciencia y todo movimiento "retroductivo" (es decir: que se dirige hacia los fundamentos) mutilando la razón que queda así solo representada por su elemento deductivo, es decir, el elemento mecánico como bien ilustra la inteligencia artificial. La formación del ser humano como hombre-masa ha tendido

entonces a la formación de humanos-máquinas, un humano al que si le preguntamos ¿cuánto es dos mas dos? nos contesta con eficiencia: cuatro. Cuando le preguntamos ¿por qué es así? en el mejor de los casos contesta "no se" o más probablemente "porque así se me ha enseñado a contestar" cual si fuera una máquina completamente heterónoma. No es de sorprender entonces que las verdaderas máquinas superen en su especialidad al hombre-máquina. Y que éste, privado de su razón y por tanto de su autonomía, quede confinado a las tareas que requieren capacidades más emocionales que racionales, hasta tanto las máquinas sean programadas para simular emociones.

7. Epílogo

Durante la Ilustración el pensamiento, y aún la política, con el Movimiento de Reforma Prusiano por ejemplo, estuvieron influenciados por el racionalismo ilustrado que a lo mejor es más explicativo llamarlo humanismo racional. El modelo de estructuración de las ideas en él es la vida. Ese pensamiento-vida pasa por Kant, Goethe, Hegel, Whewell y Peirce. Luego se cuasi-extingue, tiene brotes de semilla que no llegan a constituirse en matas. Este pensamiento es –en buena medida– organicista, como el pensamiento de la iglesia, pero en contraposición con la concepción medieval, el humanismo racional no plantea una organización social inspirada en el hombre sino un pensamiento que evoluciona en los términos en que evoluciona la vida, la racionalidad dialéctica. Este movimiento no era hegemónico, convivía con una visión antropocéntrica, heredera de las miradas de Locke y otros autores y con el romanticismo mas cercano al sentir.

Durante la segunda revolución industrial el utilitarismo toma la cultura, y se vuelve fuertemente hegemónico. Vuelve al arte mercancía, llama ciencia a un instrumento de dominación de la naturaleza, lógica al razonamiento mecanizado, subsume la razón en la lógica eliminando la crítica y todo el movimiento de la razón hacia los fundamentos y lo hace por el simple recurso

de quitarle las condiciones materiales para el desarrollo a las tendencias "opuestas" a la cosmovisión utilitarista. Opera así una separación, una simplificación reduccionista proyectando todo en la dimensión económica y haciendo de ésta el único sentido posible de la vida. Resulta de esto una racionalidad sin capacidad autocrítica que se apropia de las palabras (y los autores) con prestigio (por ejemplo: ilustración, razón, lógica, ..., Faraday, Kant, ...) y un humanismo que queda confinado a lo emocional. Las personas vulgares son elevadas a hombres masa mecanizados por la educación (formación del sentido común, adoctrinamiento) sistemática y las personas ilustradas poco menos que desaparecen, cosa que ya notaba en 1924 Ortega y Gasset (Ortega y Gasset 1930).

La revolución industrial no solo renueva la producción de bienes, sino que cambia los ideales de lo humano y la forma de relacionarse de los humanos entre sí y con el ambiente. La necesidad de nutrir a la industria altera la geografía y una nueva ola de colonialismo arrasa el planeta, la necesidad de personal formado de acuerdo con especificaciones estandarizadas altera la enseñanza, el ser humano emerge de las aulas como una pieza maquinada tan uniformemente como se puede, piezas intercambiables, hombres-máquina, hombres masa. Las universidades forman "recursos humanos" para la producción, entre ellos se destaca la nueva pieza maestra: el científico. La competencia, la relación que estructura los mercados, se vuelve la estrategia de relación social por excelencia y cada individuo puede ser motivado a llevar su ambición en competencia hasta encontrar el límite en el conflicto, en el choque, con otras ambiciones comparables. Donde no hay conflicto no hay límite. La naturaleza, traducimos, "recursos naturales", pueden ser apropiados sin resarcimiento, prevención o cuidado alguno, por el solo costo que demande la tarea de apropiación. Las masas también se organizan, en principio, cualquier propuesta que sostenga el orden natural de las jerarquías sociales dado por la riqueza debiera ser buena siempre y cuando permita la "libre competencia" (eufemismo por competencia sin límites en el uso de recursos económicos para lograr el éxito), fundamento real de la organización social. Esto no es más que el efecto (daño)

colateral de un proyecto exitoso[22]. El progresivo desarrollo del utilitarismo desde finales del siglo XIX hasta la actualidad ha sido indudablemente exitoso, ha logrado un desarrollo tecnológico fenomenal y un grado de bienestar para quienes pueden acceder a él que no era posible siquiera imaginar. El progreso permanente es una realidad cuando se lo mira desde la posición de quienes pueden disfrutar de sus beneficios, a condición de que puedan olvidar el daño colateral y la cada vez más asimétrica distribución de la riqueza.

El utilitarismo reclama para si la totalidad de la herencia de la Ilustración, como ya dijéramos ejerciendo un cuidadoso beneficio de inventario. De esta forma la razón utilitaria pasa a ser la totalidad de la razón, la ciencia utilitaria junto a la tecnociencia la totalidad de la ciencia. Si la ciencia es el punto intelectualmente más alto de nuestra civilización es tentador tomar a la ciencia que nos dimos como modelo de organización y análisis de la realidad. Si, como es el caso, olvidamos la fenomenología que nos permitió la ideación y la construcción de hipótesis y estructuras teóricas ordenadoras, si olvidamos los requisitos que impone la razón a esas teorías, si, tal como muestran las ciencias-naturales-realmente-practicadas, damos por ciertas la teorías exitosas en la predicción y explicación de hechos previamente seleccionados por la propia teoría, entonces podemos ensayar sin dificultad "teorías" explicativas de la realidad socio-económica y civilizatoria en la medida en que éstas expliquen solo lo que queríamos explicar y no produzcan rebasamiento alguno que las ponga a prueba fuera del fenómeno para el que fueron concebidas. A este último tipo de "teorías" les corresponde el nombre de dogmas. Estas elaboraciones, inaceptables como construcciones racionales, parten –como la ciencia disciplinada– de un conjunto de axiomas que quedan fuera del alcance de la duda.

[22] Notamos que la palabra éxito, el resultado feliz en un negocio como lo define la Real Academia Española de la Lengua, es una palabra cargada de connotaciones positivas en nuestra cultura. Nosotros la significamos como haber alcanzado las metas propuestas sin que ninguna otra cosa sea relevante en su evaluación, de allí que la obsesión del éxito dé lugar invariablemente al daño colateral y que el éxito arrastre así una connotación negativa también.

Un capítulo especial merece la enseñanza de las ciencias y la enseñanza en general. El objetivo de la enseñanza en el utilitarismo es el entrenamiento y la habilitación en el uso de ideas recibidas. El estudiante asimila en su larga formación que CORRECTO significa coincidir con lo indicado por la autoridad de referencia en el tema. Sostenido durante largos años de formación, este criterio define por el uso lo correcto como algo exterior al alumno, su pensar se vuelve heterónomo. Ocurre a ellos que el pensar correctamente se define como seguir los ejemplos y enseñanzas impartidas, y donde fuera posible obtener los resultados ya consagrados como valederos. Esta forma dogmática de ser se vuelve constitutiva de su identidad. En lugar de un ser humano ocupado en determinada tarea, por ejemplo, la física, el profesional se identifica con la tarea, ya no es primero ser humano y luego trabajador de la física, sino directa y simplemente un físico. La profesión suplanta su humanidad, su heteronomía se vuelve identitaria.

La situación es grave pues es muy difícil pensar por fuera de la matriz que nos constituye, estamos mal equipados para esa función. El discurso es secuencial, la consciencia es secuencial, la deducción es mecánica. Si mi evolución me ha llevado a una conclusión inexorable, por ejemplo, sobre la estructura de los argumentos válidos, como bien podría ser: se dice razón al argumento que emana de la autoridad, ¿cómo podré encontrar razonable la crítica de la autoridad o el disenso con ella? Simétricamente, si he logrado autonomía de ideas y mi razón se auto-considera autónoma, ¿cómo podré entender la concepción heterónoma, donde la autonomía solo cabe realizarla entregándose mansamente a la autoridad superior? Si rechazamos el recurso a una autoridad de otro orden, la autoridad religiosa o de la fuerza pura (el verdugo de De Maistre (Grande-Sanchez 2022)), ¿cómo podemos evitar caer en círculos cerrados y excluyentes de autojustificación? Razón autónoma y razón heterónoma se consideran a sí mismas como “la razón”. Hay una disputa semántica por el concepto que también es epistémica y política. Es necesario explicitar, volver objetivo o intersubjetivo aquello que llamamos racional. En el lenguaje de Piaget: encontrar y reconocer las reglas de la razón.

La heteronomía está ordenada por el eje del poder que impone la verdad, mientras la autonomía se ordena por el eje de la razón que construye la verdad y se construye a si misma. Al respecto, Peirce plantea la maravillosa propiedad de auto-mejorarse de la razón. Nos dice: ¿de que otra forma podrías cambiar tus ideas, tu lógica, si no es con la aprobación de la lógica defectuosa que ya tienes? La retroducción abre a cada paso múltiples caminos que no pueden pensarse al mismo tiempo: incluye el elemento creativo, da espacio a lo irracional para que dialogue con lo racional, es el camino de la crítica que se pregunta por los fundamentos. Caminamos aquí en el Borgiano jardín de los senderos que se bifurcan.

Es en esta construcción que encuentra unidad la razón. Esta unidad no es otra cosa que la idea de que usamos las mismas estructuras de pensamiento cuando hacemos las tareas diarias, enfrentamos un peligro natural, discutimos sobre justicia, o política, planeamos la vida o -de niños- manipulábamos un juguete para terminar construyendo una noción de espacio. Que todas las ciencias son (o deberían ser) formas particulares de La ciencia. Disciplinar la razón es un acto de poder que facilita el reemplazo de las reglas abstractas por un conjunto de reglas situadas, dando oportunidad a la catástrofe de olvidar los fundamentos e independizar los axiomas del proceso fenomenológico de su institución. Así, los axiomas retienen solo su papel de punto de partida cuando en realidad son también un punto de llegada, un polo de la dualidad que es lo real. La unidad de la razón, por encima del fraccionamiento y mutilación de las disciplinas nos lleva a concebir un pensamiento que gustamos en llamar “pensamiento indisciplinado”, tanto por lo libre como por carecer de la restricción de dominio que lo constituye en disciplina científica. Para la persona autónoma, la unidad de la razón no es más que el reflejo de su propia unidad, la dificultad se presenta para la persona heterónoma, habituada a que se le imponga una noción de lo correcto que está fuera de su dominio de decisión. Si la razón aparece bloqueada en su posibilidad de progreso en esta circunstancia, el arte y el sentir no lo están. El camino del hombre instruido hacia una razón completa no parece ser otro que el amor a la naturaleza, al

misterio de la belleza y la reivindicación de ese último reducto de libertad que es su subjetividad, el yo al que refiere la auto-percepción.

En definitiva, planteamos la necesidad de permitir el desarrollo de la razón hasta el punto de reconocer sus propios límites que es lo mismo que permitir el encuentro con la sinrazón, la irracionalidad, pero no ya como enemiga sino como partícipes de una dualidad que las trasciende. El planeta, el organismo vivo, la madre tierra de los pueblos originarios ya nos señala el límite de la razón instrumental. Nuestros sentimientos lo entienden con facilidad, nuestra mutilada razón lo niega, la razón crítica se cuestiona: ¿por qué está mi propio ser escindido? La unidad de toda la vida tiene un reflejo interior, la unidad de nuestro ser: materia, pensamiento y emociones en diálogo trascendente.

A la ciencia-dominación (ciencia normal) contestamos con una concepción amorosa de la ciencia, la ciencia-amor, cuya relación con el otro es de armonía, colaboración y comprensión, en lugar de dominación, competencia y enfrentamiento. A la propuesta del hombre limitado a su racionalidad instrumental le contestamos con la del hombre "senti-pensante", simbiosis de pensamiento racional, materialidad y sentimiento. Un ser humano cuya plenitud le permita comprenderse en todas esas dimensiones que la mirada simplificadora ha tratado de desunir. Al organicismo antropocéntrico contestamos con un organicismo planetario, ecologista, universal y autoorganizado.

¿En que se basa nuestra propuesta? En un mandato interno de coherencia, de equilibrio, de no arbitrariedad, mandato del que bien puede carecer la persona heterónoma. Solo el experimentar la vida razonable puede sacarnos de esta circularidad de las ideas. Nuestra esperanza de volver a ser razonables se cifra hoy en el cansancio de la naturaleza para con nuestra civilización, Gea nos recuerda que es nuestra poderosa madre. ¿Es acaso Gea razonable? Precisamente, Gea solo puede ejercer su poder sobre sí misma, es autónoma, sus leyes y su poder se ejercen solo sobre ella en tanto totalidad vital. Aún Bacon lo entiende: "no se triunfa de la naturaleza sino obedeciéndola". Éste es el renacer de la modernidad, porque si

bien es una vuelta al principio, es –como diría Morin (Morin 1981)– un regreso distinto porque llegamos a él con el aprendizaje del camino recorrido. Progreso que es también regreso, dominación que es al mismo tiempo sumisión, libertad que es sometimiento a las leyes que nos constituyen en sujetos, poder que es ejercicio de la moderación, autonomía que es heteronomía –obediencia a la naturaleza–. La vida es compleja y el pensamiento organicista (también llamado vitalista) también lo es.

Anotación final en la bitácora de viaje: Nuestro viaje al pasado en busca de la razón perdida ha sido un intento de rescate de la llave que articula, estructura y compatibiliza nuestras distintas dimensiones humanas: la razón crítica. Para nuestra sorpresa, hemos encontrado en el pasado elementos que creíamos nacidos del constructivismo Piagetiano y del pensamiento complejo de Morin.

Bibliografía

Ampere, A. M. 2014. *Theorie Mathematique Des Phenomenes Electro-Dynamiques: Uniquement Deduite de l'experience - Primary Source Edition*. BiblioLife. https://books.google.com.ar/books?id=dHXPoAEACAAJ.

Aristoteles. 1995. *Physica*. Plameta de Agostini.

Assis, AKT. 1994. "Weber's Electrodynamics." In *Weber's Electrodynamics*. Vol. 66. FundaMental Theorfes of Physics. Springer.

Assis, AKT, and JPMC Chaib. 2015. *Ampère's Electrodynamics*. *C. Roy Keys Inc.* Montreal, Canada: C. Roy Keys Inc.

Bacon, Francis. 1902. *Novum Organum*. Edited by Joseph Devey. Clarendon press.

Beiser, Frederick C. 2014. *After Hegel*. Princeton University Press.

Betti, Enrico. 1867. "Sopra La Elettrodinamica." *Il Nuovo Cimento (1855-1868)* 27 (1): 402–7.

Bilbao, Luis. 2016. "Does the Velocity of Light Depend on the Source Movement?" *Progress in Physics* 12 (4): 307–12.

Boltzmann, Ludwig. 1974. *Theoretical Physics and Philosophical Problems: Selected Writings*. Vol. 5. Vienna Circle Collection. D. Teidel Publishing Company.

Bourdieu, Pierre. 1994. “El Campo Científico.” *Revista Redes*.

Chandrasekhar, Subrahmanyan. 1987. *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science*. University of Chicago Press.

Clausius, R. 1869. “LXII. Upon the New Conception of Electrodynamic Phenomena Suggested by Gauss.” *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 37 (251): 445–56.

———. 1881. “Ueber Einige Bemerkungen Des Hrn. C. Neumann in Bezug Auf Electrodynamik.” *Annalen Der Physik* 248 (4): 639–43.

D’Agostino, Salvo. 2004. “The Bild Conception of Physical Theory: Helmholtz, Hertz, and Schrödinger.” *Physics in Perspective* 6 (4): 372–89.

Darrigol, Olivier. 2021. “Can We Trust Einstein’s Accounts of the Genesis of Special Relativity?” *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 89: 138–54. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2021.04.005.

Dingle, Herbert. 1960. “Relativity and Electromagnetism: An Epistemological Appraisal.” *Philosophy of Science* 27 (3): 233–53.

———. 1972. *Science at the Crossroads*. Martin Brian; O’Keefe.

DiSalle, Robert. 1990. “Conventionalism and the Origins of the Inertial Frame Concept.” In *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1990:139–47. 2. Philosophy of Science Association.

Einstein, A. 1905. “On the Electrodynamics of Moving Bodies.” *Annalen Der Physik* 17 (891): 50.

———. 1924. “Über Den Äther.” *Verhandlungen Der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* 105 (2): 85–93. http://www.askingwhy.org/blog/speeches-of-einstein-and-schrodinger/concerning-the-aether-einstein/.

———. 1940. “Considerations Concerning the Fundaments of Theoretical Physics.” *Science* 91 (2369): 487–92.

Essen, Louis. 1971. *The Special Theory of Relativity: A Critical Analysis*. Vol. 5. Clarendon Press Oxford.

———. 1978. “Relativity and Time Signals.” *Wireless World* 84 (1514): 44–45.

Faraday, Michael. 1839. *Experimentl Researches in Electricity (Vol i)*. Richard; John Edward Taylor.

———. 1844. *Experimentl Researches in Electricity (Vol II)*. Richard Taylor; William Francis.

———. 1855. *Experimentl Researches in Electricity (Vol III)*. Richard; John Edward Taylor.

Feigl, Herbert. 1970. "The 'Orthodox' View of Theories: Remarks in Defense as Well as Critique." In *Analyses of Theories and Methods of Physics and Psychology*, NED - New edition, 4:3–16. University of Minnesota Press. http://www.jstor.org/stable/10.5749/j.ctttsvns.3.

Feyerabend, Paul. 1987. *Farewell to Reason*. Verso.

García, Rolando. 1981. *Nature Pleads Not Guilty*. Vol. I. IFIAS Publiction: Drought and Man. Pergamonn Press.

———. 1994. "Interdisciplinariedad y Sistemas Complejos." *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*, 85–124.

———. 2000. *El Conocimiento En Construccion: De Las Formulaciones de Jean Piaget a La Teoria de Sistemas Complejos*. Bacelona, España: Gedisa.

———. 2006a. "Epistemología y Teoría Del Conocimiento." *Salud Colectiva* 2: 109–22.

———. 2006b. *Sistemas Complejos*. Barcelona, Spain: Gedisa.

Gauss, Carl Friedrich. 1870. *Carl Friedrich Gauss, Werke*. Vol. 5. K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Goethe, Johann Wolfgang von. 2009. *The Metamorphosis of Plants*. Cambridge, Massachusetts: The MIT press.

Goethe, JW von. 1906. *The Maxims and Reflections of Goethe*. Translated by Bailey Saunders. The MacMillean Company. http://www.archive.org/details/maximsreflection00goethrich.

Grande-Sanchez, Pedro-Jose. 2022. "BERLIN, ISAIAH. Joseph de Maistre y Los Origenes Del Fascismo, Edicion de Henry Hardy, Pagina Indomita, Salamanca, 2021, 156 Pp." *Anuario Filosofico* 55 (2): 414–16.

Graneau, Peter. 1987. "Amperian Recoil and the Efficiency of Railguns." *Journal of Applied Physics* 62 (7): 3006–9.

Graneau, Peter, and Neal Graneau. 1996. *Newtonian Electrodynamics*. World Scientific.

Gruber, Howard E, and J Jacques Vonèche. 1995. *The Essential Piaget: An Interpretive Reference and Guide*. Northvale, New Jersey; London: Jason Aonson Inc.

Hanson, N R. 1965. "Notes Toward a Logic of Discovery." In *Perspectives on Peirce; Critical Essays on Charles Sanders Peirce*, edited by Richard J Bernstein. New Haven, USA: Yale University Press.

Hegel, G. F. 2001. *Science of Logic*. Blackmask Online. http://www.inkwells.org/index_htm_files/hegel.pdf.

Hegel, J. W. F. 1966. *La Fenomenologia Del Espiritu*. mexico: Fondo de Cukltura Economica.

Heidegger, Martin. 1977. "The Question Concerning Technology, and Other Essays." Translated by William Lovitt. *Garland Publishing Co.*

Heller, Michael. 1991. "The Happiest Thought of Einstein's Life." *Astronomy Quarterly* 8 (3): 177–80.

Helmholtz, H. 1853. "Scientific Memoirs, Selected from the Transactions of Foreign Academies of Science, and from Foreign Journals. Natural Philosophy." In, edited by J. Tyndall and W. Francis, 1:114–62. Taylor; Francis. https://books.google.com.ar/books?id=C1i4AAAAIAAJ.

Helmholtz, Hermann von. 1908. *Popular Lectures on Scientific Subjects. (Second Series)*. Longmans, Green; Co.

Hertz, H. 1893. *Electric Waves*. MacMillan; Co.

Hertz, Heinrich, and John Thomas Walley. 1899. *The Principles of Mechanics Presented in a New Form*. Macmillian; Company, Limited. http://www.archive.org/details/principlesofmech00hertuoft.

Holm-Nielsen, Lauritz B. 2002. "Promoting Science and Technology for Development: The World Bank's Millennium Science Initiative." *First International Senior Fellows Meeting, The Wellcome Trust, London, UK*. Paper delivered on April 30, 2002 to the First International Senior Fellows meeting, The Wellcome Trust, London, UK.

Horkheimer, Max. 1947. *Eclipse of Reason*. Oxford University Press.

Humboldt, Wilhem von. 1792 (1854 Printed). *The Sphere and Duties of Government (the Limits of State Action)*. The online library of liberty. http://oll.libertyfund.org/EBooks/Humboldt_0053.pdf.

Jungnickel, Christa, and Russell McCormmach. 2017. *The Second Physicist (on the History of Theoretical Physics in Germany)*. Vol. 48. Archimedes. Springer.

Kant, I. 2003. *Crítica de La Razón Pura*. Editorial Losada. https://en.wikisource.org/wiki/Critique_of_Pure_Reason_(Meiklejohn).

Kant, Immanuel. 1787. *The Critique of Pure Reason*. An Electronic Classics Series Publication.

———. 1798. “The Conflict of the Faculties (the Contest of the Faculties).” Der Streit der Fakultäten. Hans Reiss, ed., Kant: Political Writings, 2d ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 1991). la.utexas.edu/users/hcleaver/330T/350kPEEKantConflictFacNarrow.pdf.

Kuhn, Thomas S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago press.

———. 2019. *La Estructura de Las Revoluciones Científicas*. Fondo de cultura económica.

Lange, Ludwig. 1886. *Die Geschichtliche Entwickelung Des Bewegungsbegriffes Und Ihr Voraussichtliches Endergebniss: Ein Beitrag Zur Historischen Kritik Der Mechanischen Principien*. Vol. 1. W. Engelmann.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. 2007. “Exchange of Papers Between Leibniz and Clarke.” https://earlymoderntexts.com/assets/pdfs/leibniz1715_2.pdf.

Lerner, Eric. 2010. *The Big Bang Never Happened: A Startling Refutation of the Dominant Theory of the Origin of the Universe*. Vintage.

Lorenz, Ludvig. 1867. “XXXVIII. On the Identity of the Vibrations of Light with Electrical Currents.” *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 34 (230): 287–301.

Mach, Ernst. 1919. *The Science of Mechanics. A Critical and Historical Account of Its Development*. Chicago; London: The open court publishing co.

———. 2012. *Popular Scientific Lectures*. Translated by Thomas Joseph McCormack. Project Guthemberg.

Martínez Pintor, Francisco. 2013. *Ética Elemental Del Ser Libre*.

Marx, K, and F Engels. 1848. “Manifiesto Del Partido Comunista.” https://www.marxists.org/espanol/m-e/1840s/48-manif.htm.

Maxwell, James Clerk. 1865. “A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field.” *Proceedings of the Royal Society (United Kingdom)*.

———. 1873. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Vol. 1 and 2. Dover (1954).

———. 2003. “XLI . Address to the Mathematical and Physical Sections of the British Association (1870).” In *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, edited by W D Niven. Vol. II. Dover Publications.

Moon, Parry, Domina Eberle Spencer, and Euclid Eberle Moon. 1989. "Universal Time and the Velocity of Light." *Physics Essays* 2 (4): 368–74.

Moon, Parry, and Domina Eberle Spencer. 1960. *Foundations of Electrodynamics*. Van Nostrand Series in Electronics and Communications. Princeton, N.J.: Van Nostrand.

Moon, Parry, Domina Eberle Spencer, Arjan S Mirchandaney, Uma Y Shama, and Philip J Mann. 1994. "The Electrodynamics of Gauss, Neumann, and Hertz." *Physics Essays* 7 (1): 28–33.

Moon, Parry, Domina Eberle Spencer, Shama Y Uma, and Philip J Mann. 1991. "The Validity of Gaussian Electrodynamics." In *The Mathematical Heritage of CF Gauss*, 517–25. World Scientific.

Morin, Edgar. 1981. *El Metodo 1: La Naturaleza de La Naturaleza*. Ediciones Catedra.

Morin, Edgar et al. 1984. *Ciencia Con Consciencia*. Edited by José M. Ortega. Pensamiento Crítico/Pensamiento Utópico. Barcelona: Anthropos.

Nassar, B. 2018. "Metaphoric Plants. Goethe's Metamorphosis of Plants and the Metaphors of Reason." In *Covert Plants: Vegetable Consciousness and Agency in an Anthropocentric World*, 101–22. Punctum Books, Brainstorm Books. https://www.jstor.org/stable/j.ctv2s2pnz3.11.

Neumann, C. 1868. "Die Principien Der Elektrodynamik." *Eine Mathematische Untersuchung. Verlag Der Lauppschen Buchhandlung, Tübingen*.

———. 1869. "Notizen Sur Einer Kürzlich Erschienenen Schrift Über Die Principen Der Elektrodynamik." *Mathematischen Annalen* 1: 317–24.

Newton, Isaac. 1687. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica ("Mathematical Principles of Natural Philosophy")*. London.

Nisbet, R A. 1971. *The Degradation of the Academic Dogma : The University in America, 1945-1970*. London: The John Dewey society lectureship series.

Ortega y Gasset, J. 1930. *La Rebelión de Las Masas*.

Peirce, Charles. 1994. "Collected Papers of Charles Sanders Peirce." In, edited by Arthur Burks Charles Hartshorne Paul Weiss, Electronic edition. Charlottesville, Va. : InteLex Corporation,.

Phipps Jr, Thomas E. 2006. *Old Physics for New*. Montreal: Apeiron.

Phipps, Thomas E. 1974. "Kinematics of a 'Rigid' Rotor." *Lettere Al Nuovo Cimento (1971–1985)* 9 (12): 467–70.

Piaget, Jean, and Rolando García. 1982. *Psicogénesis e Historia de La Ciencia*. Siglo xxi.

Poincaré, H. 1913. *Science and Hypothesis*. Project Gutenberg Ebook. The science press. http://www.gutenberg.org/ebooks/37157.

Popper, Karl. 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Routledge.

Reis-Castro, Luisa, and Kim Hendrickx. 2013. "Winged Promises: Exploring the Discourse Ons Transgenic Mosquitoes in Brazil." *Technology in Society* 35 (2): 118–28.

Riemann, B. 1867. "XLVII. A Contribution to Electrodynamics." *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 34 (231): 368--372.

Smolin, Lee, and John Harnad. 2008. "The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next." *The Mathematical Intelligencer* 30 (3): 66–69.

Solari, H G, and M A Natiello. 2018. "A Constructivist View of Newton's Mechanics." *Foundations of Science* 24:307. https://doi.org/10.1007/s10699-018-9573-z.

Solari, H. G., and M. A. Natiello. 2021. "On the Relation of Free Bodies, Inertial Sets and Arbitrariness." *Science & Philosophy* 9 (2): 7–26. http://eiris.it/ojs/index.php/scienceandphilosophy/article/view/669/851.

Solari, H. G., and Mario Natiello. 2022. "Science, Dualities and the Fenomenological Map." *Foundations of Science* 10: 7. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10699-022-09850-4.

Solari, Hernán G, and Mario A Natiello. 2022. "On the Symmetries of Electrodynamic Interactions." *Science & Philosophy* 22 (2): 7–41. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23756/sp.v10i2.811.

Solari, Hernán G, Mario A Natiello, Alejandro Romero, and Olimpia Lombardi. 2016. "La Ciencia Administrada." *Sociología y Tecnociencia* 2 (6). http://sociologia.palencia.uva.es/revista/index.php/sociologiaytecnociencia/article/view/135.

Thomson, James. 1884. "On the Law of Inertia; the Principle of Chronometry; and the Principle of Absolute Clinural Rest, and of Absolute Rotation." *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 12: 568–78.

Trainor, Brian. 1998. "The Origin and End of Modernity." *Journal of Applied Philosophy* 15 (2): 133–44.

Traweek, Sharon. 1992. *Beamtimes and Lifetimes*. Cambridge, Massachussets; London: Harvard University Press.

Varsavsky, Oscar. 1969. *Ciencia, Política y Cientificismo*. ceal.

Weber, W. 1972. "Electrodynamic Measuremts." *Philosophical Magazine*, 4th series, 43 (283): 1–20.

Weber, Wilhelm. 1846. "Determinations of Electromagnetic Meassure; Concerning a Universal Law of Electrical Action." *Prince Jablonowski Society (Leipzig)*, 211–378.

Whewell, William. 1858. *The History of Scientific Ideas*. Vol. 1. JW Parker.

———. 2016. *On the Philosophy of Discovery: Chapters Historical and Critical*. The Guthemberg project. https://www.gutenberg.org/ebooks/51555.

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Comentarios críticos

Carlos E. Maldonado

El texto es mucho más una reflexión propia que una exégesis o una hermenéutica de o sobre R. García. Algo que me parece perfectamente válido. Se trata de una reflexión al mismo tiempo política, histórica y epistemológica –con un claro sesgo político que, por lo demás, comparto.

El capítulo está escrito como un *backslash* que, partiendo del "presente" –1982– en las relaciones entre García y Piaget, se remonta a tres momentos singulares con una finalidad: establecer un inesperado encuentro con la complejidad –algo sobre lo cual volveré–.

Tejido en un lenguaje que en ocasiones es deliberadamente ambivalente, y en otras, crítico y elegantemente mordaz, el capítulo –más extenso de lo que la invitación inicial formulaba, y con un resumen descomedido en tamaño– encuentra tres momentos históricos singulares.

El primero es la globalización, definida alrededor de la caída del Muro de Berlín, y la muy sugestiva reflexión sobre la administración de la ciencia. (En un par de textos me he ocupado acerca de la administración de la vida; una preocupación equivalente). El segundo momento se detiene en un tema difícil y sensible: la ciencia coincide, todo parece

indicarlo, con un sistema de administración de la vida. La ciencia normal y normalizada no está para resolver los problemas; sino para posponerlos o desplazarlos. Si cabe, quizás, hablar de avance en el conocimiento, este es técnico por minimalista. La ciencia normal no piensa: tan solo lleva a cabo trabajos. Es exactamente en este marco que emerge y se consolida la división entre la pequeña ciencia y la gran ciencia, para decirlo con de Solla Price.

El tercer momento nos conduce hacia los años 1930, y desde aquí se reconstruyen a grandes pero cromáticas pinceladas cincuenta años anteriores. El argumenta pivota alrededor de la autoridad de la ciencia y los científicos –léase Einstein-. Un mito recorre y permea a la ciencia en general y a la física en particular. Ese mito es, si cabe, la ausencia de espíritu crítico. El conocimiento tiene un origen sensorial. Se sientan así las bases para el Círculo de Viena, y para el más mediocre de todos sus miembros. K. Popper.

El capítulo avanza hacia los años 1870, cuando los autores sitúan a la segunda revolución industrial. Creo que aquí faltarían algunas precisiones de orden histórico y conceptual. Esta observación no afecta la calidad del texto de Solari et al.; antes bien, busca fortalecerlo.

Asistimos a un juego balanceado, bien logrado –como de hecho sucede a lo largo del capítulo- entre internalismo y externalismo. La idea del método define los alcances, limitaciones, debates y logros de la ciencia, tanto como de la filosofía. Una racionalidad instrumental ex ante emerge y se consolida afectando seriamente la capacidad de ver la complejidad, lo que quiera que sea esto, sea dicho *en passant*.

El momento siguiente en las reflexiones de los autores se detiene un instante en la génesis de la ciencia normal. La ciencia *tout comme il faut*. Se trata de esa ciencia que desencanta el mundo (Prigogine) y mecaniza y determina todas las cosas. En una palabra: ciencia del control; sin ambages, del control y la manipulación.

Tejido con ironía y buen espíritu cáustico, humor negro en varios pasajes y buena y rigurosa reflexión, una investigación refinada y sutil, recuperando o recordando autores que

usualmente pasan desapercibidos en la historia y la filosofía de la ciencia, profundizado o adornado con varias notas de pie de página inusualmente largas, pero importantes por sutiles, el capítulo "En búsqueda de la razón perdida" es en realidad un motivo de reflexión propia por parte de Solari, Natiello y Romero que, para todos los efectos, aprovechan la convocatoria de la Comunidad de Pensamiento Complejo para desplegar varias ideas que ya venían trabajando por escrito y, cabe adivinar, verbalmente. Piaget y García son buenos pretextos. Pero solamente eso. La carga, el vector del capítulo posee cuerpo propio y no necesita de Piaget ni de García, pero los toma en serio, para llevar a cabo una reflexión política, epistemológica, cultural y científica. Manifiestamente, un motivo de celebración.

La suya, por parte de los tres autores argentinos, es, si me permiten, una arqueología de la complejidad. Un rastreo de la complejidad *avant la lettre*. Para un lector extraño resultaría una sorpresa el hecho de que la complejidad encuentra una comunidad de espíritu con la dialéctica. La dialéctica al decir de Solari y compañía. Pero una lectura cuidadosa, sensible permite entender las razones.

El trasfondo del capítulo que nos ofrecen Solari et al., se sitúa en la crisis civilizatoria que vivimos. Se trata de un muy buen elaborado que combina la historia de la cultura y las ideas –por ejemplo, à la Barzun-, con la historia de la ciencia y la filosofía. Conozco, en América Latina, demasiados pocos textos de este calibre y finura.

Sin la menor duda, se trata de una importante contribución a la historia del pensamiento, aquí, a propósito de Piaget y de García. Que fungen, apenas, como referentes ocasionales. Más bien, el camino es amplio y sugerente, y nos invita a recorrerlo.

INTERCAMBIO EPISTOLAR

Preguntas y comentarios[#]

María Cecilia Martín

El artículo está muy bien escrito, felicitaciones a los autores. Me detengo especialmente en lo que me resultó más interesante y es la crítica al carácter utilitario de la ciencia y a la cuestión del poder.

Soy geógrafa; mis temas de investigación están vinculados con procesos de desarrollo territorial. Y en relación con lo dicho al comienzo, siempre me he cuestionado cómo se incorporaron acríticamente modelos y teorías para el desarrollo local (particularmente en los ’90) y como también aparecen conceptos como el de gobernanza o slogans como “el desarrollo en manos de la gente” que encubren el retroceso del Estado en la regulación de la economía y de la sociedad.

También, en relación con el desarrollo, recupero la crítica latinoamericana en torno al concepto que desde una concepción eurocéntrica, reduccionista y ahistórica reproduce discursos y metodologías que se han aplicado mecánicamente en los países, empobreciendo y agravando aún más sus realidades. También

[#] Intercambios mantenidos vía correo electrónico entre María Cecilia Martín, Hernán G. Solari y Alejandro Romero entre el 9 y el 12 de octubre de 2023, luego de la celebración de la Mesa de Diálogo consagrada al trabajo “En búsqueda de la razón perdida”

me hace pensar –retomando a Aníbal Quijano– en conceptos como "raza" que operó como mecanismo clasificatorio de los grupos sociales (y países) y permitió subsumir esa diferenciación a la división del trabajo, avalando "con justificación científica" la esclavitud y otras formas de dominación. Finalmente, cómo el saber científico dominante aplastó otros conocimientos y trayectorias de aprendizaje e innovación social que han desaparecido. También me he preguntado a través de la lectura, dónde quedan las ciencias sociales, en particular frente al cuestionamiento social que comienza a discutir (y en buena hora) nuestra legitimación como "científicos", pero también (y angustiosamente) frente a un discurso de las derechas en nuestro país que pretenden recortar presupuesto dejando sólo a las ciencias "utiles". Creo que sobreviene una crítica profunda al interior para que podamos recuperar el sentido de lo que hacemos y nuestro rol en la sociedad. También el espíritu de lucha, por cierto.

El enfoque sistémico que propone García es el camino para recuperar la comprensión profunda de las realidades que nos cuestionan. La mirada histórica situada, el análisis multicausal y multiescalar de los procesos, la complejidad de las relaciones… todo es un inmenso desafío, pero creo que es por ahí. Gracias, me gustó mucho.

Respuesta reflexiva

Hernán G. Solari

Quería responder o comentar dos o tres observaciones/preguntas que haces. Son mis respuestas, pueden no representar a Alejandro y/o Mario.

Te preguntas por las ciencias sociales, ¿donde quedan o donde están en el proceso que describimos? Casi ninguna de las ciencias sociales existieron como ciencias o fueron consideradas

ciencias antes de la segunda revolución industrial. La geografía existía y probablemente fuera, al menos en Alemania, científica o filosófica dado que se dice que Immanuel Kant fue el primer catedrático de Geografía de Alemania. La historia y los historiadores obviamente existían, pero no se reclamaban científicos ni decían que lo suyo fuera una ciencia. Al final del siglo XIX empiezan los intentos de considerar a los estudios históricos como ciencias. ¿Antropología? ¿sociología? nacen por fines del siglo XIX y no parecen tener otra intención que la de dominar este pedazo de la naturaleza que incumbe más directamente al humano. Esto es un problema porque no hay una pasado desde el cual intentar una reconstrucción.

Para mi, lo inadecuado de tantos conceptos e ideas importados de otros lados y que se han intentado aplicar por aquí no solo con fracaso sino con daño aumentado, tiene que ver mucho más que con el origen con la ignorancia del problema. Se quiere partir de las "soluciones" como si solución fuera una categoría autónoma de los problemas. Tal vez pensando que los problemas los puedo reducir a la conocido con solo mutilarlos al describirlos/conceptualizarlos de tal manera que el nuevo problema-mutilado calce en la solución pre-establecida. Pero problema y solución son inseparables, entender el problema, poder interrogarlo, amigarse con él y encontrar su condición problemática posiblemente como solo un aspecto de lo que es. Aspecto que para colmo es distinto para cada uno que lo percibe como problema. La condición problemática no es ontológica, sino que está dada en las relaciones. Apenas precisamos porqué alguna situación es problemática nos damos cuenta que la percepción como problema es distinta para cada interés representado y que hay contradicción entre esos intereses, de manera que las soluciones que unos y otros proponen son soluciones para ellos pero frecuentemente a costa de agravar los problemas de los otros, situación que finalmente es dirimida por pujas de poder, siempre irracionales aún cuando fueran democráticas (la democracia es algo así como la forma más racional que conocemos de dirimir aquellas cuestiones que no se pueden resolver de forma enteramente racional). En esos casos, quienes no están representados en la disputa, típicamente la

naturaleza y los sectores relegados de la sociedad son los que salen perdidosos y reciben solo promesas a partir de teorías cuyo realismo es también una deuda. Amigarse con el problema implica entender que en el conflicto suelen coexistir derechos y puntos de vista que tienen elementos de legitimidad y no pueden/deben ser ignorados. Recuerdo un caso que me tocó mirar academicamente. Un trabajo de modelización del conflicto entre los pastores de un pueblo de la India y la fauna silvestre. El caso era para llorar y también para llorar el modelo que se presentaba que, si bien tenía el corazón puesto donde está el mio, era desde el punto de vista de la calidad de su construcción muy malo. El caso es así: hace ya muchos años se hizo un embalse en un río para generar energía y desviar agua para riego. Aguas abajo de la represa había/hay un pueblo de pastores cuya economía depende mucho del búfalo asiático. La represa creó un embalse y un humedal. Las aves migratorias y otros animales residentes colonizaron el humedal. Los pastores comenzaron a llevar a sus búfalos a estos humedales a "pastar". La actividad de los pastores "espanta las aves" e interrumpe la ruta migratoria dicen unos y las aves nutren un negocio de "cacerías fotográficas" observamos por nuestra cuenta. Por otro lado, la ruta migratoria es ahora legitimada como un hecho de la naturaleza que sin embargo no pudo existir antes de que se hiciera el embalse, aquí falta algo. La actividad turística si bien se realiza en el embalsado, enriquece y beneficia a quienes tienen la capacidad de captar a los clientes. Estas son agencias de la capital (lejana) con vínculos internacionales. El dinero del negocio no queda en la región y no beneficia a los pastores. Los búfalos abren claros en el agua dicen los pastores, asesorados por biólogos, y es en esos claros donde acuatizan las aves migratorias. ¡Pero compiten por la comida y sus pastores las espantan! retrucan los biólogos que asesoran al otro lado. Estudiaba el trabajo y no podía evitar que se me cayeran las lágrimas. La disputa aparecía entre la fauna migratoria y los pastores. Invisibilizados los intereses de las agencias turísticas y aún menos visibles los campos dedicados a la agricultura de comodities, es decir, productos agrícolas tranzables en mercados internacionales. La represa aparecía como un hecho de Dios.

Reducidos a disputar los servicios ecosistémicos del humedal entre los más pobres: pastores y aves, "la ciencia" entraba en la disputa. Pero esa ciencia también estaba enferma, mutilada. Cuento la historia para mostrar como hay un proceso de comprensión del problema, de lo que es problemático y para quien lo es, y de lo que llamamos solución y para quien resuelve el problema. Este amigarse con la situación precede toda intervención de la ciencia ya organizada. La ciencia pre-existente debe ir incorporándose lentamente para ir aclarando los problemas, para resolver aquellas disputas de conocimiento que no son categóricas sino cuantitativas. Los grises. Y hay que cuidar que esa ciencia no sea ya una ciencia sesgada que solo hace "delivery" de "soluciones". Este último un producto que solo interesa al científico para hacer carrera. Nos plantean habitualmente la división entre ciencia pura y ciencia aplicada. En espacios académicos la segunda es tenida por menos y en la sociedad en general como la única relevante. Pero esta separación oculta el hecho de que la ciencia pura nace de situaciones problemáticas y destila su pureza al permitirse ignorar aspectos sustanciales del problema, al punto que su aplicabilidad es solo una ilusión o peor aún, un discurso de justificación ante la sociedad. Resulta así que la ciencia aplicada comienza en un acto de ignorar aspectos sustanciales del problema. Por eso la propuesta que hacemos es inversa, comenzar por el problema, por el fenómeno, escucharlo sin aventurar respuestas para poder mantener la duda y la consecuente escucha. A partir de esta escucha comenzar a construir un entendimiento, una relación con otros problemas de los que sabemos más, con el universo de las ideas. Pero siempre cuidando que no se pierda la escucha, porque de allí vendrá la palabra o el signo que nos mantenga honestos, la voz de lo real-sensible, la realidad cruda e impensada.

Hay que establecer el diálogo del conocer. La parte difícil de la ciencia es la escucha. Hablar, habla cualquiera, pero para escuchar hace falta una disposición especial del espíritu, solemos resumirla como amor. Implica una actitud serena y por lo tanto estar en paz con uno mismo, esa rara sensación que dan los sabios. Requiere poner al otro como prioridad frente a uno

mismo, es incompatible con el interés (entendido como búsqueda de rédito o beneficio; compatible con el interés solo cuando este es significado como curiosidad). A esta labor de amor, de escucha, de relacionamiento con nuestras ideas y organización del fenómeno en relación con nosotros construyéndolo en hechos le llamamos razonar. En la vida de relación tantas veces pedimos: "por favor, sé razonable" cuando sentimos que no nos escuchan, que no se tienen en cuenta nuestras necesidades, que no se está dispuesto a ceder, es decir a poner el interés del otro por sobre el propio, cuando sentimos que no hay un nosotros. Este pedido de razonabilidad es un reclamo de los aspectos amorosos del razonar mucho más que de un igor intelectual que también debe tener.

La razón utilitaria que nos ofrece el capitalismo no solo mutila de la razón plena su momento crítico, sino que mutila de ella también su momento amoroso. Al decir de Alejandro: la razón que defendemos no está enfrentada sino hermanada con la forma que se dieron de ser razonables los filósofos del romanticismo. Este aspecto no lo ha tocado nuestro trabajo. Valga pues la crítica.

Cordialmente
Hernán

Respuesta reflexiva

Alejandro Romero

Hola a los tres.

Cómo siempre, magnifica respuesta de Hernán.

A la que quisiera agregar dos comentarios. En línea con la descripción del carácter instrumental de las ciencias sociales, desde su nacimiento, recomiendo un libro de Emmanuel Wallerstein que lleva por título *El legado de la Sociología*, y fue publicado por Nueva Sociedad. Muy buen análisis de esa historia y de sus consecuencias (las limitaciones que generó). Y en términos de repensar las ciencias sociales desde un concepto de "ciencia" como estructurada por una actitud racional (es decir: abierta, amorosa y crítica), hay otro libro de Wallerstein que aporta, más desde un pensamiento de la complejidad: "Impensar las ciencias sociales" se llama; publicado por Siglo XXI y UNAM.

En este sentido, mi segundo comentario es que, caído el paradigma objetivista y positivista (de neutralidad ética -en realidad pragmatismo instrumental-) de las así llamadas ciencias duras -en particular la física-, las ciencias sociales y las ciencias en general deberían reconstituirse según este paradigma de racionalidad sustancial (critico-amoroso; de apertura, albergue e integración desjeraquizada -convivencia-) que defendemos y cultivamos. Y de, este modo, no veo el problema fundamental en cuanto al carácter "epistémico" de las ciencias humanas. Quizás simplemente nos enfrentemos en esta región con una sola diferencia importante: los "objetos" de estudio son en ellas también inmediatamente los sujetos. Son ciencias reflexivas por excelencia. Y, por lo tanto, filosóficas desde el vamos.

Esto las transforma también, pienso, en un caso paradigmático de fenómeno complejo. Serían todas ellas ciencias de la complejidad. Pero no según el paradigma objetivista de las ciencias de la complejidad del Instituto Santa

Fé, que ponen fuera a los sujetos que las producen y al proceso teórico, sino según el paradigma reflexivo, de participación de los sujetos y los procesos epistémicos en lo observado. Paradigma al que tratamos de abonar. Quiero decir: ¿hasta qué punto el pensamiento, la razón, son fenómenos fisicos? ¿Hasta qué punto fenómenos biológicos? ¿Hasta qué punto fenómenos sociales? Y ¿Hasta qué punto fenómenos "espirituales" -es decir, con una forma y una "legalidad" no explicable por lo físico, lo biológico, lo social-? Pienso que podemos acordar que las variaciones y complejidades de lo social inciden de modo más directo, elusivo y variado en los procesos epistémicos que las variaciones de lo biológico, o de lo físico (más mediatas, básicas y de largo plazo, digamos). En ese sentido, podemos decir que, sobre la misma base biológica, los procesos epistémicos son inmediatamente "sociales": son afectados por lo social. De allí la mayor "reflexivas" de las ciencias sociales.

Ahora bien, si la crítica de la física a la que apunta nuestro trabajo (el presentado en estas jornadas) es atendible, entonces no hay, propiamente hablando, ciencias que no necesiten y no incluyan un componente valorativo y, por lo tanto, reflexivo. De manera que, una vez más, no habría sino diferencias de grado, o del papel relativo que cumple cada "momento" o dimensión en la estructuración del resultado, del "saber". Pero no diferencia de principios. Y menos aún jerarquía a favor de las ciencias duras.

Por último, en el triste y buenísimo ejemplo de Hernán se ve cómo lo que aparece y se publicita como ciencia no es más que un conjunto de técnicas al servicio de intereses parciales naturalizados, sacralizados, y que, por consiguiente, no sé examinan, porque no se pueden ni deben discutir (como en la episteme de temprana edad media no se podía discutir la letra y la autoridad del libro sagrado), lo que distorsiona y reduce por completo el planteamiento de los problemas, el abordaje de los fenómenos. Y los hace no-científicos, en la medida en que ofusca su comprensión (por escotomización de partes enteras, y decisivas, de lo que pasa). Lo negado funciona como supuestos no asumidos, y hace imposible la comprensión porque necesariamente se expresa en el resultado, pero enmascarado y tergiversado, bajo otros ropajes, pretendidamente "científicos",

"neutrales"... Una estafa. Los instrumentos tecno-científicos se ponen al servicio de una guerra de intereses y de un proceso de ocultamiento (los intereses no revelados ni considerados como parte del problema a los que se refirió Hernán). Todo lo contrario de lo que se espera de la "verdad", que, según su concepto en quienes reflexionaron por primera vez sobre la "razón" y la "ciencia" (los griegos), es "DES-OCULTAMIENTO" (aletheia). Sinceridad.

Todo esto, escrito a medida que lo fui pensando. Es decir: producto de pensamientos anteriores no elaborados sistemáticamente. Léanlo como un conjunto de hipótesis.

Abrazos,
Alejandro

Respuesta de Cecilia Martín a Hernán Solari

María Cecilia Martín

Estimado Hernán,

Agradezco profundamente su respuesta, tan generosa en tiempo y en contenido. Efectivamente la Geografía tiene una larga historia buscando construirse como ciencia y esto tiene como principal problema la definición de su objeto de estudio. Qué hacemos los geógrafos es una respuesta que nos cuesta dar, pero esta una discusión larga para otro momento.

Creo que la mirada sistémica que nos propone García es un camino para abordar -como usted bien dice- la comprensión de los problemas y seguramente un camino posible para darle sentido a lo que hacemos. Entender el espacio desde la complejidad de variables, elementos y relaciones que nos presenta la teoría, es un gran problema en sí mismo, pero estoy convencida que vale la pena el esfuerzo y el riesgo asumido, a sabiendas de que se nos escaparán muchas cosas y que será una

tarea siempre incompleta. A sabiendas también de la crítica que nos puede caer encima. Sin embargo, creo que es un camino honesto.

Pienso en esta dificultad cuando leo el ejemplo que usted me comparte sobre el embalse. Cuántos elementos y relaciones entran en juego en ese sistema. Me preocupan particularmente cuántos de estos elementos y relaciones podemos reconocer y cuántos otros pasan desapercibidos (o deliberadamente invisibilizados). Y de los que podemos reconocer, qué papel juega nuestra propia percepción y la carga valorativa que les asignamos. Y ni hablar si esa mirada está confinada a las presiones que ustedes tan bien plantean al hablar de ciencia administrada. Aún en el marco de la discusión profunda sobre el papel que tiene en la sociedad, la ciencia conserva un marco de legitimidad y creo que es una enorme responsabilidad por el valor que se le asigna a lo que decimos.

Yo trabajo en temas de desarrollo territorial y esta es una preocupación permanente, no tanto por el marco epistemológico (que, a lo sumo, se discute), sino sobre la valoración que hacemos de las cosas que observamos y de la manera cómo las interpretamos. Porque de esta mirada y de esta interpretación, se construyen propuestas de intervención, que pueden ser en el mejor de los casos ineficientes, cuando no dañinas.

Tengo mucho para aprender todavía, pero creo que el enfoque sistémico me permite ir por un camino crítico y autorreflexivo del que no quiero apartarme. Pido disculpas por el lenguaje llano con que escribo estas líneas y vuelvo a agradecer la amabilidad expresada en su respuesta. Seguiré pensando.

¡Muchas gracias!
Cecilia

Respuesta a Cecilia Martín

Alejandro Romero

María Cecilia

Bienvenido ese lenguaje, que no por llano deja de ser preciso y claro, y gana en elegancia y sencillez.

Lo que usted dice sobre la geografia le cabe, respecto de la dificultad para cercar y determinar eso que se llama su "objeto", pasa con muchas ciencias, sino con todas. Pregúntele a un biólogo, si no. Por otra parte, hay muchas ciencias que son enfoques alternativos de los mismos objetos o fenómenos complejos y multidimensional es, así que recortar el dominio de una ciencia por el objeto está resultando poco pertinente. Es la perspectiva desde la que se considera ese conjunto de fenómenos, el énfasis que se pone en algunos de sus aspectos o las preguntas fundamentales que la guían lo que, me parece, define mejor una disciplina, ¿no es así?

La geografia es una disciplina hermosa, por otra parte, y transversal a muchas otras. (Pienso en el reclamo de Morin, que decía que había que reunificar el estudio de lo humano porque el fenómeno humano es unitario... Algo que también proponía, al final de su vida, Emmanuel Wallerstein).

Enfín, su breve mail me hizo pensar...

La saludomuy cordialmente,
Alejandro

CAPÍTULO II

El problema de la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista∴#

Gastón Becerra* y José Antonio Castorina**

1. Introducción

El sentido de la objetividad científica no es unívoco ni ha permanecido invariante en la historia del pensamiento. Las discusiones en torno suyo han ido mutando junto con el desarrollo de las distintas disciplinas científicas, las corrientes

∴ Una primera versión de este capítulo fue debatida el 11 de octubre de 2023 en el marco del Simposio "Rolando García y los Sistemas Complejos". Los colegas Hernán G. Solari, Mario A. Natiello y Alejandro G. Romero realizaron una lectura del trabajo de Becerra y Castorina y elaboraron por escrito los comentarios al documento. Estos comentarios se reproducen en la página 191 de este libro y fueron debatidos en el Simposio. La versión publicada del capítulo de Becerra y Castorina corresponde a una elaboración corregida y ajustada del documento luego de los intercambios mantenidos.

Los autores agradecen la lectura crítica Hernán Solari, Alejandro Romero y Mario Natiello, y la discusión en el coloquio que nos permitió precisar y comunicar mejor nuestras ideas. A partir de sus comentarios, por ejemplo, en la versión final hemos aclarado el sentido en que utilizamos conceptos como el de ideología y hemos intentado ser más claros con respecto a los riesgos del reduccionismo que sigue de considerar que ciertos desarrollos científicos novedosos tienen una supuesta mayor cientificidad que otras voces disciplinarias.

* CONICET / Universidad de Buenos Aires. gastonbecerra@sociales.uba.ar

** CONICET / Universidad de Buenos Aires. ctono@fibertel.com.ar

de pensamiento filosófico, las innovaciones metodológicas y técnicas, y las consideraciones cambiantes acerca del rol social de la ciencia y la tecnología, así como de su evaluación de costos, riesgos y posibilidades. Como señalan Reiss y Sprenger (2020), muchos de los debates más importantes de la ciencia moderna involucran algún sentido de objetividad: desde el problema del cambio científico y la elección de teorías, hasta el alcance de lo que podemos decir de la realidad, pasando por qué buscamos de la experimentación, la medición y la cuantificación, o la relación misma entre ciencia, sociedad y mundo. Por esto, la objetividad no es una idea que se pueda examinar aisladamente y sin introducir consideraciones sobre el contexto científico, sino que involucra un conjunto de suposiciones, actitudes, aspiraciones y rechazos, y de ahí que sea un concepto inherentemente discutible y siempre en disputa en cuánto su significado.

Dada esta heterogeneidad y amplitud de discusiones tampoco es claro cómo encarar una problematización de la objetividad. ¿Es un valor en sí mismo, un ideal regulatorio, un proyecto sociopolítico? ¿Pretende ser un argumento usado para obligar a otros, como diría Maturana (1997); un intento por ofrecer una retórica de la confianza, como sugiere Fine (1998); una fuerza persuasiva, como refiere Douglas (2004)? ¿Es un juicio taxativo o se admiten grados diversos de objetividad? ¿Cuál es el objeto al que se refiere: conocimiento, métodos, observaciones, criterios, medidas, evaluaciones, juicios, acuerdos? ¿Es una capacidad distintivamente humana, como señala Gaukroger (2012); un estado de la mente, como se sugiere cuando se la equipara con la imparcialidad; o una característica de los grupos y las dinámicas de las comunidades, como sugiere Harding (1995)? ¿Es un estado, un proceso, una estructura estructurante? ¿Es un juicio sobre el mundo, sobre nosotros, sobre la relación de ambos? ¿Es un argumento a favor de la autoridad científica o su fundamento? ¿Puede extenderse a otros dominios, como cuando se habla de la labor periodística o la interpretación jurídica de la norma? ¿Es el complemento de la subjetividad?

Aquí partimos de la convicción de que es necesario adoptar un concepto de objetividad como respuesta a los desafíos epistémicos que se imponen en tiempos de post-verdad e irrupciones tecnológicas que instalan nuevas problemáticas globales y mayor inequidad social. Por ello, nos interesa explorar las condiciones de posibilidad de la objetividad en el constructivismo de Jean Piaget y Rolando García, y en la teoría de los sistemas complejos propuestas por este último, así como a desarrollos posteriores que revisaron ambos programas.

Entre todos los posibles sentidos de la objetividad –y sin duda son muchos, como han señalado varios autores que proponen taxonomías, clasificaciones y otros relevamientos (Aguirre-García, 2020; Daston & Galison, 1992; Douglas, 2011; Duval & Hernández, 2001; Fine, 1998; Gaukroger, 2012; Gómez, 2014; Lloyd, 1995; Longino, 1990; Megill, 1994; Padovani et al., 2015; Sayer, 2012)– para nuestra discusión retomamos y discutimos a dos de ellos que creemos pueden dinamizar mejor la discusión.

El primer sentido que nos interesa afirma una tesis realista: en una perspectiva ontológica, sostiene que hay una realidad que existe independientemente del conocimiento; y en una perspectiva epistemológica, que la realidad es cognoscible a partir de la acción de un sujeto o colectivo en contextos determinados. Luego, esta tesis estaría en la base de otros sentidos que la equiparan con la confianza –*confidence*, en inglés– y la fiabilidad –*reliability*– que se gana cuando, desde distintos puntos de vista y a través de varios instrumentos y modelos, se constituyen conocimientos coherentes y manipulaciones relativamente seguras.

El segundo sentido la entiende como el resultado de acuerdos emergentes de la comunidad de investigadores –incluyendo, por ejemplo, convenciones metodológicas y de verificación de hipótesis–, en base a una reflexión más amplia de los condicionamientos sociales que orientan sus prácticas –por ejemplo, los valores, las ideologías y las políticas científicas–. Este sentido se opone al enfoque de la filosofía dominante de las ciencias en el siglo XX, que promovía la neutralidad valorativa, y la eliminación de cualquier rastro de

subjetividad en la evaluación. En cambio, aquí se sostiene que los valores sociales tienen un rol epistémico crucial, al guiar las preguntas y la formulación de problemas de investigación, al intervenir como criterios básicos en las múltiples tareas de evaluación de los científicos, y al habilitar la crítica de la manera en la que se investiga.

El propósito de este capítulo es una primera exploración sobre la articulación de estos sentidos en diálogo con la perspectiva constructivista de Jean Piaget y los estudios en sistemas complejos que propone Rolando García. En los próximos dos apartados hacemos foco en cada uno de los dos sentidos mencionados, e indagamos las posiciones de estos autores de cara a las tesis que se discuten. En el caso de la obra de García –foco de este libro– incluimos además algunas citas *in extenso*, ya que entendemos que su tratamiento de este tema es menos sistemático que el de Piaget, y que ha sido poco explorado en la literatura sobre los sistemas complejos. Luego, en los últimos dos apartados, argumentamos acerca de la compatibilidad de los dos sentidos de la objetividad, y buscamos dar con un primer esbozo de formulación de esta categoría en los términos de una posición epistemológica sistémico-constructivista, que busca reforzar mutuamente ambos sentidos.

2. El primer sentido de la objetividad

El primer sentido que nos interesa retomar es el que supone que un conocimiento es objetivo si se refiere a la realidad. Esta línea de pensamiento filosófico incluye la discusión de varias dimensiones del realismo, entre los que destaca la ontológica que sostiene que existe una realidad independientemente del conocimiento, y en perspectiva epistemológica, que las teorías científicas proporcionan conocimiento sobre la realidad. El foco del problema de la objetividad se posa sobre esta segunda idea: siguiendo a Gramsci (1986), no es correcto referir a lo que existe fuera del hombre, sino a lo "humanamente objetivo" que, en su devenir, se dirige hacia una universalidad progresivamente acordada, o

un "universal subjetivo". No es posible en este espacio reseñar las distintas variantes del realismo epistemológico pero, para nuestra discusión, conviene distinguir, por un lado, la versión ingenua o clásica que pretende la cognoscibilidad de la realidad punto por punto o tal cual es, ya sea por la vía representativa o la percepción; y por el otro, los realismos críticos que –si bien también son diversos– sostienen que la realidad se conoce mediada por alguna forma de interpretación conceptual u otras formas de actividad significativa sobre el mundo, al cual se dirige de manera inacabada y por aproximaciones. Encontramos tesituras en esta línea en las propuestas del realismo interno de Hillary Putnam (1994) y el trascendental de Roy Bhaskar (2008). Y si bien el volumen y la densidad de la argumentación es mucho menor que el de tales filósofos, como veremos, también Piaget y García adoptaron esta posición, asumiendo que el constructivismo no es contradictorio con una forma de realismo[23].

El constructivismo de Piaget sostiene que los objetos sólo son conocidos a través de los sistemas de acciones que los transforman, principalmente desde el punto de vista de su significación. Se admite la existencia de la realidad, y se caracteriza la construcción del conocimiento como una dialéctica entre las acciones cognoscitivas y las significaciones, y las resistencias de la realidad. Este proceso supone reelaboraciones sucesivas de formas de organizar las interacciones con el mundo externo. Por su parte, el objeto, o la realidad misma, son un límite –en un sentido matemático– de aquellas aproximaciones: "Uno se acerca sin cesar pero no lo alcanza nunca porque para alcanzarlo se necesitaría una infinidad de propiedades, gran número de las cuales se nos escapan" (Piaget & Bringuier, 1977, pp. 117–118). Siguiendo a Bachelard, para Piaget las aproximaciones teóricas experimentales tienen una vección que no se produce al azar, y que no es previsible en el origen sino reconstruido *apres coup*.

[23] Una comparación y discusión de esta posición con otras variantes del constructivismo, como son el radical de Glasersfeld, el biológico de Maturana y Varela, y el operativo de Niklas Luhmann fue elaborada en otro trabajo (Becerra & Castorina, 2018).

La realidad, la existencia misma del objeto –en un sentido cuasi trascendental– sería la única explicación de las aproximaciones dirigidas (Piaget, 1970a, p. 111).

Ahora bien, cabe preguntarnos si esta posición es efectivamente realista. De acuerdo con Pascual-Leone (2012), la formulación piagetiana estuvo muy marcada por la necesidad de desacoplar las coordinaciones del sujeto y los procesos del objeto, y por ello no habría buscado incorporar la Realidad del mundo en la realidad construida, tal vez limitando así el alcance de sus expresiones realistas. Pero, aún con estas salvedades –muy discutibles, por cierto– Kitchener (1987) y nosotros (Becerra & Castorina, 2018; Castorina, 2009) ubicamos al constructivismo en la línea de un realismo crítico que postula, además del realismo ontológico, la incompletitud y apertura del conocimiento, su falibilidad, y su carácter imperfecto y mejorable. A su vez, por las mismas razones, rechazamos la interpretación que lo ubica en un realismo estructural que sostiene una cierta identidad entre estructuras del conocimiento y la realidad: si bien es cierto que Piaget tiene algunas formulaciones ambiguas en este sentido (e.g., 1979a), la idea de que las relaciones entre fenómenos se puedan expresar en ecuaciones matemáticas relativamente invariables que se corresponden con a propiedades estructurales de la realidad[24] tiende a un vínculo representativo. Más bien, sostenemos un realismo que admite el rol estructurante de la comunidad científica en la revisión del objeto de conocimiento.

Con esta caracterización del objeto como un recorte revisable y perfectible del mundo, la objetividad puede ser caracterizada como un proceso, un vínculo entre la actividad organizadora del sujeto y lo que pretende decir de la realidad. La posición ha sido denominada como "objetivización progresiva del conocimiento" por Ferreiro y García, remarcando que "un incremento de objetividad será dependiente de un incremento de actividad por parte del sujeto" (Ferreiro & García, 1975, p. 17).

[24] Una discusión extensa de estos sentidos del realismo, que detallan las expresiones –por demás ambiguas– de Piaget al respecto, se puede encontrar en los trabajos de Tsou (2006) y Kitchener (1986).

A nuestro entender, estos supuestos epistemológicos y ontológicos son compatibles con la tesis realista del primer sentido de la objetividad, en su perspectiva crítica. Es decir, no se propone que un conocimiento sea objetivo por representar a la realidad sino porque se da un proceso de acercamiento que proviene de un largo compromiso por revisar nuestras acciones, en vistas de otras, y de las resistencias que se manifiestan en las pruebas.

En la formulación original de Piaget este incremento de la actividad del sujeto refería a la integración progresiva de sistemas parciales del pensamiento en estructuras de conjunto, en los estudios psicogenéticos, y a las estructuras lógico-matemáticas y teorías físicas, en los estudios sociogenéticos. Con todo, esta concepción es limitada: para la psicogénesis considera sólo a un sujeto individual, sin contexto ni interacción con otros; y en el estudio de la historia crítica de los conceptos no los encarna en un sujeto social. Esto último se empezará a revisar luego, al considerar el contexto social, histórico y epistémico en el que se desenvuelve la actividad científica (Becerra & Castorina, 2021; Piaget & García, 1982); y luego, en los términos de la teoría de los sistemas complejos, postulando la construcción conjunta de un equipo multidisciplinario (García, 2006). Sobre este último desarrollo nos vamos a referir en lo que queda en este apartado, pero antes queremos hacer un breve paréntesis para considerar la manera en que García refiere a algunas de las ideas aquí implicadas, discutiendo con el empirismo lógico.

Según García (2000), el empirismo lógico ha forjado la imagen oficial de la ciencia en el siglo XX, proponiendo tres ideas: la existencia de hechos objetivos e independientes de la subjetividad y de cualquier interpretación teórica; la posibilidad de contrastar hechos y enunciados observacionales en la evaluación de teorías; la separación estricta entre el contexto de descubrimiento y el de justificación, siendo el último un espacio donde las particularidades psicológicas o sociológicas de la ciencias no juegan ningún rol. García va a cuestionar estas ideas, discutiendo la posibilidad de referir, en alguna instancia, a "hechos objetivos" y de naturaleza observable. Aquí García no

se apoya sólo en Piaget sino también en la obra de filósofos como Thomas S. Kuhn o Russell Hanson, para quienes todo enunciado observacional supone una carga teórica, de modo que hasta los observables son hechos interpretados, y suponen distintos niveles de elaboración en el marco de alguna teoría. Para García (2001), una tarea central de la labor epistemológica es la de deconstruir la noción de "hechos", contra los que se evalúa la capacidad explicativa de una teoría. Así, quedamos advertidos que la objetividad no podría fundarse en hechos que se encuentra por fuera del proceso de investigación.

Nos enfocamos ahora en las pretensiones realistas de la teoría de sistemas complejos, para luego evaluar si ésta pudiese referir a la objetividad en el primer sentido. Para ello debemos comenzar por explicitar qué parte de la teoría de los sistemas complejos podría ser evaluada en términos realistas. Al igual que los otros desarrollos sistémicos como los de Bertalanffy, Prigogine, Simon, o Ashby, esta teoría presenta un alto nivel de abstracción que pretende establecer una conceptualización pertinente para interpretar diversos dominios materiales y lenguajes teóricos y disciplinarios. La dinámica de los sistemas complejos introduce postulados generales, tales como que se encuentran articulados, que se estratifican, o que sus procesos deben ser analizados con relación a diversas escalas y en su dimensión sincrónica/evolutiva. Es claro que en este nivel de abstracción la discusión por la objetividad presenta muchas dificultades. Nos parece más factible, entonces, preguntarnos si es objetiva la representación de un fenómeno multidimensional particular en tanto sistema complejo.

La definición de sistema que propone García es la de una "representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son separables" (2006, p. 21), o más sintéticamente, que "un sistema es entonces una construcción producida por el investigador para representar" (2006, p. 140). Además, se enfatiza que "ningún sistema está dado en el punto de partida de la investigación … Una definición adecuada sólo puede surgir en el transcurso de la propia investigación y para cada caso particular" (García, 2006,

p. 39). Luego, señala que se puede sostener una posición realista en la construcción de modelos que buscan aproximarse a la realidad:

> La investigación consiste en la propuesta de sucesivas modelizaciones hasta llegar a un modelo aceptable, entendiendo por tal un modelo que permite formular explicaciones causales de los fenómenos que son objeto de estudio. El constructivismo puede definirse como un realismo epistemológico. Supone un mundo exterior a los individuos, con el cual éstos interactúan. A ese mundo sólo tenemos acceso a través del conocimiento, que en última instancia consiste en la organización de aquellas interacciones. Cuando nos referimos a un sistema como algo que "existe en la realidad" estamos aludiendo a la contraparte que hipotetizamos en el "mundo exterior" como correspondiendo a nuestro modelo. (García, 2006, p. 84)

Creemos que esta posición debe ser interpretada tomando los mismos recaudos que mencionamos anteriormente con respecto a la de Piaget: sin pretender una correspondencia punto a punto, sino más bien afirmando el carácter perspectivo y relativo del conocimiento, y atendiendo a su validación empíricamente en las distintas revisiones involucradas en la integración y la diferenciación de nuevos sistemas. Sin embargo, la naturaleza interdisciplinaria, el carácter histórico y construido del sistema, y la metodología con integraciones sucesivas de la teoría conllevan nuevos aspectos para tener en cuenta. El primero –anticipada por García (2006, p. 85)– atañe a la relación entre modelos teóricos y prueba empírica: si buscamos evaluar cómo un modelo se ajusta a la evidencia, debemos ser conscientes que distintos niveles de análisis suponen materiales empíricos construidos a partir de elaboraciones previas, las cuales pueden remitir a campos disciplinares particulares con grados de especificidad y dificultades relativas. Por ejemplo, un

cierto modelo en el que se cruzan factores sociales y naturales puede requerir como parámetros empíricos algunos indicadores tales como nivel de pobreza o huella ambiental, que lejos de ser observables, suponen una construcción multidimensional en distintos campos del conocimiento. Estos factores, a su vez, pueden ser utilizados para caracterizar propiedades emergentes del sistema, que se vuelven variables para futuros escenarios posibles. Una segunda dificultad consiste en que, si se pretende hablar de sistemas complejos con alguna pretensión de objetividad, entonces distintos modelos que resulten de postular relaciones específicas entre componentes deberían mostrar transformaciones coherentes en el proceso constructivo. Pero para esto es necesario comparar, integrar y simular con distintas formulaciones de un sistema complejo. Esta convergencia podría ser indicio de una objetividad –siempre dinámica y en proceso– que se encamina a los requisitos de la confianza y la fiabilidad que se les exige a los instrumentos.

Más importante es el desafío de considerar la naturaleza social de los sistemas complejos, dado porque su construcción persigue el objetivo de ofrecer un diagnóstico de una problemática, y sobre el cual se pretenda fundar una propuesta de política con transformaciones efectivas. En términos de García:

> El objetivo es llegar a una formulación sistémica de la problemática original que presenta el objeto de estudio. A partir de allí, será posible lograr un diagnóstico integrado, que provea las bases para proponer acciones concretas y políticas generales alternativas que permitan influir sobre la evolución del sistema (García, 2006, p. 94).

Así, un sistema complejo supone una propuesta que, para ser efectiva, debe llegar a una correcta evaluación de sus condiciones materiales, sociales y políticas. La elaboración científica entronca, de esta manera, con una reflexión político-

estratégica[25] que supone, por ejemplo, incluir los sentidos y saberes de los actores sociales involucrados. En este sentido, una descripción objetiva no tiene sólo aspiraciones realistas, sino que también requiere búsqueda de consensos entre investigadores y actores implicados. Como argumentamos en los próximos apartados, si la teoría de los sistemas complejos puede sostener este sentido de objetividad es de una manera indisociable del segundo.

3. El segundo sentido de la objetividad

El segundo sentido entiende que el conocimiento es más objetivo si es resultado de los acuerdos de la comunidad científica, incluyendo no sólo a los consensos metodológicos, de verificación de hipótesis y otros criterios epistémicos, sino también a la reflexión sobre valores sociales –no epistémicos– y la tematización de la comunicación e interacción entre sus miembros. Este rol constitutivo ha sido señalado por varios filósofos, como Ricardo Gómez (2014) que los identifica en la generación de preguntas y el recorte de problemas, en la adopción de teorías y en las decisiones metodológicas, en las relaciones institucionales que enmarcan y direccionan la investigación; y advierte:

> Esto no significa que sea posible explicar totalmente la práctica científica y sus resultados apelando a estos valores, pero sí que es imposible abordarla, sensatamente y con el mínimo grado de verosimilitud, sin ellos. … Los científicos están involucrados en tareas de evaluación, y la clave no es negarlo, sino inquirir qué tipo de valores, por qué, para qué y cuánto inciden en la práctica. (Gómez, 2014, p. 137)

[25] Para antecedentes de investigación guiada por la TSC que consideran esta dificultad, se puede consultar los trabajos de Castañares Maddox (2009) o Amozurrutia (2012).

El vínculo entre esta reflexión, o reflexividad, y la objetividad es explícito en los planteos de varias epistemologías y filosofías críticas y políticas, feministas, o sociológicas, a pesar de sus diferencias. Por caso, Douglas (2004) refiere a una objetividad interactiva que supone la reflexión de los valores embebidos en los procedimientos y la deconstrucción de convenciones y criterios metodológicos. Desde una perspectiva sociológica, Bourdieu (2001) liga la objetividad al acuerdo de reglas que regulan la competencia de los distintos grupos de investigadores, asumiendo la reflexividad sobre los condicionamientos sociales en tanto campo. Kitcher (2001) argumenta a favor de poner el foco en las prácticas y la organización de las comunidades científicas, y en cómo se vinculan con los valores sociales de la democracia, y el reconocimiento de los compromisos y riesgos éticos y morales. En todos ellos la objetividad aparece como un desafío, un resultado que se debe asegurar a través de una dinámica, un intercambio, o una forma organizada de comunicación entre los actores implicados. Así, por caso, entendemos la propuesta de Longino (1990) que establece criterios a satisfacerse, tales como canales de diálogo aceptados y conocidos, igualdad de estatus o autoridad científica entre los partícipes, criterios y estándares de crítica y obtención de conocimiento compartidos, y una actitud atenta y reactiva de la comunidad.

En este apartado sintetizamos el espacio dado a la reflexión de las prácticas, las ideologías y valores sociales en el constructivismo de Piaget revisitado, y en la propuesta de los sistemas complejos de García, con especial foco en la idea de "marco epistémico", común a ambos planteos, para luego evaluar si estos posicionamientos habilitan a una idea de objetividad en línea con este segundo sentido.

Como vimos, en el constructivismo de Piaget, la idea de objetividad se vincula a un proceso progresivo de integración de nuevas estructuras cognoscitivas. La contraparte de la posibilidad de alcanzar mayor seguridad en la sistematicidad conceptual y en resultados empíricos con respecto al objeto es la conciencia de las acciones que introduce el sujeto en el conocimiento (Piaget, 1979b). El intercambio con otros es un

factor determinante en este sentido, en tanto la discusión y la argumentación, la justificación y defensa de la propia posición, la consideración de la mirada de los otros, y eventualmente la búsqueda de evidencia y pruebas resultaría en la coordinación de distintos puntos de vista, un conocimiento más estable, y un abandono progresivo del estado egocéntrico –en el caso del niño– o sociocéntrico –en el caso de la ciencia– (Piaget, 1986). Pero, hasta aquí, esta consideración de lo social tiene un sentido muy limitado: se trata de un "relacionismo epistémico" –por utilizar la designación de Kitchener (2004)– que, si bien se opone al individualismo y fundamenta la racionalidad sobre la base de una dinámica con otros, lo piensa solamente en términos de intercambios intersubjetivos. Si quisiéramos ubicar al constructivismo piagetiano en la línea de una objetividad social hay varios aspectos de esta formulación que deben ser cuestionados.

Por un lado, Piaget distingue entre el sujeto epistémico –lo común a todos los sujetos de un mismo nivel de desarrollo– y el sujeto individual –con lo propio de cada individuo particular–, y entiende que la objetividad requiere descentrar al sujeto individual para acerarse al sujeto epistémico (Piaget, 1970b). Esta consideración hace del sujeto una abstracción, en contraposición con las epistemologías que defienden una objetividad social más robusta, y que consideran sujetos colectivos –comunidades en condiciones de práctica y en contextos históricos– que incorporan sus particularidades en el debate. Por otro lado, Piaget plantea que no todo tipo de interacción social favorece la descentración epistémica. Así, contrapone la ciencia a la ideología, y señala que esta última sería "una representación de las cosas que centralizan al universo en la sociedad humana, en sus aspiraciones y en sus conflictos", y que "el pensamiento científico ha exigido siempre … una descentralización en relación con las ideologías y con la sociedad" (Piaget, 1975, p. 207). Esta manera de considerar las ideologías y lo social expresa una perspectiva cientificista que impone un límite a la pregunta sobre su rol en la construcción del conocimiento. Esta perspectiva recién se comenzó a

modificar a partir del desarrollo de la categoría de marco epistémico, debida en gran medida a los aportes de García.

La noción de marco epistémico se introduce en *Psicogénesis e historia de la ciencia* (Piaget & García, 1982) para pensar el rol de la influencia del medio social en el proceso cognoscitivo. Aquí se postula que lo pensable, lo que se puede convertir en problema, lo que se puede volver pregunta científica, y hasta lo que se recorta para la consideración está condicionado por el medio sociocultural. Una formulación más clara será dada años más tarde por García en *El conocimiento en construcción*, al definirlo como "un sistema de pensamiento, rara vez explicitado, que permea las concepciones de la época en una cultura dada y condiciona el tipo de teorizaciones que van surgiendo en diversos campos del conocimiento" (2000, p. 175). Este sistema de pensamiento se refiere a una cosmovisión del mundo o *Weltanschauung* –una concepción o visión de la naturaleza y de la sociedad–, de carácter muy general, y que forma parte del sustento ideológico de una época particular. Los marcos epistémicos cruzan diferentes disciplinas condicionando las teorizaciones y orientando los sistemas conceptuales, aunque sin determinar su contenido (García, 2000, p. 157).

El sujeto de conocimiento –el hombre de ciencia o, mejor dicho, la comunidad científica– que se empieza a esbozar a partir de esta revisión revierte el dualismo antinómico que Piaget introducía entre ciencia e ideología[26]. La revisión hace de las condiciones sociales, ideologías, valores, y visiones del mundo factores constituyentes en el proceso de construcción del objeto de conocimiento. Estas son implícitas en gran parte de las prácticas de investigación, y pueden hacer obstáculos al proceso

[26] Cabe aquí una pequeña aclaración terminológica, dada la multiplicidad de sentidos que se asocian a la ideología (por ejemplo, vease Eagleton, 1997). Aquí no nos referimos solamente a la ideología en la versión marxista que la asocia a una "falsa conciencia" que legitima el orden social, sino a una que incluye los distintos sistemas de significados con los que aprehendemos la vida natural y social. Tampoco consideramos que toda ideología sea necesariamente irracional, lo cual excluiría creencias ideológicas con argumentos y contenido de verdad. No obstante, en este período, Piaget sí refiere a la ideología como un "pensamiento sociocéntrico" que "expresan la manera como los individuos se representan en común su grupo social y el universo", asumiendo que dicho condicionamiento juega rol epistémico negativo, contrario a los modos de construir conocimiento a través de la discusión y el intercambio científico. Justamente esta apreciación es la que se revierte con la introducción del marco epistémico.

de objetivación. Para que esta consideración no vaya en detrimento de este sentido de la objetividad, se tiene que habilitar institucionalmente la posibilidad de reflexión y crítica de las concepciones de mundo y los valores sociales. García entendía al científico como un agente comprometido con un proyecto social, y con una actitud reflexiva y crítica de su formación y de sus lineamientos disciplinares, tanto como de los modos en que su ideología interviene en su investigación (Becerra & Castorina, 2016).

Formulaciones más recientes de la idea de marco epistémico han intentado problematizar esta definición para vincularla con los desafíos actuales de la ciencia (Becerra & Castorina, 2021; Rodríguez Zoya, 2017). Particularmente, se ha avanzado en dos tipos de cuestionamientos. El primero es que el marco epistémico no se reduce a ideas y concepciones, sino que se expresa en condiciones institucionales y de práctica de la ciencia que inciden en distintos momentos del ciclo metodológico de las investigaciones. Así, habría condicionamientos institucionales, que adquieren fuerza normativa a través de regulaciones políticas y administrativas, o prescribiendo qué/cómo es hacer una "ciencia rigurosa", y que inciden en la formulación de preguntas y problemas de la investigación, la manera de entender a las unidades de análisis, la evaluación de los modelos explicativos, la selección y diseño de métodos y técnicas, y hasta en las relaciones entre teorías y campos disciplinarios (Valsiner, 2012). Por esto, al explicitar los marcos epistémicos que orientan las investigaciones, se vuelve un desafío central la reflexividad de los investigadores y la crítica de las condiciones en las que se desenvuelven sus interacciones. El segundo aspecto que se propone explorar en relación con el marco epistémico corresponde a la pregunta –adelantada por García– por los valores sociales en los objetivos de las investigaciones, o al campo de aplicación pretendida de los conocimientos. En este caso la reflexividad implica el desafío de identificar los distintos actores sociales e institucionales involucrados en la división social del conocimiento, y en poner en tela de juicio sus relaciones.

A modo indicativo, podemos mencionar dos casos de estudios, para los que la categoría de marco epistémico se muestra pertinente para dar cuenta de condicionamientos y orientaciones sociales en la investigación científica. Uno se refiere a la psicología del desarrollo y de la educación, donde se observa una significativa influencia de las neurociencias. La ontología naturalista de esta última –impuesta como sentido común filosófico de los científicos– subscribe a un reduccionismo explicativo a los mecanismos neuronales, desdeñando a la investigación de los procesos socioculturales, o requiriendo una dimensión neurocientífica para legitimarlos (Castorina, 2016). Esto opera como un obstáculo para elaborar un programa de investigación con la perspectiva de sistemas complejos en torno a los procesos de aprendizaje en el sistema educativo, en tanto defiende una mirada disciplinar excluyente. También podemos referir a la irrupción del *big data*, en torno a cuyas metodologías cuantitativas y técnicas automáticas que pretenden modelar un gran volumen de datos sin recurrir a hipótesis previas, se predica un conocimiento "más objetivo", a la vez que se asiste a una mayor participación de las corporaciones en la producción de artículos, patentes y desarrollos intensivos de conocimiento (Becerra & Castorina, 2023). En ambos casos, diversas instituciones guían la construcción del conocimiento científico, promoviendo una cierta representación social de la objetividad que normativiza algunos procedimientos de investigación o los convierte en exigencia para su legitimación social.

En la teoría de los sistemas complejos propuesta por García (2006) para la investigación interdisciplinaria, el marco epistémico tiene un lugar destacado. Allí, se plantea que un sistema complejo se delimita por preguntas condicionadas por un marco epistémico, que incluye tanto a los supuestos ontológicos y epistemológicos, como al posicionamiento político-valorativo de los investigadores. Las preguntas detrás de este enfoque son claramente de naturaleza ética y política: ¿qué aspecto de la realidad se nos aparece como problemático?, ¿cómo desearíamos que fuese la realidad?, y ¿por qué queremos intervenir? En palabras del autor:

> La investigación de un sistema complejo responde generalmente a una situación crítica frente a la cual, gobiernos, organizaciones y agencias "de ayuda", deben intervenir de manera urgente. El contexto social general en el que se inscribe la necesidad de diseñar un proyecto de estudio de cualquier problemática global, condicionará de manera importante el tipo de preguntas que se formulen. … Hemos definido el marco epistémico como el conjunto de preguntas o interrogantes que un investigador se plantea con respecto al dominio de la realidad que se ha propuesto estudiar. Dicho marco epistémico representa cierta concepción del mundo y, en muchas ocasiones, expresa la jerarquía de valores del investigador. (García, 2006, p. 35)

El autor es explícito en señalar este marco compartido como condición de posibilidad de la co-construcción del sistema complejo por parte de los miembros del equipo multidisciplinario, y también en ubicar este condicionamiento en una normatividad social que antecede a cualquier lineamiento disciplinar o marco conceptual. Incluso aclara que un equipo que comparte un marco epistémico y una definición común del problema puede no compartir una teoría común.

> En el estudio interdisciplinario de los sistemas complejos, la articulación entre las disciplinas comienza en el mismo punto de partida de la investigación, a través de un marco epistémico común. Sin ello no es posible lograr un estudio sistémico que conduzca a un diagnóstico integrado y a una formulación compartida de políticas alternativas. El marco epistémico está orientado por una normatividad extradisciplinaria de contenido social que involucra qué es lo que "debería hacerse" y que sirve de base a la investigación posterior

> (desde la elección inicial de "observables")
> (García, 2006, p. 106)

Dado el rol que juega el marco epistémico en la coordinación de enfoques disciplinarios, conviene estar atento a cualquier normatividad o consideración que privilegie una mirada en vistas de su supuesta mayor cientificidad, como referíamos en los ejemplos mencionados de la psicología del desarrollo o de la investigación con *big data*. En ambos casos, la mayor valoración que gozan –tanto dentro como fuera de la academia– los enfoques neurocientíficos o las técnicas cuantitativas no deberían traducirse en un recorte condicionado de la problemática, o un obstáculo que limite su exploración desde las ciencias sociales, las humanidades, o las técnicas interpretativas, a riesgo de caer en un reduccionismo contrario a la perspectiva de los sistemas complejos.

En síntesis, el marco epistémico se expresa tanto en el modo de plantear la problemática –incluyendo la consideración de posibles cursos de acción–, como en construir una representación del sistema –la relación de los distintos aportes disciplinarios–, y en las distintas decisiones –tanto de naturaleza epistémica, como en torno a cuestiones organizativas– que guían el desarrollo del proyecto hacia su extensión en la acción política. Así, interviene en la objetividad en la medida en que condiciona la reflexión de las condiciones de posibilidad de esta construcción conjunta, y de la dinámica del equipo de investigación.

4. Hacia una objetividad sistémico-constructivista

En la visión constructiva y sistémica creemos que hay elementos que nos permiten argumentar una compatibilidad con la objetividad en el primer sentido. Esto era esperable, ya que un programa que pretenda ser pertinente para conocer y transformar la realidad no puede sino suscribir a esta idea. En su formulación expresa un compromiso con lo real, que se encarna en un proceso de investigación progresivo –que busca la convergencia de modelos–, integrador –que busca incluir nuevas

líneas de investigación–, y con fundamento empírico –que busca dar cuenta de condiciones de verificación–. Para el caso de la investigación en sistemas complejos, que se orienta a construir modelos de relaciones hipotéticas en base al trabajo conjunto de un equipo de investigación multidisciplinario, también subiste el interés de referirse a lo real, en la medida en que se cumplan los requisitos del proceso y se arribe a conocimientos consistentes e intervenciones eficaces.

Por su parte, también encontramos argumentos para sostener un reclamo de objetividad en el segundo sentido. Es claro que la metodología que se propone en la Teoría de sistemas complejos dinamiza y promueve los intercambios entre investigadores: "Siempre insisto en que la interdisciplina empieza en un equipo cuando un miembro de una especialidad es capaz de hacerle preguntas a otro miembro del equipo de otra especialidad que él mismo no se ha formulado" (García, 2013, p. 196). Con la tematización del marco epistémico, el constructivismo sistémico asume una perspectiva amplia de lo social y de su rol constitutivo en el conocimiento. García lo desarrolla en la investigación de sistemas complejos para tematizar la escala de valores de los investigadores, de cara a un posicionamiento frente a una problemática y su recorte en tanto problema del conocimiento. Pero, además, lo que nos interesa de esta propuesta es que pretende ser una metodología de la diferenciación e integración de aportes disciplinarios que se ocupa de tareas de diagnóstico, pronóstico, y propuesta de políticas para atender la problemática, y en este sentido involucra epistemológicamente a lo social.

En ambos sentidos los desarrollos considerados presentan aspectos que deben ser revisados para poder atender al problema de la objetividad. Así, en relación con la primera acepción, hay nociones centrales en la formulación de los sistemas complejos que presentan ambigüedades y limitaciones que dificultan una lectura realista. Tal es el caso de los conceptos de sistema o de modelo, que en varios momentos de la obra de García refieren a desarrollos con distintos grados de elaboración y abstracción, y que se vinculan con lo empírico de maneras muy diversas. También hay temáticas que han marcado la discusión de una

objetividad robusta, que han sido poco consideradas. Como mencionamos, la noción de marco epistémico parece obviar lo institucional y las normativas explícitas, incluso desde su primera definición que las entiende como parte de un marco social, y las relega una a problemática sociológica antes que epistémica (Piaget & García, 1982, p. 229); o la metodología de trabajo que se propone para investigaciones interdisciplinarias, que tematiza muy poco su naturaleza comunicativa, descuidando así las condiciones sociales en la que se desarrolla la colaboración. También, un aspecto muy importante del marco epistémico de las investigaciones interdisciplinarias corresponde al modo en que se evalúa a las distintas disciplinas, las cuales suelen estar mediadas por una representación social que valora ciertos aportes metodológicos y conceptuales sobre otros, y que, además, a través de condiciones de financiamiento y promoción, genera una desigual distribución de recursos para la investigación en un campo. Así, por ejemplo, el mencionado caso de la psicología del aprendizaje, donde se fomentan el aplicacionismo, los enfoques cognitivos y las neurociencias, antes que promover una colaboración entre disciplinas, que incluyan a las sociales, como la pedagogía o la didáctica.

Sin embargo, no creemos que estas imprecisiones y limitaciones sean insalvables. De hecho, todos estos elementos –y muchos otros– han sido discutidos y criticados por quienes nos interesamos en la investigación desde la perspectiva sistémico-constructivista, y para algunos se han elaborado formulaciones más actuales que buscan revertir estos problemas. Por ejemplo, Rodríguez Zoya (2017) ha argumentado a favor de una conceptualización más precisa de la noción de modelo, y del modelado como técnica central para la construcción de sistemas complejos; nosotros nos hemos referido a la necesidad de examinar críticamente al marco epistémico que incorpora las normativas de las instituciones del campo científico y sus vínculos con otras instituciones de la sociedad en las investigaciones (Becerra & Castorina, 2021); y Amozurrutia (2012) ha propuesto para la metodología de la investigación interdisciplinaria una conceptualización de sistemas sociales que caracteriza a cada investigador como un observador del objeto

de estudio, que necesitan de una comunicación reflexiva para dar cuenta de sus distintos puntos ciegos, así como de las condiciones que permiten su intercambio.

5. Hacia una síntesis final

Si se aceptan estas interpretaciones subsiste la pregunta por la compatibilidad de estos dos sentidos. Al respecto, proponemos que una objetividad que implica al realismo epistémico y una objetividad elaborada socialmente no sólo son compatibles, sino que además se refuerzan en el tratamiento dado por la perspectiva constructivista y sistémica.

Creemos que en la base de esta compatibilidad se encuentra una caracterización de la objetividad como proceso. En el primer sentido, se conquista a través de revisiones constantes de las acciones y significaciones en torno al objeto, considerando sus resistencias y la consistencia con otras iniciativas posibles; en el segundo, se asegura a través de las condiciones del intercambio en la comunidad científica, que especialmente tematizan el rol de los valores sociales en las investigaciones. En ambos casos, la crítica, el diálogo, el intercambio y las confrontaciones dinamizan el proceso. Luego, con esta caracterización ambos sentidos se refuerzan. La crítica de los logros y resultados alcanzados y la revisión de los conocimientos se potencia por la vía de la reflexividad que cuestiona la dirección y los posibles obstáculos en la formulación de preguntas.

Además, ambos sentidos se complementan para evitar caracterizaciones que pudieran resultar en interpretaciones muy discutibles de la objetividad. Sin un cuestionamiento de los supuestos ontológicos y epistemológicos, así como de los valores epistémicos, y especialmente, los no epistémicos que condicionan el recorte del objeto de conocimiento, se puede postular lo que Gómez (2014, p. 141) denomina una “tiranía ontológica”, es decir, la creencia en que “lo que realmente existe” puede ser conocido mediante un único método adecuado, sin cuestionar que esta adecuación supone un recorte del

problema que privilegia ciertas dimensiones. En contraparte, una objetividad entendida sólo en términos de acuerdos –máxime si estos acuerdos implican valores ético-políticos– corre el riesgo de asumir concepciones relativistas que limitan el carácter socialmente vinculante y normativo de la idea de verdad científica.

A nuestro entender, la epistemología constructivista de Piaget y las revisiones y propuestas sistémicas de García son compatibles con esta caracterización de la objetividad que combina los desafíos del realismo epistémico y de la reflexividad de lo social. Esta interpretación no desconoce que los autores que nos interesan trabajaron estos problemas de modo muy poco sistemático, o que sus posicionamientos tengan limitaciones y requieran de revisiones, como las que hemos documentado. No obstante, creemos que una objetividad sistémico-constructivista es posible porque los supuestos ontológicos y epistémicos de este programa, así como también la consideración de ciertos valores no epistémicos, tienen un tratamiento dialéctico –y no dicotómico o escisionista– de dualidades tales como hecho/valor, individuo/sociedad, modelo/realidad, teoría/empiria, entre otras presentes en las discusiones filosóficas reseñadas. Así, en contra de filosofías objetivistas o relativistas, que buscan disociar estos elementos siguiendo los preceptos del empirismo, aceptando acríticamente la neutralidad valorativa, o suscribiendo a una idea de ciencia descontextualizada, el marco epistémico dialéctico potencia el tratamiento de la objetividad pensando estos términos en una unidad constitutiva y en la dinámica de sus relaciones.

6. Bibliografía

Aguirre-García, J. C. (2020). La posibilidad de la objetividad en ciencias humanas. *Cinta de Moebio*, *67*, 1–13. https://doi.org/10.4067/s0717-554x2020000100001

Amozurrutia, J. A. (2012). *Complejidad y sistemas sociales : un modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria*. UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.

Becerra, G., & Castorina, J. A. (2016). Una mirada social y política de la ciencia en la epistemología constructivista de Rolando García. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, *27*(52), 329–350.

Becerra, G., & Castorina, J. A. (2018). Towards a Dialogue Among Constructivist Research Programs. *Constructivist Foundations*, *13*(2), 191–218. http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/13/2/191.becerra

Becerra, G., & Castorina, J. A. (2021). El concepto de marco epistémico: diversidad de aplicaciones y desafíos. In J. A. Castorina & A. V. Barreiro (Eds.), *Hacia una dialéctica entre individuo y cultura en la construcción de conocimientos sociales*. Miño y Dávila.

Becerra, G., & Castorina, J. A. (2023). Hacia un análisis de los marcos epistémicos del big data. *Cinta de Moebio*, *76*, 50–63. https://doi.org/10.4067/S0717-554X2023000100050

Bhaskar, R. (2008). *A Realist Theory of Science*. Routledge. https://doi.org/10.2307/2184170

Bourdieu, P. (2001). *El oficio de científico*. Anagrama.

Castañares Maddox, E. J. (2009). *Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México*.

Castorina, J. A. (2009). El constructivismo de inspiración piagetiana y el constructivismo radical. Un análisis crítico. In J. C. L. Narciandi, T. S. Criado, & D. L. Gómez (Eds.), *¿Dónde reside la acción? agencia, constructivismo y psicología* (pp. 91–116). Universidad de Murcia.

Castorina, J. A. (2016). La relación problemática entre neurociencias y educación. Condiciones y análisis crítico. *Propuesta Educativa*, *46*, 26–41.

Daston, L., & Galison, P. (1992). The Image of Objectivity. *Representations*, *40*(1), 81–128. https://doi.org/10.1525/rep.1992.40.1.99p0137h

Douglas, H. (2004). The irreducible complexity of objectivity. *Synthese*, *138*(3), 453–473. https://doi.org/10.1023/B:SYNT.0000016451.18182.91

Douglas, H. (2011). Facts, values and objectivity. In I. Jarvie & J. Zamora-Bonilla (Eds.), *The SAGE Handbook of the Philosophy of Social Sciences*. Sage Publications.

Duval, G., & Hernández, G. (2001). Objetividad en la investigación cientifica ¿Es posible pensar un mismo patrón de objetividad para las ciencias naturales y sociales? *Humanas*, *10*, 71–88.

Eagleton, T. (1997). *Ideología. Una introducción*. Paidós.

Ferreiro, E., & García, R. (1975). Prefacio. In *Introducción a la epistemología genética. Vol.1: El pensamiento matemático* (pp. 9–25). Paidos.

Fine, A. (1998). The viewpoint of no-one in particular. *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, *72*(2), 7–20.

García, R. (2000). *El conocimiento en construcción: De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Gedisa.

García, R. (2001). Fundamentación de una epistemología en las ciencias sociales. *Estudios Sociológicos*, *XIX*(57), 615–620. http://www.jstor.org/stable/10.2307/40420681

García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.

García, R. (2013). Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático. *INTERdisciplina*, *1*(1), 193–206.

Gaukroger, S. (2012). *Objectivity. A very short introduction*. Harvard University Press.

Gómez, R. (2014). *La dimensión valorativa de las ciencias. Hacia una filosofía política*. Universidad Nacional de Quilmes.

Gramsci, A. (1986). *Cuadernos de la cárcel*. Era ediciones.

Harding, S. (1995). "Strong objectivity": A response to the new objectivity question. *Synthese*, *104*(3), 331–349. https://doi.org/10.1007/BF01064504

Kitchener, R. F. (1986). *Piaget's theory of knowledge: Genetic epistemology and scientific reason*. Yale University.

Kitchener, R. F. (1987). Genetic epistemology, equilibration and the rationality of scientific change. *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, *18*(3), 339–366.

Kitchener, R. F. (2004). Piaget's social epistemology. In J. I. M. Carpenter & U. Müller (Eds.), *Piaget's sociological studies* (pp. 45–66). Erlbaum.

Kitcher, P. (2001). *Science, Truth, and Democracy*. Oxford University Press.

Leone-Pascual, J. (2012). Piaget as a pioneer of dialectical systems. In E. Martí & C. Rodríguez (Eds.), *After Piaget* (pp. 15–41). Transaction Publishers.

Lloyd, E. A. (1995). Objectivity and the Double Standard for Feminist

Epistemologies. *Synthese*, *104*(3), 351–381.
Longino, H. (1990). *Science as social knowledge. Values and objectivity in scientific inquiry*. Princeton University Press.
Maturana, H. (1997). *La objetividad. Un argumento para obligar*. Dolmen.
Megill, A. (1994). Four senses of objectivity. In A. Megill (Ed.), *Rethinking objectivity* (pp. 1–20). Duke University Press.
Padovani, F., Richardson, A., & Tsou, J. Y. (2015). *Objectivity in science. New perspectives from science and technology studies*. Springer.
Piaget, J. (1970a). *Lógica y conocimiento científico. Vol. 1: Naturaleza y métodos de la epistemología*. Ed. Proteo.
Piaget, J. (1970b). *Psicología y epistemología*. Planeta-De Agostini.
Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética. Vol.3: El pensamiento biológico, psicológico y sociológico*. Paidós.
Piaget, J. (1979a). *Lógica y conocimiento científico. Vol. 4: epistemología de la física*. Paidos.
Piaget, J. (1979b). *Lógica y conocimiento científico. Vol. 7: clasificación de las ciencias y principales corrientes de la epistemología contemporanea*. Paidós.
Piaget, J. (1986). *Estudios sociológicos*. Planeta - De Agositini.
Piaget, J., & Bringuier, J. C. (1977). *Conversaciones con Piaget*. Gedisa.
Piaget, J., & García, R. (1982). *Psicogenesis e historia de la ciencia*. Siglo XXI.
Putnam, H. (1994). *Las mil caras del realismo*. Paidos.
Reiss, J., & Sprenger, J. (2020). Scientific Objectivity. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford University Press. https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/scientific-objectivity/
Rodríguez Zoya, L. G. (2017). Contribución a la crítica de la teoría de los sistemas complejos : bases para un programa de investigación. *Estudios Sociológicos*, *XXXVI*(106), 73–98.
Sayer, A. (2012). *Realism and Social Science*. Sage Publications.
Tsou, J. Y. (2006). Genetic Epistemology and Piaget's Philosophy of Science: Piaget vs. Kuhn on Scientific Progress. *Theory & Psychology*, *16*(2), 203–224.
Valsiner, J. (2012). *A guided science*. Transaction Publishers.

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Crítica de "la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista" [#]

Hernán G. Solari[*]

Las preguntas que se formulan los autores serían: ¿cual es el sentido que puede darse a la noción de objetividad en el constructivismo y la teoría de los sistemas complejos? ¿Es acaso posible la objetividad? ¿Puede aplicarse una misma noción en ambos contextos? Estas preguntas y otras relacionadas son por demás interesantes de plantear.

El abordaje que nos proponen los autores parte de dos nociones de "objetividad". La primera noción se relaciona con la etimología de la palabra y su uso en la lengua castellana, dice la RAE que la objetividad es la cualidad de lo objetivo y lo objetivo, a su vez, es: "Perteneciente o relativo al objeto en sí mismo, con independencia de la propia manera de pensar o de sentir". Naturalmente, a esta noción primera y fundacional le siguen otras dadas por la habitual deriva semántica que ocurre

[#] Los comentarios publicados a continuación fueron expuestos y debatidos en el Simposio "Rolando García y los Sistemas Complejos" el día 11 de octubre de 2023 y corresponden a la primera versión del trabajo de Becerra y Castorina. La versión final publicada del capítulo de Becerra y Castorina (ver página 165 de este libro) corresponde a una elaboración corregida y ajustada del documento luego de los intercambios mantenidos.

[*] En colaboración con Mario A. Natiello y Alejandro G. Romero.

con la vulgarización de los términos. Los autores contraponen un segundo sentido en el cual lo objetivo "se entiende como resultado de los acuerdos de la comunidad científica". Curiosamente esta objetividad nace en el sujeto.

Este segundo sentido sorprende y resulta extraño, solo una deriva semántica puede llevarnos a él pues está en las antípodas de la etimología de la palabra. Cabe aclarar que no pretendemos que la definición de la RAE sea recomendable sino solo poner en evidencia la etimología y la primera aproximación que produce nuestro lenguaje a esa noción, antes de ser sometida a una crítica a la que sin duda invita. Pero la crítica nunca podrá suprimir por completo lo que en esta intuición primera se cifra. Esta es la naturaleza de toda construcción dialéctica. La génesis del segundo sentido propuesto se puede pensar como el resultado del uso de la palabra en contextos sociales donde la relación primaria con el objeto de conocimiento no resultara evidente o bien estuviera directamente ausente. En tal caso su escucha generaría en el oyente la impresión de referir a lo verdadero, a lo cierto o al menos creíble. Se trataría entonces de un nuevo concepto socialmente significado pero emancipado de la construcción primera, de la conceptualización.

Uno puede sospechar que la segunda acepción ofrecida se encuentra naturalizada en algunas subculturas académicas, pero de la misma manera, ésta causa sorpresa y hasta irritación en aquellas comunidades más ligadas a las ciencias naturales donde su pertinencia es indefendible. La discusión de por qué en algunos ámbitos se ha naturalizado y en otros ámbitos causa rechazo promete aclarar la perspectiva de este trabajo. Invitamos a los autores a hacerlo, por ejemplo, notando que se vieron en la necesidad de usar distintos contextos para introducir cada una de las nociones. No se trata de dos nociones en disputa, ni en diálogo, se trata de dos nociones pertenecientes a distintos contextos, a distintos marcos epistémicos. Solo habrá una tensión entre ellas en la intersección de sus dominios de aplicación. Precisamente en esta intersección se ubica lo que los autores, siguiendo a Rolando García, definen como "sistemas complejos". Los sistemas complejos aquí definidos no pertenecen plenamente a una ciencia guiada por la búsqueda del

saber sino a un pensamiento dirigido al hacer, pero con fundamento científico. Este direccionamiento del pensar implica dos marcos epistémicos que si bien no son irreconciliables entran en tensión. Es esta tensión la que puede pensarse dialécticamente, pero no puede extenderse a la forma abstracta, como parece hacerlo el trabajo, porque en algunas cuestiones la primera acepción ofrecida no es posible y en otras la segunda acepción no es pertinente.

La queja habitual de los científicos actuales con respecto al segundo sentido de lo objetivo consiste en proponer que acordemos que la Tierra no atrae a los cuerpos masivos. Luego de llegar a este consenso, aquellos que lo consideren verdadero, procedan a salir por la ventana del noveno piso y caminar sin perturbarse por el aire. Esta forma tan habitual como provocativa de mofarse del postmodernismo y su exagerado énfasis en lo social, tiene sustancia. En primer lugar, en el consenso de lo objetivo no puede faltar el asentimiento de la naturaleza. Si ella no es parte del consenso éste no sirve de nada. Para lo cual hay que ser capaz de establecer un diálogo con ella, y si bien es sabida su parquedad y que solo sabe decir "NO", es necesario usar ingenio para formular preguntas a las que pueda contestar "NO" para así orientarnos (de eso se trata en buena medida la experimentación). Vale decir que no hay consenso válido posible donde la naturaleza se opone, pero allí donde ella no se opone, el consenso solo indica la opinión mayoritaria, con todo lo que esto tiene de precario y como decía Galileo, resulta siempre insuficiente frente a las razones: "En la ciencia, la autoridad encarnada en la opinión de miles no vale lo que vale una chispa de razón en un solo hombre". La razón es otro elemento ausente en la discusión que se nos plantea. El consenso toma el lugar de la razón en la sociedad de masas.

La ciencia moderna, la ciencia que convencionalmente decimos comienza a expresarse con fuerza en Galileo Galilei se expresa simultáneamente con un marcado anti-escolasticismo y una reivindicación de la razón y la autonomía individual propia de la Ilustración y ya aparece con claridad en "Il saggiatore" de Galileo. Esa ciencia dirigió sus esfuerzos a comprender la naturaleza. Este contexto, verdadero marco epistémico, será

derogado con el ascenso de la burguesía y sus valores. El nuevo personaje social será el científico profesional, entrenado en la universidad, que piensa con ideas que le son ajenas en general. A diferencia de este, el viejo filósofo experimental, condenado a la extinción por el devenir histórico, realiza un trabajo como constructor de conocimiento consustancial con la razón y la primera noción de objetividad ofrecida. El profesional de la ciencia es el agente efector de una investigación utilitaria para la cual se creyó conveniente el disciplinamiento, la compartimentalización y el sometimiento de sus agentes a estructuras sociales de control de tipo gremial; tríptico éste tardíamente denominado "paradigma" por Kuhn. La relación con la naturaleza pasó a ser la de la explotación. La naturaleza se convirtió en un almacén en el que es posible tomar sus existencias sin pagar más que el costo del proceso extractivo. La naturaleza ya no tuvo una voz que alcanzara oídos que se prestaran a escucharla como consecuencia del abandono de la razón. La catástrofe nacía.

Para algunos de nosotros solo merece el nombre de ciencia el saber logrado mediando una actitud racional y es por eso que se declara que solo en algunos tiempos y lugares la humanidad desarrolló un saber científico. En este sentido, la ciencia se transforma en algo distinto cuando introducimos al consenso como criterio de verdad. Si en cambio significamos ciencia como el saber propio de un momento civilizatorio, es innegable que toda civilización en todo momento tuvo su ciencia. Chamanes, mitos, sacrificios de animales, bienes y seres humanos, caprichosos dioses que habitan las cumbres más altas, resultan todas así nociones científicas. Si decidimos desalojar de la significación de ciencia a la razón debemos encontrar un lugar para la razón, que es lo mismo que decir para el entendimiento con la naturaleza.

Notamos entonces la necesidad de acompañar lo que podríamos llamar "productos sociales" como la ciencia y la ideología con una categoría que distinga la actitud racional (científica) de una actitud irracional (ideológica). Siendo la primera descentrada y de participación en un mundo descentrado (un universo, un cosmos no jerarquizado) y la

segunda como la participación en un mundo jerarquizado donde el hombre ocupa un centro que a su vez tiene su propio centro y así siguiendo en la estructura jerárquica de la sociedad. La tensión que se produce en este habitar dos mundos por el ser humano posibilita desarrollar una dialéctica que permitiría comprender la génesis del buscar la "verdad" en la naturaleza (y con ella la objetividad propiamente dicha) y el buscar "la verdad" en el consenso social. Señalamos que se trata de la verdad, de aquello digno de creerse y no de la objetividad. Si no podemos adquirir la actitud racional, estamos condenados a sostener una u otra ideología. Quedamos condenados entonces a la oposición plena sin posibilidad de progreso dialéctico ni conciliación.

Después de muchos intentos, por el proceso de construcción descripto en el artículo, llegamos a una idea que nos convence. Este trabajo utiliza la palabra "objetividad" como sustituto de "credibilidad", no se discute lo objetivo sino lo verdadero. Se discute el régimen de lo "verdadero" donde por *verdad* nos referimos a la creencia digna de guiar nuestras acciones. Ciertamente se puede atribuir esta dificultad a nuestras limitaciones intelectuales (nuestro refiere a los autores de esta crítica), pero si al menos se nos admitiera el carácter de "bestia patrón" se comprenderá la conveniencia de reescribir el trabajo que estamos criticando.

Los sistemas complejos, tal como se los define este artículo, han sido caracterizados por Weinberg (1974) como "problemas transdisciplinarios". Dice Weinberg: "Muchas de las cuestiones que surgen en el curso de la interacción entre la ciencia o la tecnología y la sociedad (por ejemplo, los efectos secundarios nocivos de la tecnología o los intentos de abordar los problemas sociales mediante los procedimientos de la ciencia) dependen de las respuestas a preguntas que se pueden plantear a la ciencia y que, sin embargo, la ciencia no puede responder. Propongo el término transcientífico para estas preguntas ya que, aunque, epistemológicamente hablando, son cuestiones de hecho y pueden formularse en el lenguaje de la ciencia, la ciencia no las puede responder; trascienden la ciencia". Más recientemente Funtowicz y Ravetz (1993) los han

caracterizado como: "problemas en los que los hechos son inciertos, los valores están en disputa, los intereses son altos y las decisiones urgentes". Se trata de situaciones completamente alejadas de las posibilidades de un enfoque científico y donde la palabra objetividad no pertenece aún cuando la ciencia pueda contribuir en algo al abordaje de estos problemas.

La exégesis de Rolando García no alcanza para encuadrar esta discusión. Se nos aclara en la lectura de R. García (2006) que "un equipo que comparte un marco epistémico y una definición común del problema puede no compartir una teoría común, pero sí debe, por ejemplo, rechazar los dogmas de ideología cientificista". Esta frase admite la interpretación de que lo que R. García pide es que el equipo sea ideológicamente homogéneo y adicionalmente rechace la ideología que llamamos cientificismo. Otra lectura posible es que la homogeneidad a la que se refiere es la "actitud racional" ya descripta, en cuyo caso el pedido de rechazo del cientificismo es redundante por tratarse de una ideología. R. García parece navegar en aguas oscuras en este aspecto. Es importante destacar que pueden encontrarse entre los profesionales de la ciencia, alias científicos, tanto la actitud dogmática como la racional, y estas aún en una misma persona en diversas proporciones que varían con el tiempo.

De la objetividad de la búsqueda racional a la del consenso hay una deriva semántica de la palabra. Esta deriva es un hecho político, un acto de poder, invisibilizado por las características hegemónicas de ese poder. Permitirnos llamar con igual nombre a la ciencia orientada a la comprensión amorosa de la naturaleza, a la convivencia de toda la vida y a aquellas actividades dirigidas a la explotación de esa naturaleza y del hombre por el hombre es llamar a la confusión y ocultar la mutilación de la razón reduciéndola en mero instrumento, razón-instrumental. Acto este último sustancial para la perpetuación del régimen social imperante.

Weinberg, Alvin M. Science and trans-science. Minerva 10(2): 209-222 (1974)
Funtowicz, Silvio O. y Ravetz, Jerome R. Science for the Post-Normal Age. Futures 25.7. September 1993, 1.

CAPÍTULO III

Rolando García bifronte: entre Piaget y los Sistemas

Roberto Follari*

1. Introducción

En una primera aproximación cuasi intuitiva a la obra de Rolando García, hubimos de creer que su pensamiento había pasado desde un primer momento piagetiano a uno posterior situado en la teoría de sistemas, en tanto esta última no aparecía referida en sus textos tempranos. Sin embargo, un paso breve por su biografía basta para advertir que no sucedió que García se dedicase primero a la Epistemología general (desde el punto de vista piagetiano de la Epistemología Genética) para asumir en un posterior momento lo que llamó "teoría de los sistemas complejos", sino que el giro hacia lo operativo que esta última implica, estaba supuesto desde su actividad profesional inicial. García se dedicó a la climatología desde sus tiempos de investigador en la Universidad de Buenos Aires durante los años

* Prof. de posgrado, Fac. de Cs. Políticas y Sociales, Univ. Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina). Correo electrónico: rfollari@gmail.com

cincuenta, de manera que la necesidad de un pensamiento ligado a lo operativo se instaló desde entonces, y continuó un tiempo después en sus actividades para organismos internacionales que remiten a esa problemática.

Es cierto que la formalización en términos de "teoría de los sistemas complejos" se expresaría tardíamente (García, 2006), y que, si uno se remite a ella, parecería coherente entender que fue el fruto de un abandono de la teoría piagetiana hacia esta nueva tematización: así lo habíamos esbozado en trabajos anteriores (Follari, 2018; 2021). Pero existe un libro algo anterior del R. García maduro (García, 2000) que demuele varias expectativas a la vez. Por una parte, en tanto es una compilación de artículos, conviven allí estas dos posiciones diversas, sin que el autor se sienta en la necesidad de explicar su mutua relación. Es decir, el libro muestra claramente que no se trató de un paso "desde" el piagetismo hacia la teoría de sistemas, en tanto ambas aparecen referidas como vigentes en el mismo momento: en todo caso, son diferentes los asuntos que se deja a análisis en cada uno de estos horizontes conceptuales, pero no hay una teoría que estuviera presente "antes", para que viniera la otra después.

Pero si ambas conviven en el mismo universo discursivo, el autor no asume la necesidad de explicar las condiciones de su uso diferencial, ni tampoco las de su mutua compatibilidad. Dicho de otra manera: sin dudas que hay algunas convergencias entre estos dos puntos de vista teóricos, que permiten a alguien sostenerse en ambos a la vez sin percibir una contradicción flagrante entre ambos. Sin embargo, es de extrañar que García no sintiera la necesidad de dar alguna explicación de su uso alternativo de cada una de estas dos teorías, de por qué una vendría a cuento en algunos casos y la otra en casos diferentes, y –sobre todo– qué es lo que permite hacer uso de ambas sin que exista una incoherencia evidente de parte de quien lo hace.

¿Cuál es la diferencia entre estos "dos Rolando/s García"? En ese sentido, mantenemos el supuesto presente en el primer anterior artículo referido (Follari, 2018): la apelación a Piaget o a la teoría de sistemas, depende del tipo de cuestión que fuera puesta a consideración.

Siendo así, es notorio que la apelación a teoría de sistemas tiene que ver con la necesidad de realizar concretos trabajos interdisciplinarios, ligados a la solución de situaciones operativas. Es cierto que a la teoría de la interdisciplina llegó García desde lo conceptual, por vía de la conocida aproximación de Piaget (Piaget, 1975). Pero también lo es que él realizaba actividades profesionales de ese tipo desde mucho antes, de modo que fue configurando un *background* acumulativo de esas experiencias, a la vez que fue sistematizándolas para hacerlas cada vez más eficaces. De tal modo, lo que podemos hipotetizar, es que la aproximación teórica piagetiana, que le sirvió para pensar los grandes temas de la teoría del conocimiento, así como los de historia de la ciencia, no resultaba suficientemente desarrollada para la realización de las concretas actividades de consultoría en temáticas que ligaban clima, agricultura, urbanismo, análisis de suelos, entre otras cuestiones concurrentes. De tal manera, esa sistematización de la experiencia corrió por vía paralela a sus estudios sobre la teoría del conocimiento, dando lugar a una conceptualización diferente, que permite pensar la interdisciplina en sus específicos avatares a la hora de la configuración de grupos de investigación que la practican.

De tal modo, convivió García con los dos núcleos temáticos, que no por tener algunos aspectos en común son reductibles el uno al otro: ni siquiera es evidente que resulten compatibles entre sí. Lo curioso es que el libro en el cual García se acerca a la cuestión de los dos marcos teóricos muy poco ofrece en cuanto a su mutua comparación o relacionamiento: más bien se explaya en su uso para diferentes contextos y temáticas, como si se diera por obvio que una teoría y la otra fueran convergentes, quizá desde la evidencia cotidiana de su mutua convivencia en la actividad de García como sujeto personal de actividades de consultoría y de investigación.

2. ¿Senderos en común?

Puede encontrarse una serie de aspectos compartidos por estos dos marcos teóricos sobre los que cabalgó García. Uno –sin dudas importante para el autor– es que ambos implicaban un rechazo del empirismo, sin que hubiera rechazo de lo empírico. Es decir, en ninguna de estas dos posturas se asume que los datos provean inductivamente lo suficiente para promover la conceptualización: pero en ambas hay fuerte remisión al material empírico entendido de modo no empirista.

En el caso piagetiano, es conocido que su Epistemología remite a la Psicología, al desarrollo de la inteligencia desde los primeros momentos de la vida de los sujetos. Toda la teoría acerca de la evolución de las funciones intelectivas descansa en la relación de esa evolución con los movimientos corporales (período sensorio-motriz), y a la vez con la maduración neuronal que se da por desarrollo. Así se configuran las funciones de la inteligencia, que en cada momento "median" los estímulos que llegan a los sujetos. Siendo así, se entiende por qué no se aprende una operación matemática hasta llegar a cierta edad, pues no se posee previamente la maduración neuronal que provee los mecanismos lógicos necesarios. Cierto que el proceso de aprendizaje apresura la llegada de las estructuras biológicamente programadas, en la conocida relación de asimilación y acomodación que va conformando la inteligencia: pero esta plasticidad de la base biológica hacia el ejercicio de las experiencias no es absoluta ni ilimitada. De tal modo, se trata de la progresiva constitución de funciones intelectivas, que llevan a que jamás captemos los datos sin mediación. No hay sensación, sino percepción: captamos todo dentro de un universo de conocimientos previos, y también según las condiciones intelectivas propias del período de evolución neuronal en que nos encontremos.

Esta es la "crítica empírica del empirismo" a la que remite García, en tanto la teoría de Piaget ha estado basada en sistemáticas investigaciones empíricas (ello llevaba al autor ginebrino a desconfiar del psicoanálisis, del cual decía que no aportaba prueba empírica suficiente). Tendríamos así una

especie de renovado kantismo –no sabemos cómo son las cosas en sí (noúmeno)–, por el cual siempre hay mediación en nuestra aproximación a la realidad. Pero, por cierto, no hay *apriorismo* en Piaget: no se trata de que portemos mecanismos universales que desde el inicio de la vida mediaran la experiencia siempre de la misma manera, sino que las mediaciones se van modificando, en la medida en que las operaciones lógicas a que vamos arribando se complejizan y modifican.

Este antiempirismo, es establecido también en relación con la teoría de sistemas. Los sistemas no "están allí", propone García: son un *recorte*, dependen de su estipulación por una decisión del investigador. Ya en ese punto, hay un rotundo deslinde respecto del empirismo. Pero, además, el planteo de que los *hechos* están definidos al interior de la inter/definición de términos dentro del sistema, los aleja de la noción de "datos" puros. Finalmente, no cualquier dato sería un hecho significativo dentro del funcionamiento del sistema, de modo que es la estipulación conceptual del mismo la que hace pertinente una determinada observación.

Otro aspecto nada menor en que se acercan la teoría de sistemas y la epistemología genética es el *racionalismo*. Pero no dicho sólo en el sentido de oposición al empirismo, pues en ese caso estaríamos sólo repitiendo lo recién anotado. Aquí lo decimos en el sentido de "avance racional de los procesos de conocimiento": de oposición a nociones según las cuales ese avance pudiera no existir, ser aleatorio, darse por azares (Feyerabend, 1987) o no poder explicarse claramente en términos de progreso (Kuhn, 1980).

Este es un punto central en García, en tanto su formación inicial en las ciencias físico-naturales lo hace muy reacio a aquello que escape a la racionalización, sobre todo en relación con lo que es la tarea científica. Se advierte ello en la escasa simpatía hacia la obra de Kuhn trasuntada en su libro conjunto con Piaget (Piaget y García, 1982, pp.30-31), posición que luego revisara, pero de un modo acotado. El talante de García es renuente a lo que se escapa a la lógica formalizable: no sólo ello se expresa en su rechazo de la pretendida "lógica dialéctica",

sino que lo lleva a una cierta *reducción* de lo no-asimilable que hay en la obra de Prigogine.

Tan así es, que García pone a Prigogine en continuidad homogénea con los estudios de Piaget sobre estructuras. Es ésta una asimilación llamativa, dado que lo que ha hecho célebre a Prigogine es precisamente su alejamiento de las condiciones del equilibrio, el planteo de reacciones de caos que impiden a un sistema responder acorde a los mecanismos que tenía previamente establecidos. Por su parte Piaget, como es sabido, da a la noción de *equilibración* un fuerte lugar en su teoría. Y si bien el desequilibrio de Prigogine no es permanente, y el equilibrio de Piaget admite fluctuaciones y momentos de ruptura, es evidente que el acento, entre ambos, está puesto en mutuas antípodas. Tan es así que el mismo García, que operó como organizador de una celebración científica cuando el cumplimiento de los 80 años de Piaget fue quien coordinó la posterior publicación de esas discusiones. En un momento de ellas, se hace clara la desavenencia entre los dos grandes teóricos, donde, bajo las mutuas formas de cortesía y de respeto, se dejó claro que no estaban hablando en los mismos términos ni bajo los mismos supuestos (Piaget y García, 1981, pp.36 y ss.).

Esta especie de "reducción" de Prigogine a la teoría *standard* de los sistemas, es comprensible en términos de lo que estamos afirmando: existe en García una clara asunción del peso de la racionalidad en la historia de la ciencia, en términos de progreso científico y de superación progresiva, que dejan fuera de consideración problemas como los de la *inconmensurabilidad* planteada por Kuhn (Kuhn, 1980; 1989; Follari, 2018).

También podríamos señalar que ambas postulaciones teóricas asumen un punto de vista *relacional* para considerar sus objetos. En el caso de la teoría de sistemas, eso parece evidente: cada elemento está interdefinido con los demás, y sus propiedades se hacen ininteligibles sin la referencia al conjunto de elementos que se ha establecido como participantes del *sistema*. En el caso del piagetismo, ya señalamos la relación entre maduración y aprendizaje en el desarrollo de la inteligencia infantil, así como la relación entre acción y desarrollo intelectual, o la que hay entre la acomodación y la

asimilación como mecanismos de la constitución psíquica. Estas interacciones son las que llevan a lo que vagamente García llama "dialéctica", si bien la misma está a años luz de alguna relación con la postulación que, vía Hegel, se hizo constitutiva del marxismo.

3. Dialéctica sin Hegel

Sin dudas acierta García cuando se opone a reconocer la existencia de una supuesta "lógica dialéctica". Si bien en la historia del marxismo no faltaron los esfuerzos realizados en esa dirección, parece evidente que la dialéctica no permitiría una formalización en términos relativamente comparables a los de la lógica formal reconocida y aceptada. Dicha lógica formal tiene una fuerte acogida en los trabajos de García, tanto para pensar los logros ya alcanzados por la ciencia, como para calibrar los mecanismos de la inteligencia en cuanto tal, la herramienta con la cual esa ciencia se construye, y que ha sido el objeto principal de análisis de los trabajos de Jean Piaget.

Pero este punto amerita pensar qué clase de marxismo es aquel al que refiere García, al cual pareciera de alguna manera adherir. Un hecho no deja de llamar la atención: si bien las referencias al autor alemán se hacen con cierta frecuencia y algún grado de familiaridad, la precisión de las referencias falta por completo.

No encontramos citas de Marx en los trabajos de García. No hay explicitaciones específicas, ni remisiones detalladas de ningún tipo. Por tanto, podemos aseverar que hay una lectura superficial de la obra marxiana. Y no sólo ocurre con Marx mismo, sino que hay rotunda ausencia de toda la tradición marxista: siendo que Lukacs se ocupó desde joven de la cuestión de *la totalidad* (Lukacs, 1969) –obviamente ligada a las de dialéctica y de sistema– nunca es apelado por el investigador argentino. Tampoco están presentes los que se ocuparon de la cuestión política en cuanto tal (Gramsci, Luxemburgo), ni hay mayor remisión –a pesar de su vigencia en el momento mismo en que García escribía– a una figura como la de Althusser, que

tuvo enorme peso para pensar la Epistemología en su tiempo, por cierto, en un sentido bastante diferente del plasmado por nuestro autor, si bien también muy renuente a Hegel.

Quizás la obra althusseriana hubiera sido útil para ir en contra de una supuesta lógica dialéctica: pero resulta que García estaba a favor de la dialéctica, si bien no de una lógica que a esta le fuera intrínseca. Esto, en la medida que García parecía adherir así a una cierta versión de movimiento, de ruptura, en contra de teorías sustancialistas (basadas en una especie de autoidentidad perenne e inmóvil de los objetos): y, tal vez, en la medida en que creía que ello mostraba fidelidad a un pensamiento crítico que se orientara dentro de los parámetros generales del marxismo.

Pero el marxismo de García, con ser coherente con algunos de sus compromisos vitales –por ej. en su relación con el peronismo de izquierda, y en cuanto a sus contactos con los exiliados argentinos de la dictadura–, no lo era con una conceptualización teórica de dichos supuestos. De tal manera, sus nociones sobre el valor de la ciencia en relación con la sociedad tendrán que ver con la aplicabilidad y la mejora en la eficacia de los procedimientos, más que con una discusión a fondo acerca de los diversos sujetos sociales en pugna, y de las posibilidades de que estos sujetos puedan hacer uso diversificado de la producción y de los resultados de la ciencia: una tarea que sí hizo (también en el México en el cual García pasó sus últimos años) otro autor preocupado por la interdisciplina, como fuera González Casanova (2004).

A su vez, ¿qué clase de dialéctica es aquella que aparece en la obra de García? Podríamos decir, de un modo quizá demasiado sintetizado, que es una que remite a *interacción* y *relacionamiento*. Es decir, la dialéctica haría a que ningún sujeto ni objeto existen sin relación con otros, y de hecho se constituyen en el relacionamiento con ellos. Lo cual, ciertamente, es un atributo del pensamiento dialéctico, pero también lo es del pensamiento sistémico, e incluso lo es, por ej., del de una Sociología como la de Pierre Bourdieu, muy resistente a lo especulativo y filosófico propio de la dialéctica de cuño hegeliano (Bourdieu, 1997).

Pero la dialéctica no se reduce al interaccionismo, ni a la mutua determinación de las partes propias de un todo, aunque incluya ambas cuestiones. En esto resulta crucial la evidente aversión de García hacia Hegel, en una línea que continúa claramente la que ya había marcado Piaget.

Es que existe un abismo conceptual entre la dedicación a lo que podríamos llamar "ciencia empírica" (es decir: ciencia no empirista, pero sí realizada a partir de la insistencia en la prueba y/o el experimento) y la ubicación en una filosofía situada en el centro especulativo del idealismo alemán, como sucede con el hegelianismo, del cual sin dudas es hija (con el discutido proceso de *inversión* mediante) la teoría marxista.

No es en vano recordar aquí cómo algunos han hablado (especialmente desde el mundo académico sajón, pero sin dudas con ecos en Francia) de las "oscuridades alemanas": de ese lenguaje que habla de sustancias, esencias, y –centralmente– de una noción que abandona al sujeto moderno como principio ordenador y centro del sentido, para en cambio proponer al Todo como lo existente (la Idea Absoluta), subordinando a los sujetos individuales y a los hechos singulares, para ser considerados sólo como *momentos parciales* dentro de la constitución de ese Todo, que sería lo verdadero, más allá de las apariencias que nos dividen como individuos, y que nos separan también de la Naturaleza (Hegel, 1966). Es decir: la dialéctica hegeliana mucho tiene en común con un pensamiento como el chino, al cual remite repetidamente García en el primero de sus dos libros personales que aquí estamos considerando (García, 2000).

Estas *oscuridades alemanas* poco tienen que ver con lo que podríamos llamar *cientifismo* de García, si por ello se entiende la idea de que la ciencia es el modo más avanzado de lograr conocimiento, y que –de alguna manera– es desde su legado que debe hacerse un análisis racional del desarrollo del pensamiento occidental en su conjunto.

Hay aspectos de la dialéctica hegeliana (este predominio del todo más allá de los sujetos individuales) que no aparecen en García, por no conocimiento o no asunción de la tradición dialéctica inspirada en Hegel y retomada por Marx. Y no es el

único componente ausente en relación con el pensamiento dialéctico, indudablemente.

Otra cuestión es la de *la negatividad*. Nos hemos ocupado del asunto en otro texto (Follari, 2022): remite a la conciencia como negación de lo dado y auspicio de otro futuro posible, a través de la *negación determinada*, es decir, no de cualquier negación abstracta de lo existente, sino aquella capaz de tomar en sí las condiciones objetivas de lo dado, para modificar aquello que es potencialidad en esa realidad previa. Esa cualidad de negar lo existente para construir otra realidad, no opera en paralelo con las modalidades de la Biología, según las cuales un momento posterior en el desarrollo sintetizará necesariamente al anterior acorde a una condición preprogramada. Aquí la negación a veces implica la lucha y liquidación en relación con lo existente de un modo que está presente en la Historia, pero difícilmente en los códigos del mundo no animado.

También existe *la historicidad* como aspecto central para la dialéctica derivada de Hegel. Ello implica no sólo que los hechos haya que analizarlos históricamente (lo cual realiza García detalladamente para el caso de la/s ciencia/s), sino más bien que el horizonte histórico final –búho de Minerva– es el que da la clave para comprender el sentido del decurso histórico anterior. Y, a su vez, que cualquier presente es *pasado sedimentado,* cuya posibilidad de futuro está determinada por las formas en las cuales aquel pasado se represente y retome por parte de los actores sociales.

Todo esto es muy ajeno al pensamiento de García: en ello, su dialéctica está muy lejos de aquella que se originara en Hegel.

Se agregan a ello problemas adicionales que plantea la dialéctica en tanto presente en el pensamiento marxista. Por una parte, cabría señalar que, para un sector importante de esa tradición, el *materialismo dialéctico* fue un error de Engels, y luego una invención ligada a la doctrina de Estado del poder soviético. Pues no es en Marx que encontramos la pretensión de una omnímoda dialéctica que fuera aplicable a cualquier objeto, y a todos los que aparezcan: no es difícil advertir que ello remite a un pensamiento idealista, que pretende encontrar la clave

única del todo, una especie de esencia última que explique la realidad en su conjunto. Si bien autores marxistas no fueron ajenos a esta pretensión típicamente metafísica –presente a su modo en Hegel–, los mejores autores remiten la dialéctica a lo social estricta y exclusivamente: es el caso de Lukacs, de Gramsci o de Kosik (1967).

Efectivamente, en Marx no hay otra cosa que un pensamiento sistemático sobre lo social: su dialéctica es solamente materialismo *histórico.* De tal manera, no hay la pretensión de que la dialéctica sea una especie de método universal, que podría aplicarse a la sociedad igual que a la Física o la Biología.

Esta distinción no se encuentra en García para quien, en consonancia con Piaget, las ciencias físico-naturales y las sociales no son fuertemente diferenciadas entre sí, en tanto sus objetos son remisibles a estructuras transempíricas que, finalmente, se descubren las mismas en todos los casos, y que a la vez son idénticas a aquellas con las cuales la inteligencia piensa a esos mismos objetos (Piaget, 1975).

Esa no advertencia de en cuánto el pensamiento dialéctico está en ruptura con las convenciones del pensamiento analítico/formal, hace que no exista en García –a pesar de su conciencia de pensador comprometido socialmente– siquiera sospecha de algunos alcances a los cuales la teoría marxista podría llevar como cuestionamiento de esa modalidad de ejercicio de la ciencia que para García está fuera de discusión.

Una cuestión es consecuencia de lo que Lukacs planteó en su versión joven, luego parcialmente demudada en otra menos incompatible con el marxismo oficial que la URSS impuso incluso sobre la Hungría de la que él era oriundo. Allí el autor mostró que la ciencia es un fruto de la modernidad, la cual está fuertemente asociada al capitalismo. Siendo así, el capitalismo había sido –cuanto menos– coexistente, en sus inicios, con la ciencia matematizada y de base empírica, tal cual hoy la entendemos. O, si queremos radicalizar la idea, la ciencia que conocemos es hija del capitalismo, y le está intrínsecamente asociada.

El corolario desde un historicismo radical era que la ciencia habría de desaparecer, en su actual forma al menos, si desaparecía el capitalismo. Una tesis tan audaz como problemática, pero que no se podría tachar simplemente de *falsa.* Si las condiciones de ejercicio del individualismo burgués desaparecieran, podría desvanecerse la forma actual del ejercicio de la ciencia: o, cuanto menos, podría modificarse esa forma.

Tamañas derivaciones de la dialéctica marxista (sin dudas que Lukacs es de los pensadores marxistas más fieles a la dialéctica, en cuanto más directamente influidos por la obra de Hegel) están por completo fuera del horizonte intelectual de Rolando García. Y vale la pena exponerlas con alguna longitud, para que se advierta la distancia que existe entre lo que él –a pesar de sus apelaciones al nombre de Marx– puede poner bajo el nombre de "dialéctica", y lo que algunas líneas internas del marxismo han podido desarrollar.

En una veta que está en continuidad con la que acabamos de expresar, se da también la cuestión de las razones por las cuales en Occidente surgió la ciencia moderna, dado que previamente China había llevado cierta ventaja sobre los países europeos y –sin embargo– el país asiático no realizó ese avance. Esto es pensado por García como la imposibilidad –para los chinos– de superar la idea de una explicación organicista "que funcione para todo", en vez de advertir que hay cosas que se explican por esa vía, pero otras que requieren una explicación mecanicista, como la que ensayó Newton para la Física (García, 2000: p.169 y ss.): incluso cree el autor argentino que esa es una rémora que también tuvo Marx, quien habría fracasado en pretender una epistemología dialéctica, al no advertir que no todos los objetos operan según tal dialéctica. Como ya hemos dicho, no hay en Marx tal pretensión, de modo que la "explicación" que da García al respecto no es pertinente. Pero también resulta una versión bastante débil para dar razón de por qué toda una cultura como la de China, no derivó hacia las mismas realizaciones de la ciencia que Occidente sí impulsó.

Allí se hace evidente la poca pericia del autor en aquello que remite a la dialéctica como modo de pensamiento. Es que es por esa vía que se puede advertir cómo el surgimiento del sujeto

moderno *produjo una perspectiva*. Es decir, la liquidación del mundo de comunidades regidas por el dominio del señor feudal condujo al advenimiento del individuo *libre*, es decir, aislado en relación con su propia suerte. Este sujeto individual, promovió la perspectiva (en el sentido en que la señala Foucault en *Las palabras y las cosas* para el cuadro Las Meninas) (Foucault, 1968), y es desde esta materialidad subjetivante, que se produjo la mirada que ha derivado en la ciencia moderna. Esta es un fruto del individualismo occidental, tal cual también Heidegger se encargó de enfatizar, para tildar a la ciencia de *platónica* (Heidegger, 1960).

Esta explicación que acabo de esbozar está también presente en clave marxista para el Lukacs de *Historia y conciencia de clase*. La presento para testificar en cuánto está distante la formación y el tipo de instrumentos intelectuales de Rolando García, de aquellas cuestiones de dialéctica con las que habría que lidiar en algunos de los temas que decidió afrontar, sobre todo cuando refirió a la Historia de la ciencia.

4. La historia de la ciencia y el desarrollo de la inteligencia

Nos encontramos con el desafío enorme que se plantearon Piaget y García, ya muy hacia el final de la vida del gran configurador de la Epistemología Genética: su libro compartido acerca del desarrollo de la ciencia en Occidente, el cual hace gala de una versación muy definida en el conocimiento de cómo se fueron dando los principales hitos en la Física o la Matemática, desde la época de Aristóteles hasta las últimas décadas del siglo XX (Piaget y García, 1982).

La hipótesis que ordena el texto es sumamente audaz: mostrar que el desarrollo de los logros científicos en diversas épocas se corresponde con el de las estructuras de la inteligencia en el desarrollo ontogenético, esas que fueron estudiadas por el mismo Piaget en sus investigaciones sustantivas.

De tal manera, los autores se ven en la necesidad de negar una ruptura –como la que sí planteara Bachelard (1979)– entre

conocimiento cotidiano y conocimiento científico. La negativa a aceptar esa ruptura (que, entendemos, no es absoluta pero sí puede demarcarse) está basada en la asunción de que los mecanismos intelectuales puestos a funcionar en ambos tipos de conocimiento son los mismos.

Esta curiosa forma de "democratizar" el valor del conocimiento lleva a la siguiente aseveración: "debemos convenir en que el conocimiento científico no es una categoría nueva, fundamentalmente diferente y heterogénea con respecto a las normas del pensamiento precientífico y a los mecanismos inherentes a las conductas instrumentales propias de la inteligencia práctica" (p.31). Y el fundamento de tal afirmación, ya había sido formulado en páginas anteriores: "Ambos autores llegan a la conclusión de que las normas elaboradas por el sujeto epistémico en el curso de su génesis serían comparables a las normas del pensamiento científico" (Inhelder en Piaget y García, 1982, p.6).

Los autores hacen una amplia recensión de ejemplos de distintos ámbitos científicos para sostener la tesis referida: en Geometría, Álgebra y la Física prenewtoniana y newtoniana. Ciertamente, no puede ser esa una enumeración exhaustiva de lo que se haya hecho en las ciencias en estos largos siglos: asumimos que ninguna aproximación podría ser completa, ni siquiera aquellas que se han hecho hace ya varias décadas (John Bernal, 1981); y menos aún aquellas que, retomando lo histórico, no se limitan a su narración, sino que la ubican dentro de un esquema conceptual más general.

Pero sin dudas que esta Historia trunca en sus ejemplos, es sospechable de incluir sólo aquello que le sea coherente, y dejar fuera ejemplos menos asimilables desde una concepción progresiva del desarrollo de la ciencia. La mecánica cuántica ¿habrá sido una superación respecto de la relatividad? Difícilmente haya quien se atreva a sostenerlo. La incompletitud de los teoremas –y por ello de las matemáticas– mostrada por Gödel: ¿será para cualquier científico asumible como una superación de las matemáticas según Bertrand Russell?

Ese es un argumento central para discutir la concepción evolucionista de la ciencia, que piensa a ésta en ascenso

permanente. Otro, que es sin dudas decisivo, remite a la *reducción* de la Historia a la Biología que se implica en esta noción de las ciencias como una especie de bloque unívoco, abarcadas todas por los mismos mecanismos constitutivos, y sin ninguna distancia entre las referidas a lo social y a lo físico-natural.

Según esta concepción la Historia sería siempre progresiva, cada nuevo período retomaría a los anteriores superándolos, como ocurre con los mecanismos ontogenéticos de la inteligencia, según los estudios (y los estadios) de Piaget. Para el análisis de lo histórico, esa concepción plantea no pocas perplejidades. Una, nada menor, sería la de determinar qué significa que una etapa sea "superior" a la anterior, bajo qué parámetros valorativos puede sostenerse esa apreciación, y quién podría ser el sujeto de esta. Es obvio que, para diferentes actores sociales, diferentes serán también las nociones de qué puede tomarse por bueno, por mejor, por superación o por retroceso.

Pero además, tomando algún criterio para establecer esa cuestión de la superación o el retroceso, si bien en el conocimiento científico la idea de progreso es innegable en el mediano y largo plazo (nadie podría hoy afirmar que la Física de Aristóteles es mejor que la de Einstein) (Vattimo, 1986) –y destacándose en qué medida ello la diferencia con el arte, por ej., donde sí podría preferirse el arte clásico al contemporáneo–, hay que esclarecer que ello implica el supuesto de que el conocimiento científico es positivo por sí mismo, y que, en consecuencia, su incremento debe entenderse como un avance. Lo cual, por cierto, no resulta obvio, cuando se piensa en la tecnología de guerra o en el arruinamiento gradual del planeta.

Por ello, el conocimiento científico no es una mejora "cuasi natural" del conocimiento cotidiano, no es su continuidad, como sí lo sugiere la cita del libro de Piaget y García expuesta más arriba. Pudo haber historia sin ciencia, al menos sin ella en el sentido y la modalidad que la misma ha tomado en Occidente en los últimos siglos. La ciencia no es un fruto necesario, una especie de emanación de la naturaleza

humana que debió darse sí o sí, por una supuesta "maduración" en el desarrollo de la especie.

Lo histórico implica la advertencia de su no-necesariedad, de los inevitables márgenes de aleatoriedad que están en la base de lo sucedido y por suceder (Castoriadis, 1994). Ello se opone a una noción causalista absoluta, según la cual –de alguna manera– la historia estaba preprogramada en los mecanismos psicológicos que están inscriptos en la psiquis humana, y lo que haría, sería repetir o recorrer los períodos de desarrollo y ciclos de crecimiento que están previstos en esa base psico-biológica.

Dentro de estas nociones de Piaget que siempre prefieren lo universal a lo singular, los principios generales a los desarrollos específicos, las generalizaciones a las excepciones, hallamos también la asunción de la noción de "marco epistémico". Ella está muy presente en el libro de García que remite a Epistemología genética y teoría de sistemas, y sirve de concepto ordenador para fijar relaciones entre las condiciones del conocimiento en general, la cultura en sus modalidades más generalizadas, y los modos en que las ciencias particulares hacen sus desarrollos.

La noción –cuya inevitable vaguedad es bien señalada por García– remite a la cultura de la época, las formas y contenidos del conocer que, siempre mediados por las especificidades de cada una de las disciplinas científicas, están finalmente condicionando a éstas.

Como se anota en un artículo muy preciso (Becerra y Castorina, 2016), este concepto tiene algo en común con el de "paradigma", propuesto por Thomas Kuhn (1982). Se trata de un entramado de significaciones mutuamente relacionadas que fijan el horizonte de sentido, el campo de lo pensable dentro de un determinado momento histórico.

La gran diferencia entre estas dos categorías (marco epistémico y paradigma) reside en el alcance, en la *extensión* de estas: la primera remite en un momento histórico al conjunto de los conocimientos disponibles, no sólo en las ciencias: y desde allí, a su forma de contextualizar y condicionar los desarrollos en todas y cada una de tales ciencias. El significado de la noción de "paradigma", como bien se sabe, es mucho más limitado: se

trata de la *matriz disciplinaria*, del modo de conocer propio de una exclusiva disciplina en un momento dado.

Aquí, sin dudas, en esta bifurcación notoria que existe entre las categorías de ambos autores, se expresa el talante que los diferencia. Mientras en Kuhn hay mayor atención a la singularidad (se trata de "cada una" de las disciplinas, pensadas diversamente entre sí), en el caso piagetiano se trata de una categoría de alcance más vasto, que hace al conjunto de las disciplinas a la misma vez, que abarca todo el espacio de lo científico que se hace relevante en una circunstancia dada.

El rechazo de Piaget a la perspectiva kuhneana (Piaget y García, 1981, pp.29-30), que García hacía propio en esa obra conjunta, resulta rectificado en la concepción de un piagetiano crítico y actual, como es Castorina. En el artículo precitado se señala la diferencia entre las categorías y las aproximaciones de uno y otro de estos dos grandes autores (subrayemos que Kuhn tenía una alta valoración de la obra de Piaget) (Kuhn, 1982), pero ya no se pretende una ínsita superioridad de la posición del biólogo ginebrino: más ecuánimemente, se señala que cada una de las dos categorías sirve a pensar niveles diferentes de generalidad en ambos casos necesarios, y que por ello no serían mutuamente excluyentes.

Hay un detalle que resulta curioso en esta apelación a la noción de *marco epistémico*: y es que remite a un significado que no ha estado ausente en la previa reflexión sobre el conocimiento habida en las últimas décadas del siglo XX.

Es verdad que ningún vaso comunicante fuerte podríamos hallar entre la posición filosófica de Michel Foucault y la de Piaget: un gran exégeta de la ciencia el segundo, un fuerte crítico de la relación de esta con el poder, el primero. Y la modalidad personal "clásica" de Piaget, un paciente investigador de laboratorio instalado en su Centro Internacional de Epistemología Genética desentona con los estentóreos estilos de Foucault, amante del ruido y de las marquesinas.

De cualquier modo, la noción foucaultiana de *episteme* es anterior al auge de ese filósofo que alcanzara enorme fama con la discusión acerca de la relación necesaria entre el saber y el poder: se dio en uno de sus primeros libros consagratorios

todavía en la década de 1960, tal fue *Las palabras y las cosas* (Foucault, 1968).

Es cierto que las condiciones históricas para la aparición de una determinada forma de pensamiento no serían pensadas en los mismos términos por Foucault y por Piaget: para el segundo no se interpretaría principalmente en términos del lenguaje como aquello que media necesariamente la relación con el mundo, lenguaje que no es pensado por el autor francés en relación con la tecnología ni a la economía como posibles determinantes de este.

Pero en verdad extraña que no exista, siquiera para diferenciarse, una referencia a la posición de Foucault: ni en el libro de Piaget y García sobre la historia de la ciencia, ni en el posterior de García donde se remite a la cuestión del marco epistémico, ni tampoco en el acucioso artículo donde participa Castorina. Si bien la noción de *episteme* en Foucault no está pensada sólo en relación con las ciencias (y quizá no principalmente en relación con ellas), el alcance de la categoría es casi coincidente con el de *marco epistémico*: se trata del conjunto mutuamente relacionado de significaciones que se sostienen en un momento histórico determinado (en ambos casos se está pensando en la "cultura occidental", en Europa como centro de estas reflexiones, y en todo caso en los efectos que ello pueda secundariamente alcanzar en otros ámbitos geográfico/culturales).

5. Volviendo a los sistemas

Y entonces, con estos alcances tan diversificados en el desarrollo de la concepción piagetiana. ¿Por qué perseveraría García en la apelación a su teoría de los sistemas complejos?

Tal cual ya hemos sostenido (Follari, 2018): porque hay un trabajo profesional de investigación/aplicación que él siguió realizando, para el que la gran generalidad de la epistemología genética resultaba insuficiente, e incluso, quizá en parte inadecuada.

Y en su teoría de los sistemas complejos García se hizo fuerte, mostrando que se puede definir *complejidad* de una manera precisa (no sólo elementos interrelacionados, sino que no pueden ser separados sin afectar el comportamiento de los demás, ni entenderse sin este último). Que la interdisciplina no va contra las disciplinas, sino las supone. Que no es una integración de las disciplinas, sino un uso renovado de las mismas. Que es necesario que sea realizada en grupo, siendo imposible su limitación a un solo sujeto de investigación.

Son todas afirmaciones que aparecen compartibles. Menos, en cambio, lo es la idea de que ésta sea "la" forma canónica de la interdisciplina, como si no pudiera haber otras no guiadas por la teoría de sistemas, o no configuradas para la resolución de problemas operativos.

Y, como colofón, vale la pena ratificar una cuestión que es escasamente abordada por nuestro autor: ¿cómo lograr que todos los científicos intervinientes adhieran a la teoría de sistemas? Y si es que cada uno de ellos "traduce" sus posiciones teóricas al lenguaje de sistemas: ¿puede hacer tal traducción *sin resto*? ¿Hay modo de que se "remoldee" los contenidos teóricos hacia la concepción de sistemas sin pérdida de precisiones y de modalidades de explicación presentes en las teorizaciones previas?

Lo dicho remite a la distinción habermasiana entre *interés técnico*, *interés emancipatorio* e *interés práctico* (Habermas, 1968). Los trabajos destinados al área operativa se manejan bajo la necesidad de la *eficacia*, y ello perfila de determinada manera los acercamientos conceptuales y las perspectivas que orientan la cognición. Pero no resulta igual cuando nos ocupamos de una investigación puramente teórica, u otra cuyas consecuencias tengan que ver con orientaciones normativas. A pesar de la evidente intención de García de intervenir en favor de direcciones axiológicas hacia lo social y lo popular, es notorio que su repertorio conceptual no contenía todas las herramientas necesarias para lograrlo.

6. Bibliografía

Bachelard, G. (1979): *La formación del espíritu científico*, México, Siglo XXI

Becerra, G. y Castorina, J. (2016): "Acerca de la noción de *marco epistémico* del constructivismo. Una comparación con la noción de *paradigma* de Kuhn", Buenos Aires, *Rev. Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* número 31

Bernal, J. (1981): *La ciencia en la historia*, México, Nueva Imagen

Bourdieu, P. (1997): *Capital cultural, escuela y espacio social*, México, Siglo XXI

Castoriadis, C. (1994): "La institución de la sociedad y de la religión", en Castoriadis, C.: *Los dominios del hombre. Las encrucijadas del laberinto,* Barcelona, Gedisa

Feyerabend, P. (1987): *Contra el método,* Barcelona, 1987

Follari, R. (2018): "Interdisciplina, sistemas e inconmensurabilidad: el salto a lo concreto", Mendoza, *Algarrobo,* FCPyS/Univ. Nacional de Cuyo

Follari, R. (2021): "Interdisciplina y teoría de sistemas: una versión aplicativa de la ciencia", Maracaibo, *Utopía y praxis latinoamericana* núm. 94

Follari, R. (2022): "Cuestiones teóricas sobre la dialéctica marxista" (en torno al libro *Filosofía y dialéctica*, de Alberto Parisi), *Wirapuru,* núm. 6

Foucault, M. (1968): *Las palabras y las cosas*, Buenos aires, Siglo XXI

García, R. (2000): *El conocimiento en construcción (de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos),* Barcelona, Gedisa

García, R. (2006): *Sistemas complejos: concepto, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria,* Barcelona, Gedisa

González Casanova, P. (2004): *Las nuevas ciencias sociales y las humanidades: de la academia a la política,* Madrid, Anthropos

Habermas, J. (1968): *Conocimiento e interés,* Madrid, Taurus

Hegel, G. (1966): *Fenomenología del espíritu,* Madrid, Fondo de Cultura Económica

Heidegger, H. (1960): *Sendas perdidas,* Buenos Aires, Losada

Inhelder, B. (1982): "Prefacio", en Piaget y García: *Psicogénesis e Historia de la ciencia,* México, Siglo XXI

Kosik, K. (1967): *Dialéctica de lo concreto,* México, Grijalbo

Kuhn, T. (1980): *La estructura de las revoluciones científicas,* México D.F., F.C.E.

Kuhn, T. (1982): *La tensión esencial,* México, Fondo de Cultura Económica

Kuhn, T. (1989): "Conmensurabilidad, comparabilidad y comunicabilidad", en T.Kuhn: *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos,* Barcelona, Paidos/ICE

Lukacs, G. (1969): *Historia y conciencia de clase,* México, Grijalbo

Piaget, J. (1975): "La epistemología de las relaciones interdisciplinarias", en Apostel, L. y otros: *Interdisciplinariedad,* México D.F., Biblioteca de la educ. superior, ANUIES

Piaget, J. y García, R. (1981): *Epistemología genética y equilibración (homenaje a Jean Piaget),* Madrid, Fundamentos

Piaget, J. y García, R. (1982): *Psicogénesis e historia de la ciencia,* México, Siglo XXI

Vattimo, G. (1986): "La estructura de las revoluciones artísticas", en Vattimo, G.: *El fin de la modernidad,* Barcelona, Gedisa

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Controversias sobre la dialéctica en el pensamiento de J. Piaget y R. García*

Elisa Telma Chisleanschi

Estimado Dr. Follari:

Su escrito me ha sido muy interesante y me ha provocado tres preguntas que me gustaría formularle. Dos de ellas son *pedidos de aclaración*. La tercera es un *pedido de información*.

1. El problema de la integración teórica

Creo entender que Ud. cuestiona la pertinencia de la inclusión de aportes de desarrollos de diferentes teorías en nuevas configuraciones tal como se presenta en algunos escritos de R. García. Quería preguntarle *¿Cuáles serían a su entender*

* El 1º de diciembre de 2023 se celebró en el Instituto de Investigaciones Gino Germani de la Universidad de Buenos Aires el "Diálogo controversial entre Roberto Follari y Elisa Chisleanschi sobre la dialéctica en el pensamiento de J. Piaget y R. García", en el marco del Simposio "Rolando García y los Sistemas Complejos". Follari recibió por escrito los comentarios y reflexiones que Chisleanschi elaboró sobre su capítulo. Asimismo, Follari respondió por escrito los planteos formulados por Chisleanschi. Los textos de Chisleanschi y Follari se incluye en este capítulo bajo el título de "Diálogos reflexivos". El debate público del 1º de diciembre profundizó los intercambios epistolares. Existe registro de audio de la sesión. Los interesados pueden solicitar el material al editor.

los recaudos necesarios para considerar que dicha integración ha sido efectuada de modo pertinente?

Entiendo que el desarrollo de R. García no pretende integrar las teorías como tales en su totalidad (que por lo demás no son incompatibles) sino algunos aspectos y postulaciones que el autor ha considerado concurrentes, mutuamente enriquecedoras, esclarecedores de procesos y delimitaciones conceptuales. Por otra parte, la inclusión de desarrollos de distintas teorías en nuevas configuraciones es teorizada por el constructivismo genético como mecanismo mismo de la creación de nuevos conocimientos. Por esta razón, me es relevante conocer su opinión acerca de dichos recaudos epistemológicos.

Concretamente, mi pregunta se dirige a los comentarios críticos de su artículo acerca de cómo R. García utiliza las formulaciones de tres grandes desarrollos como son Dialéctica, Sistémica y Psicogénesis.

2. Sobre la Dialéctica en el pensamiento de R. García

Respecto del uso de la dialéctica en la propuesta de R. García, plantea Ud al respecto[27]:

> La relación entre maduración y aprendizaje en el desarrollo de la inteligencia infantil, así como la relación entre acción y desarrollo intelectual, o la que hay entre la acomodación y la asimilación como mecanismos de la constitución psíquica. Estas interacciones son las que llevan a lo que vagamente García llama "dialéctica", si bien la misma está a años luz de alguna relación con la postulación que, vía Hegel, se hizo constitutiva del marxismo. […]
>
> ¿qué clase de dialéctica es aquella que aparece en la obra de García? Podríamos decir, de un

[27] Véase Supra, Capítulo III en esta obra.

> modo quizá demasiado sintetizado, que es una que remite a interacción y relacionamiento. Es decir, la dialéctica haría a que ningún sujeto ni objeto existen sin relación con otros, y de hecho se constituyen en el relacionamiento con ellos. Lo cual, ciertamente, es un atributo del pensamiento dialéctico, pero también lo es del pensamiento sistémico, e incluso lo es, por ej., del de una Sociología como la de Pierre Bourdieu […]
>
> Pero la dialéctica no se reduce al interaccionismo, ni a la mutua determinación de las partes propias de un todo, aunque incluya ambas cuestiones. […]
>
> Hay aspectos de la dialéctica hegeliana (este predominio del todo más allá de los sujetos individuales) que no aparecen en García, por no conocimiento o no asunción de la tradición dialéctica inspirada en Hegel y retomada por Marx. Y no es el único componente ausente en relación con el pensamiento dialéctico, indudablemente.

Me gustaría conocer su opinión acerca de si la formulación de *marco epistémico* y la concepción general de R. García de la función social y política de la ciencia y los científicos no estaría satisfaciendo la idea de una forma de determinación de totalidad que los individuos de toda cultura y momento histórico deben explicitar o reflexionar, y que no pueden eludir. Dicho *marco epistémico* también incidirá en la elección y delimitación de los sistemas complejos a explorar, y los objetivos de dicha investigación, tanto como la elección del equipo multidisciplinario.

En relación con la dialéctica Ud. plantea[28] que

[28] Ver Supra, Capítulo III, en esta obra.

> en Marx no hay otra cosa que un pensamiento sistemático sobre lo social: su dialéctica es solamente materialismo histórico. De tal manera, no hay la pretensión de que la dialéctica sea una especie de método universal, que podría aplicarse a la sociedad igual que a la Física o la Biología.
>
> Esta distinción no se encuentra en García para quien, en consonancia con Piaget, las ciencias físico-naturales y las sociales no son fuertemente diferenciadas entre sí, en tanto sus objetos son remisibles a estructuras transempíricas que, finalmente, se descubren las mismas en todos los casos, y que a la vez son idénticas a aquellas con las cuales la inteligencia piensa a esos mismos objetos.

Creo que, a pesar de las diferencias y decalages, que caracterizan a los diferentes dominios cognoscitivos, el esfuerzo de Piaget fue el de dar cuenta de la *dialéctica constructiva de las proposiciones de la lógica formal*, que es aplicable a todos ellos como *procesos de pensamiento*. No en el sentido de que los objetos las ciencias sociales sean predictibles o deducibles de axiomas. Concuerdo con lo que plantea Castoriadis. Sino que Piaget se refiere a los *instrumentos para pensar*. Que la historia sea impredecible, no significa que retroactivamente no sea comprensible.

Cuando R. García expone acerca de funcionamientos dialécticos reconoce en toda la obra del constructivismo genético ese carácter de múltiples maneras en los diferentes procesos y etapas estructurantes de la construcción cognoscitiva. No sólo en el interaccionismo y en la interdefinibilidad de las partes en los sistemas complejos, sino también en cada uno de los cinco usos que en su obra Piaget (1982) considera que aluden a esos planteos: (i) la constitución mutua de sujeto/objeto; (ii) relativización de las propiedades de una configuración a otra; (iii) diferenciación e integración de partes de los objetos; (iv) coordinación de dominios de conocimiento

que antes aparecían separados; y (v) reorganizaciones del conocimiento que influyen sobre formas anteriores.

2.1. La negatividad

Aquí la dialéctica se manifestaría en su carácter de génesis a partir de la contradicción que es para Piaget, desequilibrio, desestabilización en cuanto cuestiona la estabilidad de interrelaciones establecidas y establece nuevas. Más que negación es diversificación, desestabiliazación por insuficiencia del estado alcanzado, y la necesidad de nuevas conexiones que reformulan el estado anterior.

En la última formulación de equilibraciones y desequilibraciones de los momentos intra, inter y trans es donde alude claramente que las discrepancias y las contradicciones no son entendidas como clásicamente negaciones:

> Existe dialéctica cuando dos sistemas, hasta entonces distintos y separados, pero no opuestos en absoluto el uno al otro, se funden en una nueva totalidad cuyas propiedades los superan y a veces en mucho
>
> Clasificar significa centrar la atención sobre las similitudes, en tanto que la ordenación significa centrar la atención sobre las diferencias. En ese sentido preciso, el número aparece como una síntesis de operaciones contrarias (clasificación y orden), incluso si no hay contradicción formal entre ellas (Piaget, 1982, p. 205)

En sus discusiones con el empirismo y el apriorismo, aborda en ese trabajo los interrogantes acerca de si en las formas más elementales se hayan ya en potencia el advenimiento necesario (aprioris) de equilibraciones posteriores y demuestra que son las sucesivas manipulaciones e inferencias de diversos niveles que prospectiva y retroactivamente van construyendo los

propios peldaños instrumentales y conceptuales para generar los niveles más complejos.

En una dinámica que repite en los distintos niveles la diversificación INTRA objetal, la contrastación INTER objetal entre subsistemas y la integración en una totalidad como sistema de transformaciones TRANS objetal, que se constituye a su vez en la nueva plataforma INTRA de un nuevo desarrollo en espiral. Son las tres formas sucesivas de la equilibración entre asimilación y acomodación.

> la dialéctica constituye el aspecto inferencial de toda equilibración. Esto significa que la dialéctica no interviene en todas las etapas del desarrollo cognoscitivo, sino solamente en el curso del proceso de equilibración. Por eso debemos distinguir cuidadosamente entre el estado de equilibración correspondiente a un momento no dialéctico de la evolución y los procesos dialécticos que permiten la construcción de cuadros conceptuales nuevos (Piaget, 1982, p. 208)

También entiendo que cuando se habla de estadios superiores, como el de la ciencia, no se emplea el término superior valorativamente. Sino que significa mayor complejidad, es decir, lo que serían la elucidación de mayor número de determinaciones interdependientes en el objeto de conocimiento abordado.

2.2. Historización

Ahora quisiera plantear la siguiente pregunta ¿No podría considerarse que justamente una de las virtudes de los desarrollos de R. García es haber historizado las generalizaciones abstractas propias de la Teoría General de Sistemas?

Esto en dos sentidos. Por un lado, a nivel del desarrollo cognoscitivo de las personas con la adhesión a los desarrollos del constructivismo genético. Por otro lado, y en colaboración

con Piaget, al historizar los sistemas científicos mediante el establecimiento del paralelismo entre los mecanismos de equilibración y desequilibración propios del desarrollo de las ciencias.

Si bien es cierto que dicha historización es retroductiva, también lo es que es uno de los caracteres distintivos de la metodología dialéctica la afirmación y confirmación de que no hay estructura sin historia ni historia que no sea estructurante. Y esto lo recogen nuestros autores tanto a nivel del individuo, de las ciencias, de la sociedad y la política.

> Concebir el conocimiento como un proceso y no como un estado; considerar los mecanismos de los procesos de conocimiento en la historia del saber socializado, así como en la historia del individuo en desarrollo, he aquí dos puntos esenciales de la epistemología genética. [..]
>
> La dialéctica (tiene) un papel intrínseco en la teoría del conocimiento, en la medida en que el proceso cognoscitivo no puede ser concebido más que como una serie de etapas, y el paso a la siguiente no es sino la superación de una situación conflictiva. (Piaget, 1982, p. 204)

3. Dialéctica constructiva de la lógica formal

Para concluir, y tomando en cuenta que los desarrollos del Constructivismo Genético proponen dar cuenta de la dialéctica constructiva de las proposiciones de la lógica formal, quisiera preguntarle: ¿Conoce Ud. algún desarrollo epistemológico que dé cuenta de la dialéctica constructiva de otras lógicas como las modales? ¿Conoce Ud. desarrollos vinculados a la teorización de la dinámica, interacción y pasaje de aprendizajes voluntarios y dirigidos a inconcientes y viceversa?

Piaget, Jean. (1982). *Las formas elementales de la dialéctica*. Barcelona: Gedisa.

Réplica reflexiva

Roberto Follari

De Roberto Follari para “Tina” Chisleanschi

Estimada colega:

Le agradezco su lectura atenta y sus observaciones. Paso a dar las respuestas que están a mi disposición.

Voy tomando en orden lo que Ud. me ha señalado.

1. Si en términos de la epistemología bachelardiana los recortes científicos no responden a recortes en el plano de lo empírico o de lo que se entienda como real, sino a la constitución de miradas, de perspectivas o puntos de vista (Bourdieu et al., *El oficio de sociólogo*), el acercamiento de los objetos de teorías diferentes no promueve ninguna armonía de “partes que se juntan”, sino más bien la confusión entre perspectivas no coincidentes ni complementarias. Siendo así, el acercamiento entre teorías no es imposible, pero sí una *construcción* que debe responder a criterios, para acercar lenguajes y perspectivas no superponibles.

Además, en términos de Kuhn, existe inconmensurabilidad entre teorías diferentes (originalmente habló de “paradigmas” en el cap. 10 de *La estructura de las revoluciones científicas,* pero hacia el final de su vida se refirió a “teorías”). Ello implica que en cualquiera y todos los casos en que hubiera teorías diferentes, se daría la inconmensurabilidad de manera necesaria.

De tal modo, en ninguna ocasión dos teorías podrían mezclarse sin establecer las condiciones de tal combinación. La incompatibilidad se daría en todos los casos, por más “cercanía” que pudiera encontrarse entre dos teorías diferentes, por ejemplo, entre la epistemología genética y la teoría de sistemas.

Es que dos teorías no pueden relacionarse entre sí en el mismo nivel: o una subordina a la otra, o la otra a la primera. Cada una de estas opciones implica una recomposición de la teoría que queda como subordinada. Pero las dos en el mismo nivel, se hace imposible: ¿qué sería una investigación a la vez marxiana y weberiana? ¿qué significarían allí "clase social", "estado", "burocracia"?

Puede, desde el marxismo, usarse algunas categorías weberianas que quedarían subordinadas a la teoría marxista como la que otorga significado de conjunto. O al revés: una investigación weberiana podría asumir algunas categorías del marxismo, pero resignificadas al interior de la concepción weberiana como marco general.

Desde esta posición, la no/aclaración por García de las condiciones de relacionamiento entre epistemología genética y teoría de sistemas, supone un desconocimiento de las condiciones que acabamos de señalar y la suposición de que las teorías científicas implican un *continuo* entre sus objetos y también entre sus lenguajes.

2a. Sobre si la noción de *marco epistémico* puede homologarse de alguna manera con la de "totalidad social" de la dialéctica, entiendo que de ninguna manera su mutuo campo referencial se hace equivalente, o acaso cercano.

El "marco epistémico" remite a las condiciones del pensamiento y/o de la cultura en una época determinada: la "totalidad" implica las instancias económicas, políticas, culturales, religiosas, etc.: es decir, no el solo conjunto de las representaciones, sino el de la sociedad concreta también, el de sus instituciones y condiciones materiales. En la versión que formalizó Althusser, se trata de un "todo con dominante", donde dominante no es lo mismo que "determinante". O, en términos de Gramsci, "sociedad civil" más "sociedad política". Ello, notoriamente, remite a un objeto muy diferente de *la episteme*, de aquello disponible a nivel de conocimientos, que es una parte de la totalidad social, pero a la vez es sólo la parte representacional que debiera ser remitida a esas condiciones materiales (ya que un principio fuerte de la dialéctica es la relación intrínseca entre realidad y conciencia).

2b. Lo señalado en 2a. se aplica también a este punto. La dialéctica no remite sólo a los procesos de pensamiento –Ud. señala la lógica formal como herramienta presente en cualquier disciplina–: por cierto el hecho de que la lógica formal se use en todas las disciplinas, no significa que ellas usen el pensamiento dialéctico. Por el contrario, la pretensión de que las ciencias debieran responder a la dialéctica dio resultados muy problemáticos tanto en lo epistémico como en lo político, como ocurriera con la fallida Biología de Lysenko. La gran mayoría de las teorías científicas nada deben a la dialéctica en sus procesos de descubrimiento: y, además, difícilmente serían retraducibles *post factum* en términos de dialéctica.

Y la dialéctica –desde Hegel a Marx, y en epígonos como Lukacs– no es solo ni principalmente, un método de conocimiento: es el desarrollo de lo real como tal (para Marx, de lo real/social como tal). De tal modo, las formas del pensamiento para la dialéctica son tributarias de las modalidades del ser social, de la organización social. Hay identidad/diferenciada entre lo real y las representaciones, de modo que el pensamiento es tributario no sólo de categorías internas a la mente o a la inteligencia, sino también -y principalmente- de las formas de organización de las relaciones sociales.

3. Respecto de "negatividad", no se trata de una categoría que se advierta en lo que conozco de la obra de Piaget (tampoco en la de García). Tomo una cita de Piaget que Ud. expone:

> Existe dialéctica cuando dos sistemas, hasta entonces distintos y separados, pero no opuestos en absoluto el uno al otro

Para la dialéctica dos elementos o aspectos de la realidad forman parte de la misma totalidad: no son, en ese sentido, nunca plenamente distintos, o mejor: son diferentes al interior de la misma identidad total (Idea Absoluta en Hegel, materialidad social en Marx). Y sí son opuestos: opuestos al interior de una totalidad que es contradictoria.

Es decir, que lo afirmado por Piaget –ser distintos pero separados y no opuestos– no responde a las condiciones de la

dialéctica. Ello, bajo mi punto de vista, no significa en absoluto que lo dicho por Piaget no sea válido, en tanto entiendo que las ciencias no tienen por qué responder a la dialéctica. Lo erróneo sería pretender dialecticidad, o –cuanto menos– no señalar que esa dialéctica no es aquella a la que se refiere en el pensamiento marxista, muy presente en la academia hacia los tiempos finales de la vida del investigador ginebrino. Además, el objeto de la Psicología genética no es la historia social o la teorización crítica de la sociedad capitalista como lo es para el marxismo: a diferente objeto, corresponde diferente método.

En ese sentido, no hay lugar para lo inédito en las estructuras de la inteligencia, las cuales están genéticamente constituidas, si bien se actualizan siempre en relación con la estimulación ambiental. La *negatividad* es la posibilidad de la conciencia de inventar opciones posibles: si bien estas opciones para ser válidas deben estar asumidas en relación con la positividad existente, las opciones no están predeterminadas. En ese sentido, la historia social no funciona como la inteligencia en los sujetos: y, ciertamente, no tendría por qué funcionar del mismo modo.

4. Me es señalado que García y Piaget historizaron la ciencia, principalmente en su libro *Psicogénesis e historia de la ciencia.* Y por cierto que se trata de una obra erudita que hace una interpretación de los principales hitos del desenvolvimiento temporalizado de las ciencias.

Lo que resulta discutible es la interpretación de la historia que vertebra esa obra. En ella –quizá más aún que en otras de Piaget– se establece la generalización de los instrumentos teóricos de la Psicología genética, en gran medida derivados de la Biología, hacia una Epistemología general. Mis objeciones no hacen a la Psicología genética (al margen de que no adhiera plenamente a ella), sino a la Epistemología genética, que es en buena medida una trasposición de la primera a un campo diferente, si bien Piaget establece un modo ingenioso de ligarlas apelando a que todas las ciencias deben responder a las estructuras lógicas que estudia la Psicología genética.

Pero las determinaciones de la Historia no son las de la Biología, y la Historia efectiva no repite la ontogénesis de la

inteligencia en cada sujeto. La Antigüedad no es el equivalente de una supuesta infancia de la Humanidad: y la historia no siempre sigue etapas previamente establecidas. La carta de Marx a Vera Zasulich –y varios textos que fueron compilados como *Escritos sobre el colonialismo*– muestran que el autor alemán creía que se podría pasar de modos de producción no capitalistas al socialismo. Esos "saltos" no son biológicamente factibles: el desarrollo de la inteligencia en los sujetos y el de los modos de producción, no tienen por qué responder a la misma lógica.

También fenómenos como el nazismo o las extremas derechas en general muestran *retrocesos* en la historia –al menos en términos de despliegue de la racionalidad– que no son propios de lo que suceda biológicamente, excepto en casos de accidentes o agentes externos de riesgo. Pero el nazismo no fue un accidente, aunque haya sido un fenómeno execrable en sus resultados.

5. El último punto ligado a si conozco otras teorías que den cuenta de los procesos de la lógica como lo hace la teoría de Piaget, se basa en algún malentendido a que seguro mi escrito pudo haber dado lugar.

Es que yo no he cuestionado la validez de la teoría piagetiana de la inteligencia: he discutido que sea acertado decir que ella es dialéctica. Tal cual ya he señalado una teoría –a mi juicio– no es válida en razón de asumirse dialéctica. Entiendo que la dialéctica vale sólo para el análisis social, tal cual se dio en Marx.

Sí he cuestionado a la Epistemología genética, para la cual vale también la objeción realizada sobre la dialéctica: pero además, en su caso no advierto suficiente explicación de su objeto, para el cual resultan más logrados autores de otras tradiciones, como Bachelard o Kuhn.

Cierro señalando que, sin ser experto en Psicología de la inteligencia, entiendo que sí existen teorías alternativas en torno a la conformación de las operaciones lógicas, que dialogan con Piaget, pero implican posiciones diferentes: creo que es el caso de Bruner o el de Vigotsky.

Un saludo cordial

CAPÍTULO IV

El problema de una teoría de los sistemas complejos

Contribuciones desde la obra de Rolando García

Carlos Eduardo Maldonado*

1. Introducción

La ciencia y la filosofía en general tienen más de un origen. La dificultad estriba en la identificación histórica de los orígenes de una idea, un modelo, una teoría. Manifiestamente, *first come, first serve*. Es esto lo que genera, específicamente a partir de la modernidad, el afán por lograr una publicación primero –algo que sí está relativamente bajo control de un autor dado– y hacer que la misma sea reconocida –algo que no depende, en absoluto de cada uno, en lo que están involucrados diversos factores.

* Profesor titular Facultad de Medicina, Universidad El Bosque. Email: maldonadocarlos@unbosque.edu.co. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9262-8879.

R. García descubre por sí mismo el campo de estudio de los sistemas complejos (García, 2006), específicamente en el marco de la ecología y los problemas ambientales; que, hay que decirlo, es el más propicio de los ámbitos para saber de complejidad. No sin la importancia de la epistemología genética, a partir de sus colaboraciones con J. Piaget, ecología y psicología genética sirven como basamento para el desarrollo, como lo señala él mismo, de una fundamentación epistemológica de la investigación en complejidad; de carácter, manifiestamente, interdisciplinaria.

Este texto explora la que es quizás la más sutil, pero también la más difícil de todas las aristas relacionadas con el estudio y comprensión de la complejidad, a saber: el desarrollo de una teoría de los sistemas complejos. Algunos antecedentes de la dificultad del desarrollo de una teoría semejante se encuentran en (Kauffman, 1996; Maldonado, 2009; Mitchell, 2009; Maldonado, 2019). Este capítulo argumenta que es posible avanzar en el tema de la mano de García a partir de tres ejes, así: la lógica de una teoría semejante, la arquitectura de dicha teoría, y la contribución de las matemáticas. Estos tres ejes se encuentran perfectamente entrelazados. Aunque García no hizo del desarrollo o formulación de una teoría de la complejidad su principal contribución, este capítulo afirma que es perfectamente posible desarrollar una teoría semejante, inexistente, a la fecha.

Para ello, la metodología de este capítulo consiste en la combinación de una hermenéutica fuerte juntamente con una hermenéutica blanda (Gadamer, 1977) y el estudio comparado de los modos como una teoría de la complejidad es posible. La tesis de este capítulo sostiene que existen elementos sólidos posibilitados por las reflexiones de García. De manera crítica, sin embargo, se señala que el problema de una teoría de la complejidad es algo que no compete inmediatamente a García; su principal preocupación es de corte distintivamente epistemológico, antes que teórico –o acaso incluso en referencia a la metateoría–. La interdisciplinariedad, que es el método de la complejidad, según el autor argentino, allana el camino para una teoría de los sistemas complejos no-lineales.

En síntesis, el capítulo identifica exactamente en qué consiste el problema de una teoría de los sistemas complejos y elabora un cuadro de opciones a partir del cual puede desarrollarse una teoría semejante. Este tema queda, sin embargo, para un texto posterior.

Al final se concluye con una reflexión que combina la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia afirmando que América Latina ha hecho contribuciones significativas a la historia de la ciencia en general, pero que éstas no han sido plenamente reconocidas hasta la fecha. Se señalan razones y dificultades, y se termina con una reflexión que combina la importancia de la política con la historia y la filosofía.

Rolando García representa, sin la menor duda, una vertiente propia de complejidad en o desde América Latina. En términos de recepción y desarrollo de la complejidad, la de García puede decirse que constituye una tercera vía en Latinoamérica, juntamente con la vía moriniana, ciertamente la primera y más extendida, y la de las ciencias de la complejidad, académica y científicamente la más importante y de mayor impacto. La Figura 1, ilustra la génesis, articulaciones y desarrollo de la vía Garciniana de la complejidad:

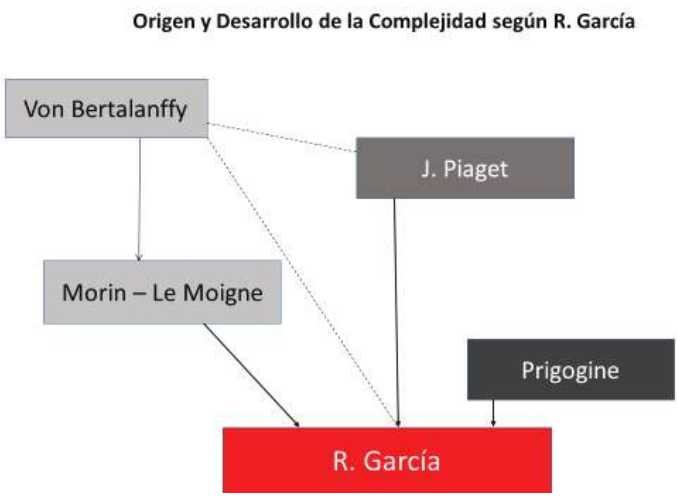


Figura 1. Origen y desarrollo de la complejidad en el camino de R. García
Fuente: elaboración propia

Sin embargo, sorpresivamente, no ha habido, hasta la fecha, un trabajo de recuperación y desarrollo de la perspectiva Garciniana. Este capítulo se propone explorar las potencialidades de lo que podemos llamar la vía Garciniana, pero tomando como hilo conductor un problema: la exploración de una teoría de los sistemas complejos.

Este constituye, en efecto, el segundo objetivo de este texto. No existe hasta la fecha una teoría de la complejidad –de algún tipo: digamos, provisoriamente, una teoría general o teoría unificada, o teoría transversal, o como se la quiera denominar (esta es en realidad una manera de hablar)-. Particularmente en inglés, existe la expresión: *complexity theory*, con un carácter meramente denotativo, para designar en verdad a las ciencias, disciplinas, enfoques y metodologías propias de las ciencias de la complejidad. En español una expresión semejante, en cualquier acepción o contexto no existe hasta la fecha.

El problema no es menor, en absoluto. Sin embargo, observemos antes la Figura 1.

Una lectura atenta a la obra de García (2006) pone en evidencia cuatro fuentes originales para su interés y desarrollo propio de la complejidad. Las flechas puntuadas indican influencias indirectas, y las flechas firmes, influencias directas. Como es suficientemente conocido, la gran influencia en la vida y obra de García fue Piaget, específicamente, la epistemología genética. El conocimiento, dicho de manera breve pero directa, es una construcción gradual en la vida de los individuos y las sociedades, exactamente como lo expone el psicólogo suizo, en la construcción de la realidad en el niño (Piaget, 1985), y la construcción de la moral (Piaget, 1984). Ello no quiere decir, en absoluto, que Piaget –y a fortiori, tampoco García– defiendan el constructivismo. No es el foco de este trabajo: pero una cosa es la epistemología genética y otra, muy distinta, el constructivismo (epistemológico). Por derivación, habría que distinguir en realidad tres cosas: la epistemología genética, el constructivismo y el construccionismo. No es mi interés entrar aquí en esta arena. Ya en el *corpus* de los complejólogos, existe un explícito reconocimiento a los trabajos de Piaget como un referente histórico conducente a la complejidad (Érdi, 2008, p.

2). Específicamente, por lo menos al decir de Érdi, es evidente que el conocimiento no solamente se adquiere desde afuera, sino, adicionalmente, se construye desde adentro. Esta idea tiene varias aristas importantes, ya sea en relación con las neurociencias, con los procesos de educación y aprendizaje, o con las dinámicas sociales y culturales, por ejemplo.

Puntualmente dicho, la complejidad en García se nutre principalmente de motivos sistémicos; en especial, de los trabajos de L. von Bertalanffy; asimismo de la obra de Morin y de Le Moigne, y de I. Prigogine. El primero aspecto, el pensamiento de von Bertalanffy, coincide con la visión estándar que afirma que existe un nexo que directamente conduce del pensamiento sistémico a la complejidad. Autores como F. Capra contribuyen a esta interpretación. Manifiestamente, sí existe un mismo espíritu entre el pensamiento sistémico y la complejidad en el sentido de Morin. Sin embargo, cuando se lo ve desde la perspectiva de las ciencias de la complejidad, no existe ningún vínculo, y ciertamente no directo, entre la complejidad y el pensamiento sistémico. Más adelante, la Figura 5.2 permitirá observar estas relaciones. Como quiera que sea, existe, manifiestamente una amplia y muy extendida confusión entre complejidad y ciencia de sistemas. Como si fueran equivalente; como si fueran coincidentes. En fin, incluso, como si fueran lo mismo (Meyers, 2009).

Las fuentes del pensamiento garciniano no son simétricas ni equivalentes. Se trata de motivos diferentes de inspiración que logran ser sintetizados, a su manera, por parte del autor argentino, arrojando una sugestiva luz propia. Los tonos grises y las flechas así quieren indicarlo en la Figura 1.

En cualquier caso, vale, de entrada, mencionar dos analogías, para ir dilucidando el problema definitorio de este trabajo. De un lado, no existe una teoría general o unificada de la vida; esto es, de los sistemas vivos. Existen más de cien definiciones de la vida, y ninguna funciona (Bedau and Cleland, 2010). No obstante, la biología existe y avanza, la ecología se enriquece y aporta grandes luces, incluso programas de investigación se proponen y mueven, tales como la exobiología o la búsqueda de exoplanetas, juntamente con la astroquímica y

la astrobiología. De otra parte, no existe una teoría de la salud en ninguna acepción de la palabra, en tanto que sí existen muchas y muy buenas explicaciones y comprensiones acerca de la enfermedad en general. La ausencia de una teoría de la salud no parece impedir los avances en la medicina y en las ciencias de la salud en general.

Desde una perspectiva escéptica o ingenuamente pragmática, podría argumentarse que no es necesaria la existencia de teoría en numerosos campos para las ciencias y disciplinas, mientras la investigación y la comprensión de las cosas sea posible y avance. En realidad, una postura semejante es insostenible a la luz de la buena investigación de punta, de la historia y la filosofía de la ciencia, en fin, incluso en la metodología de la investigación científica y en la teoría del conocimiento y la lógica en general. Como ya es suficientemente conocido, es, en general, la teoría la que nos permite ver fenómenos; una idea atribuida presuntamente a Einstein.

El ámbito de la complejidad en general –con dos aristas principales, una fundada en una figura individual, la moriniana, y la otra en un mosaico de ciencias y disciplinas, las ciencias de la complejidad- parecen "funcionar" con ausencia de una teoría en el sentido más fuerte de la palabra. Insisto, a estas dos aristas hay que agregar una tercera, que es la propia de R. García y que verosímilmente carece de desarrollos subsiguientes, pues no es suficiente con las citaciones y hermenéuticas de la obra de R. García-, parece profundizarse y ampliarse con la evidente ausencia de una teoría de los sistemas complejos no-lineales.

El problema, puntualmente dicho, de una teoría de la complejidad tiene una fecha, unos antecedentes, unos postulados y una historia precisa que ha sido suficientemente estudiada (Mitchell, 2009). El asunto se origina a raíz de la creación del Instituto Santa Fé, en Nuevo México, dedicado a –y es entonces cuando se acuña la expresión- a las ciencias de la complejidad. Esta historia es bastante conocida (Cowan *et al*., 1999).

Las ciencias de la complejidad, se dijo, deben darse a la tarea de desarrollar o encontrar la teoría de los sistemas complejos, una teoría inexistente (entonces; y hasta la fecha).

Investigadores de la talla de Gell-Mann, Pines, Anderson, Kauffman, y otros se dedicaron a encontrar dicha teoría o, lo que es equivalente, a su modo de ver, las leyes constitutivas y fundantes de la complejidad. Ambas –teoría y/o leyes-, se asumió, debían ser simples. Análogamente al sueño de los físicos a propósito de la búsqueda de la gran teoría unificada; a saber, la unificación de las cuatro fuerzas fundamentales o, lo que es equivalente, la unificación entre la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica.

Hay que recordar siempre que las ciencias de la complejidad nacen en el ámbito de las ciencias naturales por una razón elemental: eran, en su momento, las ciencias más prestigiosas, con mayor presupuesto de investigación y con los más organizados y amplios equipos de investigación. Sólo mucho después, hacia los años 1990s y ya en el siglo XXI, se hizo el reconocimiento expreso de que las ciencias sociales son las de mayor complejidad conocida o posible (Pagels, 1991; Bar-Yam, 1992). De suerte que el sueño de una teoría de la complejidad tiene un aire reduccionista ya *avant la lettre*.

Significativamente, esta idea resultó difícil; por lo menos en el marco y del modo como fue concebida y formulada. En 1994, diez años después de creado el SFI, se llevó a cabo un seminario de primera línea dedicado a evaluar los programas, los postulados, los alcances y las posibilidades de las ciencias de la complejidad y de la teoría de la complejidad. Este seminario fue recogido en Cowan *et al*., 1999. Cinco años más tarde el libro fue reeditado. El tono de la búsqueda de una teoría de la complejidad disminuyó sensiblemente. Un libro tan impactante como *El quark y el jaguar* de Gell-Mann, que puede ser considerado como el adalid de la búsqueda, terminó pasando, con el tiempo, sin pena ni gloria. Al cabo, la última vez que se tocó públicamente el tema fue, en un pasaje ocasional, en (Mitchell, 2009). Desde entonces, ningún investigador asociado al SFI se ha atrevido a trabajar en el tema; no públicamente. Ni siquiera en los sistemas de *pre-print* más importantes en el mundo –notablemente, *ArXiv*– aparece el asunto.

Creo que el tema fue mal planteado y, consiguientemente, muy mal logrado. Volveré sobre esta observación en la cuarta sección de este trabajo.

Pues bien, como quiera que sea, en una primera mirada, los ejes referenciales, al decir de García, para una empresa semejante; esto es, para decirlo con beneficio de inventario: desarrollar una teoría de la complejidad- son el pensamiento sistémico en la línea de von Bertalanffy, la obra de Piaget, los textos de Morin y alguno de Le Moigne, y los trabajos de I. Prigogine, uno de los padres de las ciencias de la complejidad. Varias observaciones se imponen de entrada. Este cuadro sucinto requiere, sin embargo, varias precisiones.

García le reconoce el valor filosófico a Morin, pero es crítico con respecto a su capacidad para comprender los desarrollos de la ciencia (García, 2006, p. 20), y más bien reconoce que Le Moigne ofrece mejores ventajas; específicamente gracias al explícito reconocimiento de la importancia del modelamiento y la simulación (ibid., p. 21). De Bertalanffy reconoce García la idea de sistema tanto como de sistemas abiertos, adoptados interpretado de otro modo –como totalidad–. Manifiestamente que *La teoría general de sistemas* representó un avance: a) con respecto a la importancia de la indisciplinarización del conocimiento; b) con relación al carácter no cerrado ni aislado de los fenómenos. Ahora bien, lo que García denomina –al mejor estilo de Capra– como la Escuela de Bruselas constituye, ampliamente, al más sólido soporte –excepto por Piaget–, del pensamiento garciniano. Una lectura desprevenida pero atenta de los *Sistemas complejos* así lo pone en evidencia. Puntualmente dicho, se trata de la termodinámica del no-equilibrio.

No obstante, es manifiestamente evidente que el basamento del pensamiento garciniano es ampliamente deudor de Piaget, algo que aquel reconoce una y otra vez, sin dilaciones. Con este eje, García tiene un amplio soporte negativo, esto es, crítico, con el empirismo lógico o, mejor dicho, con el Círculo de Viena. Considero importante una

mirada tranquila al Círculo de Viena para ponderar las posibilidades de una teoría de la complejidad[29].

El pensamiento sistémico se compone y se articula en una pluralidad de visiones, que incluyen además de los trabajos de von Bertallanfy, los de von Foerster, G. Bateson, M. Mead, toda la escuela de Palo Alto –que va a ser decisiva para la formación del pensamiento de Morin (Morin, 1970), y en América Latina la obra principalmente de Maturana (Maturana y Varela, digamos) (Midgley, 2003). Sorpresivamente, no hay en ningún lugar de los trabajos de García ninguna referencia de ningún tipo sobre Maturana y Varela. Hay que decir que en la base del pensamiento de García se encuentra, *impliciter*, el Círculo de Viena, una atmósfera, una incidencia sutil pero importante. García recupera, puntualmente, la importancia de Reichenbach y de Carnap. Con ellos, existe una deuda declarada, aunque distante con el Círculo de Viena; empirismo lógico lo denomina el autor argentino.

García no lleva a cabo una exégesis y ni siquiera una hermenéutica de las cuatro fuentes principales. Su interés es otro. Se trata del talante de un verdadero pensador que, creativa pero respetuosa y rigurosamente, conoce otros autores, otras vertientes, otras líneas de trabajo e investigación, pero las emplea para sus propios intereses investigativos. La suya es la fundamentación epistemológica de la investigación en términos de interdisciplinariedad, lo cual lo conduce, frente a frente, a la complejidad.

García no entra en el debate –lo conozca o no- entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad. El *motto* de su atención son: los sistemas complejos. Vale recordar, contra García, que ya Nicolis y Prigogine habían distinguido tres cosas: sistemas complejos, fenómenos complejos y comportamientos complejos (Nicolis, Prigogine, 1994). No es lo mismo una cosa que la otra. En buena ciencia –como por lo demás en la buena literatura- no existen los sinónimos, antónimos, parónimos.

[29] Para una visión en profundidad del Círculo de Viena, véase (Stadler, 2010). Para una visión más actual y para entender el ocaso del proyecto del Círculo de Viena, véase (Edmonds, 2020).

De esta suerte, el interés de García es deudor enteramente del espíritu y la letra de Piaget, a saber: lo suyo es la epistemología; más exactamente una fundamentación epistemológica. Y su mirada apunta a la urgencia y la importancia de la interdisciplinariedad. El lenguaje es clásico: lo que está en juego es el objeto de estudio y las disciplinas con las que es posible elucidar dicho objeto. Tenemos con nosotros un pensador que se da a una tarea que es propia. No es ni el tema de la obra de Morin, ni tampoco el de las ciencias de la complejidad. Se trata de *fundamentar* la investigación interdisciplinaria. La epistemología emerge como faro indispensable.

Así las cosas, este capítulo se articula en cuatro momentos. En un primer lugar, de manera frontal, se trata de explorar y rescatar elementos en García que permiten allanar el problema de una teoría de los sistemas complejos. Sobre esta base, el panorama que emerge es el de las relaciones entre enfoque, teoría, epistemología y ciencia; cortes fines, donde los haya. A fin de elucidar este panorama el segundo argumento apunta hacia la importancia de la metateoría –un ámbito propio de las lógicas no-clásicas-. El tercer argumento avanza en la exploración de una teoría de la complejidad –digamos: de los sistemas complejos- y presenta los componentes del rompecabezas. La cuarta sección enuncia y describe en qué consiste y cómo es posible una teoría de la complejidad. Su desarrolla queda para otros trabajos aparte. Al final se extraen algunas conclusiones.

En el tejido de estos argumentos que soportan la tesis central de este capítulo, expresamente, quiero sostener que R. García constituye un escalón o un nivel fundamental; sin la menor duda.

Antes de pasar a los argumentos mencionados, cabe completar la Figura 1; esto es lo que hace la figura siguiente.

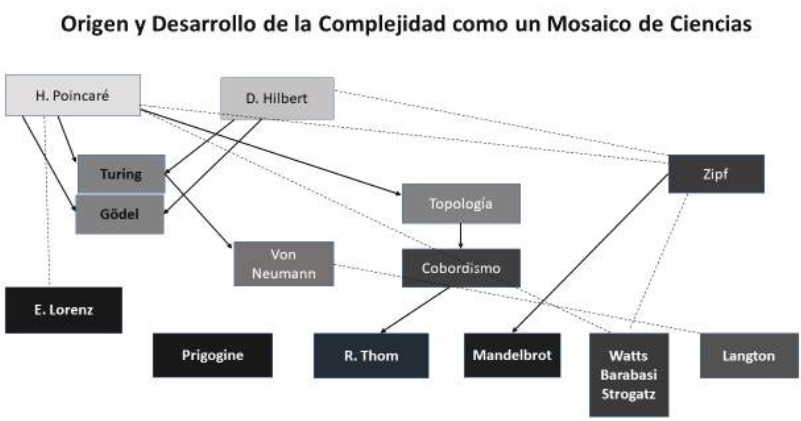


Figura 2. Origen y Desarrollo de las Ciencias de la Complejidad
Fuente: elaboración propia

La Figura 2 no pretende ser exhaustiva, sino señalar grosso modo las principales influencias directas en las que fueron originariamente las primeras de las ciencias de la complejidad: el caos, la termodinámica del no-equilibrio, la teoría de catástrofes, la geometría fractal, la ciencia de redes complejas y la vida artificial. El valor de la Figura 2 es relativo a la Figura 1. Aparecen principalmente algunos nombres. Pero en términos de ciencias, las ciencias de la complejidad se originan a partir de la física, la química, la biología, las matemáticas y las ciencias de la computación. Posteriormente, se ampliaron hacia las ciencias sociales y humanas; sin embargo, esta extensión debe quedar aquí de lado pues no es el motivo principal de este trabajo. Las líneas negras implican relaciones directas, en tanto que las líneas puntuadas se refieren a relaciones indirectas.

El sentido de las Figuras 1 y 2 es sencillamente el de ilustrar el paisaje conducente a una teoría de la complejidad. Y sí, una vez más: el mapa no es el territorio. Dicho esto, lo más importante, consiste en reconocer que para la génesis y referentes teóricos de García varios ejes de la Figura 2 son indispensables; así, por ejemplo, el reconocimiento de los trabajos de Thom y la teoría de las catástrofes, de Lorenz y la ciencia del caos y la ya mencionada derivación de Prigogine y Nicolis.

Quisiera decirlo de manera puntual: existe una cercanía mayor de García hacia las ciencias de la complejidad que hacia la obra de Morin. La razón no es difícil: la epistemología garciniana se funda en Piaget, y su conocimiento de la ciencia es claramente más sólido que el de Morin. Hay que decirlo con vistas a la posibilidad de una comprensión de la complejidad de corte latinoamericano.

2. El problema de una teoría de los sistemas complejos según R. García

Son muy pocos los autores –pensadores, teóricos, investigadores– que han visto la importancia del problema: carecemos de una teoría de los sistemas complejos. Aún peor: son muy pocos los académicos, filósofos y científicos que se han dado a la tarea de resolver el problema. R. García es uno de estos pocos.

Vayamos el origen del problema.

Cuando se crea el Instituto Santa Fe en Nuevo México, nace con una dúplice bandera: de un modo inaugurar y explorar las ciencias de la complejidad, un concepto acuñado originariamente en 1984. Al mismo tiempo, sin embargo, se formula un programa de investigación, a saber: desarrollar una teoría de la complejidad, la cual, verosímilmente, debería ser simple, y hallarse en la base de la explicación de los sistemas, fenómenos y comportamientos de complejidad creciente. M. Gell-Mann, P. Anderson, S. Kauffman son los principales adalides de esta segunda bandera.

Manifiestamente, ya antes del SFI existían otros centros e institutos dedicados a la complejidad. Notablemente, se trata del *Center for Studies of Nonlinear Dynamics* del Instituto La Jolla fundado en 1978), el *Santa Cruz Institute for Nonlinear Science*, a comienzos de los años 1980; el *Center for Nonlinear Science*, del Laboratorio Nacional de los Álamos, fundado en 1980, el *Institute for Non Linear Science,* de la Universidad de California en San Diego, fundado en 1981. Después de los anteriores, el SFI catapulta definitivamente el estudio de la complejidad, y

numerosos otros centros e institutos se empiezan a crear alrededor del mundo.

R. García hace explícito qué lo conduce a la necesidad de una teoría de la complejidad. No son otros autores. Son los problemas. Más exactamente, la necesidad de una teoría de la complejidad es directamente proporcional a la complejidad de los problemas alimentarios ecológicos y sociopolíticos. La introducción general a (García, 2006) así lo pone en evidencia. En otras palabras, es el tejido del calentamiento global y la crisis climática, la subsiguiente crisis alimentario que genera la crisis climática, y los temas y problemas de gestión –digamos: sociales, económicos, culturales y políticos– los que hacen inescapables dos cosas: de un lado, la interdisciplinariedad; y de otra la necesidad de una comprensión integrada de los problemas y sus soluciones. Los buenos investigadores, no sin autores, lecturas y estados del arte, se deben a los problemas. La elaboración del estado del arte es subsidiaria de la concepción de problemas. Conceptual o teóricamente, los problemas que se encuentran en la base de las reflexiones de García dependen directamente de la epistemología genética. Esta última expresión no quiere decir otra cosa que la fundamentación de la epistemología es empírica. En rigor, en el marco de la complejidad sería más preciso hablar de un fundamento naturalista de epistemología, en una referencia a una historia que se origina quizás con Quine (1969) –una obra que García conoce–, atraviesa por Maturana y Varela (1990) y se proyecta a través de Solé y Goodwin (2000) hasta Kauffman (2019), entre varias otras referencias. Una epistemología naturalizada hace referencia a métodos científicos naturales.

Teoría tiene en García una acepción meramente denotativa; esto es, hace referencia a un trabajo de conceptualización que permite explicar o comprender, en su caso como en el nuestro, los sistemas complejos, que son esencialmente abiertos. Hay que decir que para García el término “teoría” no tiene una connotación determinada y sí, más bien, es un concepto operativo. Habla de la teoría de von Bertalanffy, la teoría de Piaget, la teoría de Prigogine, notablemente, pero tan sólo en su acepción epistemológica. Sin

embargo, sí asume tácitamente la concepción de R. Merton: las teorías de las ciencias sociales son teoría de rango medio (*middle-range theories*, en Merton). Dice García: "En las ciencias sociales no hay teoría que tengan una capacidad explicativa equivalente a la que tienen las teorías físicas" García, 2006: 132).

No obstante, García avanza en la exposición de los elementos de una teoría de sistemas complejos. Puntualmente dichos estos son (García, 2006, págs. 122 y sigs.):

Dado que los sistemas complejos son sistemas abiertos, una teoría –explicación– de la complejidad debe a las transformaciones estables (Prigogine) o transformaciones reversibles (Piaget) que atiendan por tanto a las perturbaciones.

Es importante atender a las jerarquías de los sistemas complejos; mediante esta expresión se quiere significar que se atienden a los subsistemas y las relaciones entre sí de los subsistemas.

Un subsistema incide sobre el funcionamiento del sistema total. En esto consiste la función. Simple y llanamente, se trata de atender a las interacciones entre las partes y el todo.

Los sistemas tienen límites, establecidos por sus relaciones con los entornos. Es preciso, por tanto, considerar las condiciones en los límites o condiciones de contorno, lo cual juega un papel esencial en la teoría de los sistemas complejos.

Los sistemas complejos son fluctuantes. Ello significa que aparecen continuamente procesos de estructuración y desestructuración. Todo sistema complejo actúa en un medioambiente determinado y se autoorganiza.

No debe quedar ninguna duda. Para García, una teoría de la complejidad es matemática (García, 2006: 132). Sin embargo, el autor argentino no tiene para nada en cuenta la diferencia entre las matemáticas de sistema continuos y las de sistemas discretos.

Una teoría de la complejidad debe saber que los fenómenos complejos son caóticos; esto es, impredecibles:

digámoslo de manera radical: esencialmente imprevisibles. García es cauteloso al respecto.

La mejor capacidad explicativa descansa en los modelos matemáticos.

Como se aprecia sin dificultad, los elementos de una teoría de la complejidad son ocho, sin que ello implique, en absoluto, un ánimo enumerativo. Sencillamente, una presentación analítica.

No pretendo decir aquí que los elementos de una teoría de la complejidad en la línea de García sean desconocidos, o que sean novedosos. Su valor estriba en el esfuerzo analítico, esto es, epistemológico de condensación y exposición. No existe, *to the best of my knowledge*, un trabajo semejante. Ni siquiera entre los autores reunidos alrededor de las ciencias de la complejidad.

La finalidad de una teoría de la complejidad, a la cual expresamente se refiere García, es la de construir un aparato epistemológico que permita distinguir cuáles son sistemas complejos y cuáles no. Significativamente, no todo es complejo, y no es ni bueno ni deseable que las cosas sean complejas. Digámoslo de manera directa: una teoría de la complejidad no es una teoría sobre todas las cosas, pues sería entonces superficial. Una teoría que explica todas las cosas no explica nada. Existen numerosos y suficientes ejemplos alrededor, tales como la astrología, la numerología y varios más. García dedica largas páginas a poner en claro qué son los sistemas complejos y, consiguientemente, que no a todo se lo puede (o se lo debe denominar como tal). Huelga señalar que, por decir lo menos, existe lo simple y existe también lo complejo. La ciencia normal –en el sentido más amplio pero fuerte de la palabra, se ocupa de lo simple.

De hecho, el concepto de ciencia en García es genérico y asume la noción moderna, sin miramiento alguno. García no logra reconocer las revoluciones científicas que representan la mecánica cuántica y la teoría de la información. Para él, se trata simplemente de momentos de la ciencia moderna, pues sí se refiere a una o a la otra en diversos pasajes, pero bajo la sombrilla clásica. Lo complejo demanda de interdisciplinariedad, para decirlo escuetamente con el autor

argentino. El trabajo de fundamentación epistemológica de García estriba exactamente en la fundamentación de la interdisciplinariedad. Incluso, como lo señala en diversos pasajes de su trabajo de 2006, se trata de la interdisciplinariedad; no de la multi o de la transdisciplinariedad. Dicho, *tout court*, "un sistema complejo es (…) una totalidad organizada" (García, 2006: 21).

Pues bien, quisiera precisar la caracterización de los elementos de una teoría de la complejidad al decir de García. Estos, implican una teoría de las perturbaciones, tanto como una teoría de las fluctuaciones. Estas dos teorías ya existen. (Dejo aquí, por razones de espacio y delimitación del tema referencias de, y ampliaciones a, las mismas). Asimismo, se trata de una teoría nodal o relacional que no es otra cosa que la ciencia de redes complejas, la cual se articular, de base, en las redes aleatorias, las redes libres de escala y las redes de mundo pequeño. García no se refiere explícitamente a la ciencia de redes complejas, pero hoy, casi veinte años después del libro fundamental de R. García, se la puede señalar explícitamente. Asimismo, la importancia del contorno –como lo dice el autor argentino- hace referencia a la ecología, aun cuando no lo diga así explícitamente, pero de la cual sí habla de manera directa ya desde la Introducción a su libro. Los desarrollos de la ecología han sido sólidos y sorprendentes y ya hoy no se agota en una perspectiva simplemente planetaria. Dos elementos adicionales son la autoorganización y el caos. Prácticamente la totalidad de los investigadores en ciencias de la complejidad coinciden sin dificultad alguna en la importancia y los alcances de ambos. Finalmente, cabe señalar la importancia de las matemáticas. Sin embargo, García no se refiere para nada a la distinción entre la matemática de sistemas continuos y la matemática de sistemas discretos. Las matemáticas de la complejidad son de sistemas discretos.

CIENCIAS, DISCIPLINAS, ENFOQUES	AUTORES
Teoría de las perturbaciones	Lagrange, Laplace, Dirac
Teoría de fluctuaciones	Landau, Lifschitz, Onsager, Prigogine
Autoorganización	Kauffman
Sistemas abiertos	Von Bertalanffy, von Foerster, Solé
Ecología	Odum, Lovelock
Caos	Lorenz
Ciencia de redes complejas	Watts, Strogatz, Barabasi
Matemáticas	Erdös, Kruskal, Hammer

Tabla 1: Elementos de una Teoría de los Sistemas Complejos, según R. García. Fuente: Elaboración propia

Hay que decir, inmediatamente, que a la Tabla 1 hay que agregar, como una herramienta propia al modelamiento y la simulación. Los autores mencionados en la segunda columna no aparecen en la obra de García; se trata, sencillamente, de una contribución a fin de hacer explícitos los componentes articulares de la complejidad.

Digamos, a título de precisión que cuando García habla de la simulación –que es ciertamente una de las herramientas propias de las ciencias de la complejidad" la interpreta –erróneamente- como un instrumento analítico. En efecto, dice: "Los modelos parciales constituyen un instrumento valioso de análisis cuando se les utiliza en el llamado "método de simulación" (García, 2006: 136). Hay que decir las cosas: un autor como H. Pagels tiene, de lejos, una comprensión mucho mejor acerca de las relaciones entre complejidad y computación (Pagels, 1991).

3. Ampliando y completando el rompecabezas

Existe en general en el mundo académico y científico, y a fortiori, en los sistemas de organización y gestión del conocimiento una amplia confusión. Se trata de las relaciones entre enfoque, teoría, epistemología y ciencia. Esta confusión es

tanto más evidente en las áreas, en general, de quienes trabajan o se interesan en complejidad.

García define una teoría de los sistemas complejos como una teoría constructivista, exactamente en el sentido y en la derivación misma de los enfoques piagetianos (García, 2000). Explícitamente, en (García 2006) afirma que en su libro (García 2000) ha desarrollado ampliamente las bases epistemológicas de la teoría de los sistemas complejos (ibid., p. 183). Esto es, se trata de una teoría empírica –no empirista– cuyos observables son interpretaciones e implican de entrada una construcción con cierto grado de elaboración (ídem).

A pesar de la propia interpretación de García, considero que lo que lleva a cabo en su libro (García, 2006) es bastante mejor, más elaborado y propicio –de cara a la complejidad– que lo que desarrolla en (García, 2000). Como es sabido, muchas veces, la interpretación propia de un autor no siempre coincide con lo que efectivamente lleva a cabo. Mejor, dicho en general: una cosa es lo que dice un autor de su obra, y otra, muy diferente, lo que dice la obra misma.

Así, la aparente confusión entre teoría, enfoque, epistemología y ciencia queda dirimida; algo que no puede decirse desde el esquema de la ciencia normal, de corte marcadamente positivista *–avant, ou après la lettre–*. García parte de la asunción de que los sistemas complejos son observables, si bien no están basados en datos sensoriales. Sin embargo, una mirada a la mecánica cuántica, con sus diferentes articulaciones –física cuántica, química cuántica, biología cuántica, tecnologías basadas en principios o comportamientos cuánticos y las ciencias sociales cuánticas– pone suficientemente en evidencia que los temas y problemas constitutivos de la cuántica son altamente contraintuitivos. Esto es, no se fundan en el primado de la percepción natural. Literalmente, no son observables.

En cualquier caso, es claro que, en la mejor tradición fundada, de un lado, en Piaget, pero, de otra parte, en la epistemología francesa –Koyré, Bachelard y Canguilhem – que constituyen las verdaderas simientes de la epistemología, *stricto sensu*-, la epistemología funge como garante de la práctica, la

racionalidad y los criterios de la ciencia. García no alcanza a llegar a esa instancia en la que la epistemología queda integrada en la historia y la filosofía de la ciencia –una historia que encuentra sus raíces en la tradición anglosajona, de Kuhn a Popper, de Lakatos a Laudan, en fin, de Rescher a Feyerabend y Hempel, por ejemplo–.

Digamos, *en passant*, que, desde una perspectiva latinoamericana, sería deseable conocer y dominar ambas vertientes, además de la alemana, notablemente. Existe un sólido y ya largo trabajo de historia y filosofía de la ciencia en América Latina. Los trabajos sobre complejidad no pueden aislarse de esta vertiente del pensamiento.

No es suficiente con formular una teoría en ciencia, hoy por hoy. Además, es preciso señalar de qué clase de teoría se trata. Existen diversas familias de teorías. De un lado, están las teorías físicas –o fisicalistas-, que tienen un umbral muy bajo al error. Son este tipo de teorías las que reclaman criterios tales como confirmación, verificación, contrastación y falseación. Son el modelo de una teoría científica, ciertamente a partir del Círculo de Viena, y desde entonces hasta la fecha. Un solo error, una sola observación, un solo contraejemplo puede echar por tierra una teoría semejante; pero cualquier cantidad de confirmación no serán suficientes para mantener una teoría de esta índole.

Una segunda familia de teorías son las biológicas. Por ejemplo, en genética, o la propia teoría de la evolución. Las teorías de carácter biológico se caracterizan por escalas de tiempo magníficas, inmensamente más amplias que las de corte físico. La microevolución permite aprender a pensar en términos, por ejemplo, de miles de generaciones –dado el hecho de que está suficientemente establecido, gracias al estudio de la *Drosophila melanogaster* que una mutación genética tiene lugar en promedio cada cuarenta mil generaciones-. Por su parte, el mismo tiempo, la teoría de la macroevolución permite y exige

pensar en términos de millones de años. La biología tiene, dicho en general, una densidad inmensamente mayor que la física[30].

De otra parte, una tercera familia importante de teorías científicas son las matemáticas. Es posible correr un programa computacional miles o millones de veces y sin embargo es perfectamente posible que no se alcance una teoría o explicación satisfactoria. El mejor ejemplo es la función Z de Riemann, la cual no ha podido ser hallada a pesar de tiempos, series, confirmaciones y falseaciones innumerables. Las teorías matemáticas admiten criterios perfectamente distintos a los de las ciencias físicas o biológicas.

Pues bien, el campo en el que es posible estos descubrimientos es el de la metateoría, un capítulo destacado, dicho en general, de la filosofía de la ciencia, en general, y de las lógicas no-clásicas, en particular. La metateoría se ocupa de las posibilidades, condiciones, límites y capacidades de una teoría; en general, o en un campo en particular.

Quisiera sugerir que la metateoría encuentra su primero y más importante punto de apoyo arquimédico en los trabajos de Gödel –detrás de los cuales se encuentra el programa Hilbertiano formulado en 1900 (Gray, 2006)–. Así, el conjunto de problemas definitorios de la metateoría tiene que ver con la definabilidad, la capacidad expresiva (computacionalmente hablando), la consistencia o inconsistencia, los tiempos y la amplitud de un modelo o una teoría (Urquhart, 2007; Shapiro, 2005; Peña, 1993). No en última instancia, la semántica misma de un corpus explicativo o comprensivo (Van Frassen, 1987). Varias líneas se derivan subsecuentemente. Entre estas cabe destacar la distinción sintáctica y semántica de las teorías, los sistemas combinatorios y, muy importante, la clasificación –no jerarquía– de las teorías. Significativamente, existen y son posibles teorías inconsistentes, paraconsistentes, superconsistentes y subdeterminadas (Maldonado, 2019; 2020). Hay que decir que García desconoce u omite por completo

[30] La *Drosophila melanogaster* es a la genética lo que la *Araboidopsis thaliana* es a la botánica, o la *Aplysia* a las neurociencias. Varios otros ejemplos conspicuos peuden menckionarse en otros dominios.

cualquier referencia sobre este panorama, presentado aquí de manera sucinta. Desde el punto de vista lógico y filosófico, bien intencionada, la perspectiva de García es ingenua.

No obstante, sí hay que resaltar –y este es el alcance máximo de este texto; o lo que es equivalente, el alcance máximo de la mirada garciniana sobre una teoría de los sistemas complejos-, lo más promisorio se encuentra en los elementos de una teoría de la complejidad, señalados en la Tabla No. 1, ariba. Quiero expresamente sugerir que esta es la mejor propuesta, de cuño latinoamericano, al problema. Es a partir de esta plataforma, por así decirlo que cabe trabajar, consecuentemente, en la exploración y formulación de una teoría de la complejidad, inexistente hasta la fecha.

4. El esbozo de una teoría de los sistemas de complejidad creciente

Una pregunta emerge inmediatamente: las ciencias de la complejidad –o el pensamiento complejo; para el caso da igual–, ¿pueden comprenderse, sin más ni más, con base en una teoría de carácter constructivista, en el sentido piagetiano de la palabra? A favor de García, nadie ha sugerido y menos explorado una vía semejante. En contra de García, hay que decir que el constructivismo no es enteramente satisfactorio de cara a una teoría de fenómenos esencialmente incompletos, fluctuantes, marcados por no-linealidad, en entornos en los que los ecosistemas de conocimiento crecen y cambian incesantemente. Demasiada carga recae sobre la epistemología –que ciertamente es para Piaget una especie de *scientia magna*, *mutatis mutandi*–, y sobre la identificación de lo que García identifica como las relaciones, las jerarquías, las estructuras construidas por el investigador. La carga de subjetividad es demasiado importante. Exactamente las mismas observaciones se han hecho en otro contexto sobre obras semejantes (cfr. Berger, Luckmann, 1995). Hay que decir que, a pesar de García, el constructivismo de Piaget fue objeto de críticas fuertes y bien fundadas (Babakr *et al*., 2019; Alanazi, A., 2016; Osborne,

2014). Significativamente, estas críticas proceden todas –o se fundan en– la educación y la pedagogía. No es el objeto de este trabajo resumir o presentar las críticas al constructivismo piagetiano.

La teoría sugerida por García podría muy bien denominarse una teoría reticular dado que se compone de, o se articula como, un abanico que incluye desde la teoría de perturbaciones hasta la matemática[31]. Hay que decir abiertamente, que los elementos para una teoría de la complejidad apuntalados por García se orientan en la buena dirección, en general. En esto, García es bastante más acertado que lo que el pensamiento complejo jamás podría imaginar[32].

Una teoría de la complejidad es, en realidad, por lo menos desde el punto de vista arquitectónico, la composición de diversas otras teorías; teorías, modelos, semánticas, métodos y metodologías, aproximaciones y enfoques. Por ejemplo: la autoorganización, la inteligencia de enjambre, la teoría de la complejidad computacional, y varias otras (Maldonado, 2019). Es exactamente por estas razones que, necesariamente, el ámbito en el que entra el tema, el problema, y acaso la tarea, es el de la metateoría. Un ámbito muy escasamente trabajado por parte de complejólogos; nuevamente, aquí o allá.

Evidentemente, el tema no hace referencia, en absoluto, a una lista; y ni siquiera, así sea a título metafórico, a un mosaico. Dicho de modo general, una teoría de la complejidad es una teoría de otras teorías. Pero no cualesquiera. Pues bien, no hay absolutamente ninguna teoría en ningún ámbito del conocimiento que tenga o exhiba estas características. Ni siquiera las dos mejores teorías jamás desarrollas en la historia de la humanidad, por su capacidad explicativa: la teoría de la evolución –que es una teoría incompleta que ha venido siendo,

[31] Digamos de pasada, que la adopción de las matemáticas por parte de García es demasiado vaga. Las matemáticas de la complejidad son, manifiestamente, matemáticas de sistemas discretos; no matemáticas de sistemas continuos. Habría necesidad, con un despacio mayor de precisar y ampliar esta idea.

[32] Sin que, en absoluto, sea el tema más importante, vale la pena leer y releer aquí y allá las referencias que García hace a la obra de Morin. Omito aquí cualquier puntualización; basta con una (re)lectura de los textos más importantes de García.

gradualmente, complementada; y la mecánica cuántica, de lejos la teoría más testeada, confirmada, falseada, en la historia de la humanidad. La mecánica cuántica es esa teoría sin la cual nada más puede ser explicado. Una teoría de la complejidad debe o bien incorporar, o bien atravesar, por la mecánica cuántica. Con una dificultad: existen a la fecha más de veinte interpretaciones de la misma (Maldonado, Giraldo, 2022).

Los sistemas complejos son abiertos, pero también inacabados. Su dinámica es estrictamente no-lineal. Técnicamente hablando, coinciden con los temas y problemas estudiados por las ecuaciones Navier-Stokes; por lo demás, como es sabido, los problemas P versus NP no han sido demostrados a la fecha, supuesto el marco amplio en el que se inscriben. Se trata de retos magníficos; ambos, las ecuaciones Navier-Stokes y los problemas P versus NP forman parte de los Problemas del Premio Milenio (Carlson *et al*., 2006).

Digámoslo de manera expresa: no todas las cosas, no todos los problemas no todos los fenómenos o sistemas con complejos, en el sentido exacto de la palabra. Este reconocimiento conduce directa e inmediatamente a la identificación de cuáles y por qué razones un problema puede ser llamado como complejo. Hay ya algún trabajo adelantado en esta dirección; se trata del esbozo de una teoría de problemas complejos (Maldonado, 2022).

Una teoría de la complejidad atraviesa –o incorpora-, manifiestamente por una serie de dominios absolutamente inevitables: la biología y las matemáticas, la física y la historia, pero, a fin de evitar el cientificismo (= las teorías científicas sólo saben de ciencia; un enunciado trivial) deben poder saber de arte y de estética. Si a las ciencias de la complejidad les ha caído la crítica –en principio perfectamente justa- de cientificismo, una teoría de la complejidad no puede abstenerse de los más complejos de todos los fenómenos: los naturales, incluidos los seres humanos.

En otras palabras, en su sentido amplio y desprevenido, la buena ciencia hoy por hoy no se hace (solamente) con conceptos, experimentos, categorías y demás; además –y quizás fundamentalmente– también se hace con tropología –una

simbiosis que se dice fácilmente pero que es muy difícil de llevar a cabo–. Al fin y al cabo, nadie entiende el mundo y la naturaleza, el universo y la vida con base una ciencia, y no en otras; en términos compartimentados o jerárquicos. Y, sin embargo –he aquí una idea que habrá de resaltar siempre– pluralidad o multiplicidad no significan en modo alguno relativismo. Lo que busca la buena filosofía, la buena ciencia, la buena literatura, por ejemplo, es entender las cosas; pero éstas no se entienden con base en áreas, dominios, experticias, campos y demás.

Dicho sin más ni más, una teoría de la complejidad es bastante más que epistemología o puramente ciencia, bastante más que sólo filosofía, notablemente. Una analogía cabe aquí perfectamente: la mecánica cuántica permitió, históricamente hablando, el nacimiento, primeo de la física cuántica, luego de la química cuántica, posteriormente de todas las tecnologías basadas en principios o comportamientos cuánticos, al cabo, de la biología cuántica y finalmente, de las ciencias sociales cuánticas[33]. Con ello, la robustez de esta se hizo evidente, y mostro su frugalidad.

Lo que esto significa es básico: dicho en general, las teorías no solamente permiten ver (nuevas) realidades, sino, además, sirven para responder ciertos interrogantes. La inteligencia o la dificultad estriba entonces en saber qué preguntas se le formulan a la teoría. Así las cosas, existe una dificultad enorme: el pensamiento complejo, las ciencias de la complejidad, la ciencia de sistemas, o la cibernética, para mencionar tan sólo cuatro áreas próximas no formulan siempre las mismas preguntas y, en muchas ocasiones, formulan incluso interrogantes erróneos.

Quizás un dúplice denominador común para allanar esta dificultad sea, de un lado, el tema de la complejidad *creciente* de los fenómenos, del universo, de los sistemas vivos. En buena

[33] Con respecto a las ciencias sociales cuánticas, cfr. Maldonado, C. E., (2019) "Quantum Theory and the Social Sciences", en: *Momento. Revista de Física*, 59E, Octubre, págs. 34-47; https://doi.org/10.15446/mo.n59E.81645; disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/81645

complejidad no es suficiente con hablar de dinámicas complejas; más exactamente, se trata de fenómenos crecientemente complejos; esto es, que ganan en grados de libertad. De otra parte, al mismo tiempo, se trata del problema de la flecha del tiempo. Este denominador conduce frontalmente al problema de la entropía, y con ella, a la asimetría de la flecha del tiempo. Un gran terreno se ha ganado, recientemente. Semánticamente, por lo menos, cabe distinguir la entropía y la sintropía (cfr. Caligiuri, 2022). Este dúplice problema ha sido ya perfectamente identificado (Linewaever *et al*., 2013).

Al cabo, digamos a favor de García y unos muy cuantos investigadores que trabajan expresamente en el tema mencionado, que el estudio de la complejidad sí completa apenas, en términos demográficos, a partir de su institucionalización en Centros, Institutos y Postgrados alrededor del mundo apenas dos generaciones, grosso modo, a la fecha. La masa crítica en complejidad es amplia y creciente. Dicho eufemísticamente, hay aún muchas oportunidades.

5. Conclusiones

Varias analogías son posibles, y necesarias, aquí. Existe una bioética anglosajona, una bioética europea y, asimismo, una bioética latinoamericana. Existe una filosofía latinoamericana, ampliamente consolidada. Existe una perspectiva jurídica con notables contribuciones de América Latina. Pues bien, la idea gruesa que defiende este capítulo es que R. García es, sin duda alguna, una de las vertientes más sólidas para desarrollar lo que podríamos llamar complejidad modo latinoamericano. Hay autores, textos, artículos, tesis sobre autores de América Latina y sus especificidades y contribuciones al estudio de la complejidad de corte latinoamericano.

Esta posibilidad no significa fragmentar el conocimiento. Por el contrario, se trata de señalar, de manera expresa, que el pensamiento tiene siempre un resorte cultural. Podemos ser universales y particulares al mismo tiempo. Una complejidad modo latinoamericano encuentra en la obra de R. García un

pivote insustituible y necesario. Además, naturalmente, ya queda dicho, de los enfoques morinianos y el de las ciencias de la complejidad que, pudiera pensarse, pudiera estar anclado a una cierta tradición norteamericana y europea.

El español es, hoy por hoy, una lengua menor en ciencia en el mundo. Ciencia en el sentido amplio, desprevenido, incluyente, pero riguroso de la palabra. La obra de García puede allanar esta circunstancia. Este es el primer motivo de este trabajo. Una ampliación de esta idea conduce tanto a una historia, como a una sociología del conocimiento o de la complejidad en América Latina. Ya hay algunos pasos que han sido dados en esta dirección. Técnicamente dicho, por decir lo menos, se trataría de un *review paper*. O de un señor libro.

Ahora bien, la propuesta principal de este texto es que, para los fines anteriormente mencionados, existe un problema que nadie ha podido resolver hasta la fecha, a saber: qué es, cómo es posible una teoría de la complejidad. En general, los trabajos de R. García contribuyen a avanzar en esta dirección; de manera puntual (García, 2006). América Latina, dicho acaso de manera editorialista, puede resolver este problema.

En diversos momentos entre trabajo pasó por temas referidos a los orígenes de la complejidad, en un sentido o posición en una vertiente o en otra. Este no es, de modo alguno el foco de este texto. Sin embargo, un pasaje semejante era necesario en el esfuerzo de elucidación de un problema bastante poco evidente: debe ser posible una teoría de la complejidad *dada su inexistencia*.

La finalidad de este capítulo no ha sido, expresamente, la de formular una teoría de la complejidad, sino, la de destacar en la obra de R. García, los méritos suficientes que apuntan en la dirección correcta. La buena ciencia –en sentido amplio e incluyente– es imposible sin una buena teoría. Nadie en el espectro hispanohablante, en la comunidad de académico y e investigadores en torno a complejidad ha apuntado expresamente al tema de manera tan franca como Rolando García. De manera generosa, pero metafórica, García es algo así como Abraham: nos habla de la tierra prometida, nos acerca a ella, pero él no podrá conocerla.

Sistemas complejos es un trabajo de alto calado, superior incluso a lo que el propio autor interpreta. Queda dicho. Con optimismo, cabe decir que América Latina puede, gracias al faro garciniano, mirar en una dirección innovadora que condujo a los más prestigiosos investigadores del SFI a un camino sin salida. La meta es absolutamente válida. El camino de muchos de los investigadores del SFI fue equivocada.

La buena investigación se hace en la errancia, con mucha libertad, sin ataduras previas, de ninguna clase. R. García ha apuntado su índice en una dirección afortunada. Como numerosas veces se ha dicho en la literatura, debemos mirar en la dirección del índice, no a la mano que señala el horizonte. Un recorrido riguroso al estado-del-arte pone en evidencia que ya existen algunos avances hacia el horizonte apuntalado por García. Todo dependerá de la capacidad de apuesta, de riesgo, de juego o desafío de un investigador(a) determinado, o de un grupo de investigación.

Una teoría de los sistemas complejos no existe; pero es posible. A título exhortativo, como sostenía en otro contexto D. Hilbert: *wir müssen wissen, wir werden wissen*, en contra del *ignorabimus*.

Un magnífico motivo de inspiración.

Una observación final se impone. A la fecha, el español es una lengua menor en ciencia y en filosofía. La *lingua franca* sigue siendo el inglés. Es obligatorio decir que esta circunstancia no hace referencia únicamente a motivos lingüísticos. Hay una agenda oculta detrás de este fenómeno, que esconde realidades políticas y económicas. Adicionalmente, los países latinoamericanos son enormes, lo cual impide un acercamiento físico y un encuentro, análogamente a lo que sucede, por ejemplo, en Europa. (Europa, digámoslo con J. Barzun, esa península de un continente que se cree un continente[34]. Europa es, bien visto, la península de Asia).

Las ediciones universitarias, notablemente, de los países latinoamericanos se producen básicamente para consumo local.

[34] Véase, J. Barzun, From Daw to Decadence. 1500 Years to the Present. 500 Years of Western Cultural Life, New York, HayperCollins, 2000.

En países como México o Argentina, por ejemplo, las ediciones de la UNAM o de la UBA son prácticamente desconocidas en el resto de cada país. Afortunadamente, el desarrollo de internet y la importancia de la altmetría ha permitido que las ediciones digitales, cuando están disponibles sean conocidas en otras regiones (sur de América del Sur; el norte de América del Sur, el Caribe, Centroamérica y México, artificiosamente situado como parte de Norteamérica).

Significativamente, los gobiernos de Nuestra América (Vasconcelos) no han emprendido políticas y acciones tendientes a integrar fuertemente la cultura, la ciencia, la filosofía y las artes de nuestros países. Sin embargo, este no es el único camino de acción. Desde abajo, numerosas redes vienen creándose y fortaleciéndose, permitiendo así superar las distancias físicas.

Como quiera que sea, es imperativo que los autores latinoamericanos se lean recíprocamente, se comenten y critiquen, se fortalezcan y crezcan en medio del diálogo y del debate. Por ejemplo, no existe una historia de la ciencia latinoamericana. Y con respecto a la filosofía, tampoco existe lo mismo, a menos que se reduzca la filosofía en América Latina a la filosofía latinoamericana (encomiable, como es, pero reduccionista cuando se mira el mosaico amplio).

R. García es un estupendo motivo un muy buen ejemplo de una tarea pendiente. Siempre hay un comienzo, y siempre hay más de una puerta abierta.

6. Bibliografía

Alanazi, A., (2016). “A Critical Review of Constructivist Theory and the Emergence of Constructionism”, en: *American Research Journal of Humanities and Social Sciences*, vol. 2, págs. 1-8; doi: 10.21694/2378-7031.16018

Babakr, Z. H., Mohamedamin, P., Kakamad, K., (2019). “Piaget's Cognitive Developmental Theory: Critical Review”, en: *Education Quarterly Reviews*, vol. 2, No. 3, págs. 517-524; disponible en: https://eric.ed.gov/?id=EJ1274368

Bar-Yam, Y., (1992). *Dynamics of Complex Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley

Bedau, M. A., and Cleland, C. E., (Eds.), (2010). *The Nature of Life. Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*. Cambridge: Cambridge University Press

Berger, P. L., Luckmann, T., (1995). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu

Caligiuri, L. M., (2022). "QED coherence in matter, syntropy and the coherent domains as storing "devices", en: *J. Phys.: Conf. Ser*., 2197 012004; disponible en: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2197/1/012004/pdf

Carlson, J., Jaffe, A., and Wiles, A., (Eds.), (2006). *The Millenium Prize Problems*. Cambridge, MA: The Clay Mathematics Institute-The American Mathematical Society

Casti, J. L., (1995). *Complexification. Explaining a Paradoxical Wolrd Thourgh the Science of Surprise*. New York: HarperPerennial

Chamak, B., (1997). *Le groupe des dix. Ou les avatars des rapports entre science et politique*. Paris: Éditions du Rocher

Cowan, G. A., Pines, D., Meltzer, D., (1999). *Complexity. Metaphors, Models, and Reality*. Cambridge, MA: Perseus Books

Edmonds, D., (2020). *The Murder of Professsor Schlick. The Rise and Fall of the Vienna Circle*. New Jersey: Princeton University Press

Érdi, P., (2008). *Complexity Explained*. Springer Verlag

García, R., (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa

García, R., (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa

García, R., (1997). *La epistemología genética y la ciencia contemporánea*. Barcelona: Gedisa

García, R., (1994). "Interdisciplinariedad y sistemas complejos", en: Leff, Enrique (comp.), *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Barcelona: Ed. Gedisa-UNAM

Gray, J. J., (2006). *El reto de Hilbert. Los 23 problemas que desafiaron a la matemática*. Barcelona: Crítica

Kauffman, S., (2019). *A World Beyond Physics. The Emergence & Evolution of Life*. Oxford: Oxford University Press

Lewin, R., (1995). *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets

Linewaever, C. H., Davies, P. C. W., and Ruse, M., (Eds.), (2013). *Complexity and the Arrow of Time*. Cambridge: Cambridge University Press

Maldonado, C. E., (2022) "Teoría de los problemas complejos". *Cinta De Moebio. Revista De Epistemología De Ciencias Sociales*, (74), 109–120. Doi: https://doi.org/10.4067/S0717-554X2022000200109. Recuperado a partir de https://cintademoebio.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/68415

Maldonado, C. E., (2021) "Biological Hypercomputation: Social and Political Implications", en: E. Elliott and L. D. Kiel, *Complex System in the Social and Behavioral Sciences. Theory, Method and Application*, Ann Arbor: University of Michigan Press, págs. 343-364

Maldonado, C. E., (2020). *Pensar. Lógicas no-clásicas*. Bogotá: Ed. Universidad El Bosque, 2ª Edición

Maldonado, C. E., (2019) "Solving the Puzzle of a Theory of Complex Systems", en: *Gazeta de Antropología*, 35 (2), artículo 3; disponible en: http://hdl.handle.net/10481/59600

Maldonado, C. E., (2017) "Matching the Unmatchable. Complexity theory and quantum theory", en: *Neuroquantology*, Vol. 15, No. 3, September, pp. 125-129, doi: 10.14704/nq.2017.15.3.1046; disponible en: https://www.neuroquantology.com/index.php/journal/article/view/1046/860

Maldonado, C. E., Maldonado, C. E., (2015) "Biological Hypercomputation: A New Research Problem in Complexity Theory", en: *Complexity*, Vol. 20, Issue 4, págs. 8-18; doi: https://doi.org/10.1002/cplx.21535; disponible en: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cplx.21535

Maldonado, C. E., (2009a) "Evolución, teoría de las extinciones y complejidad", en: *Acta biológica colombiana*, Vol. 14 S, págs. 285-302; disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v14s1/v14n4a18.pdf

Maldonado, C. E., (2009b) *Complejidad: Revolución científica y teoría* (Editor Académico), Bogotá, Editorial Universidad del Rosario, libro, pp. 1-240; capítulo: "Exploración de una teoría general de la complejidad", págs. 113-143

Maldonado, C. E., (2007a) *Complejidad: Ciencia, pensamiento y aplicaciones* (Editor), Bogotá: Universidad Externado de Colombia, Capítulos: "Complejidad y evolución", págs. 17-36, y "El problema de una teoría general de la complejidad", págs. 101-132

Maldonado, C. E., (2007b). *Antropología fractal*. F. López Aguilar y F. Branbila Paz (compiladores), coautor; capítulo: "El problema de una teoría general de la complejidad de fractales". México, D.F.: Centro de Investigación en Matemáticas, págs. 9-24

Maldonado, C. E., (2003) "El problema de la teoría del conocimiento y el estudio de los sistemas complejos", en: *Praxis Filosófica*, No. 17, págs. 103-120; doi: https://doi.org/10.25100/pfilosofica.v0i17.3057

Maldonado, C. E., Giraldo, J., (2022). *El mundo es cuántico. Una teoría a partir de las múltiples interpretaciones de la mecánica cuántica*. Bogotá: Ed. Desde Abajo

Maturana, H., Varela, F., (1990). *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento*. Santiago de Chile: Dolmen

Meyers, R. A., (Editor-in-Chief), (2009). *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. Springer Verlag

Midgley, G., (Ed.), (2003). *Systems Thinking. Vol. I: General Systems Theory, Cybernetics and Complexity. Vol. II: Systems Theories and Modelling. Vol. III: Second Order Cybernetics, Systemic Therapy and Soft Systems Thinking*. London: Sage Publications

Mitchell, M., (2009). *Complexity. A Guided Tour*. Oxford: Oxford University Press

Morin, E., (1970). *Le journal de Californie*. Paris: Éditions du Seuil

Nicolis, G., Prigogine, I., (1994). *La estructura de lo complejo*. Madrid: Alianza

Osborne, J. (2014). "Constructivism: Critiques". en: Gunstone, R. (Eds.), *Encyclopedia of Science Education*, Dordrecht: Springer Verlag; doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_344-2

Pagels, H., (1991). *Los sueños de la razón. El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*. Barcelona: Gedisa

Peña, L., (1993). *Introducción a las lógicas no-clásicas*. México, D. F.: Ed. UNAM

Piaget, J., (1985). *La construcción de lo real en el niño*. Barcelona: Crítica

Piaget, J., (1984). *El criterio moral en el niño*. Barcelona: Martínez Roca

Quine, W. V. O., (1969). "Epistemology naturalized", en: *The Journal of Philosophy*, Vol. 102, No. 2 (Feb. 2005), pp. 78-93; disponible en: https://philpapers.org/rec/QUIEN

Rescher, N., (1998). *Complexity. A Philosophical Overview*. New Brunswick and London: Transactions Publishers

Scott, A. C., (2007). *The Nonlinear Universe. Chaos, Emergence, Life*. Springer Verlag

Shapiro, S., (2005). "Classical Logic II: Higher-Order Logic", en: Goble, L., (Ed.), *The Blackwell Guide to Philosophical Logic*, London, Blackwell, págs. 33-54

Solé, R., and Goodwin, B., (2000). *Signs of Life. How Complexity Pervades Biology.* New York: Basic Books

Stadler, F., (2010). *El Círculo de Viena. Empirismo lógico, ciencia, cultura y política*. México, D. F.: F.C.E.-UAM

Urquhart, A., (2007). "Metatheory", en: Jacquette, D., (Ed.), *A Companion to Philosophical Logic*, London, Blanckwell, págs. 307-348

Van Fraassen, B. C., (1987). *Semántica y lógica formal*. México, D-F.: Ed. UNAM

Waldrop. M. M., (1993). *Complexity. The Emerging Science at the Edge of Chaos*. New York: A Touchstone Books

Páginas web:
https://pensamientocomplejo.org/biblioteca/biblioteca-rolando-garcia/

Hilbert, D.: Wir müssen wissen, wir werden wissen: https://www.ardaudiothek.de/episode/archivradio-geschichte-im-original/wir-muessen-wissen-wir-werden-wissen-david-hilberts-radioansprache/swr2/66772996/

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Pensar la complejidad, complejidad del pensar

Leonardo G. Rodriguez Zoya

No cabe duda de que Carlos E. Maldonado es uno de los pioneros del desarrollo de la filosofía y la ciencia de la complejidad en América Latina. También es él una de las personas más versadas y eruditas en la materia. Lo anterior no es adulación, sino un juicio sintético –es decir, contratable empíricamente, como le gustaría decir a los positivistas lógicos– que no dudo sería apoyado por la crítica intersubjetiva de la comunidad científica latinoamericana. Los lectores de la obra de Maldonado conocen que una de sus preocupaciones medulares es el desarrollo de una teoría general de la complejidad. También es sabido su distanciamiento crítico con la filosofía del pensamiento complejo de Edgar Morin, por distintas razones que no es relevante explorar aquí.

Sirva este pequeño prolegómeno para poner en valor el trabajo realizado por Maldonado: rescatar y valorar los aportes del pensamiento y la obra de R. García al desarrollo de una teoría de los sistemas complejos. Nos permitimos insistir que esta última constituye uno de los focos del trabajo filosófico de Maldonado. El diálogo Maldonado-García se vuelve crucial y

relevante para el desarrollo de un punto de vista latinoamericano sobre la teoría de la complejidad.

A continuación, comparto algunos pensamientos sobre ejes problematizadores que no agotan el texto de Maldonado, pero constituyen vías para profundizar y extender su pensamiento y el de R. García. En cualquier caso, por las razones que se exponen, me interesa ahondar en el diálogo con Maldonado sobre estos aspectos.

1. El problema de la unidad y diversidad del conocimiento

Los positivistas lógicos –a quienes respeto y admiro filosóficamente, aunque me distancio críticamente de su epistemología– sostenían que la tarea de la filosofía de la ciencia consistía en un análisis lógico de la sintaxis del lenguaje científico. Con ese espíritu, y ateniéndome estrictamente al lenguaje que Maldonado propone en su trabajo, el autor se ocupa de un problema expresado del siguiente modo: "no existe a la fecha una teoría de la complejidad". Lo que quiero destacar aquí es el uso del artículo indefinido "una", en singular, que denota unidad. Bajo esta afirmación descansa un gran problema filosófico: el de la unidad epistemológica del conocimiento –en general– y, la unidad de la teoría de la complejidad –en particular–. Este es, a mi juicio, el punto de partida del razonamiento que sostiene todo el edificio argumentativo del pensamiento de Maldonado. Dicho de otro modo, la búsqueda de unidad en el desarrollo de la teoría de la complejidad es, para Maldonado, un problema a resolver. Menos claro resulta para el lector por qué la carencia de una teoría de la complejidad sería un problema, en el sentido filosófico del término. En cualquier caso, cabe también preguntarse si existen "unas" teorías de la complejidad en plural. Y, si tal es el caso, qué lugar ocuparía la "diversidad" teórica, filosófica, epistemológica, metodológica, en la concepción de "una" teoría de la complejidad. ¿Qué clase de unidad supone la búsqueda de "una teoría de la complejidad" tal y como la pretende la búsqueda de Maldonado? ¿Cómo se

articula el problema de la unidad y la diversidad en el desarrollo de "una" teoría de la complejidad?

Las preguntas anteriores dejan planteado algunos problemas filosóficos, con implicancias sociopolíticas. Por un lado, la unidad sin diversidad; por el otro, la diversidad sin unidad. Expresemos esquemáticamente el sentido epistemológico y político de este doble problema. *La unidad sin diversidad* puede conducir a una concepción unitaria y totalizante que borra los matices y las diferencias. Epistemológicamente se trataría de una unidad reduccionista, simplificadora, homogeneizadora. En el terreno sociopolitico, unidad sin diversidad sería una característica más propia de los regímenes totalitarios que de la democracia como forma de vida en la pluralidad.

Inversamente, *la diversidad sin unidad* puede conducir una filosofía fragmentaria que concibe lo múltiple sin poder pensar lo uno. La balcanización de la ciencia y filosofía posmoderna expresan, a mi juicio, un pensamiento disgregador que tiene enormes dificultades y limitaciones para pensar las totalidades, los conjuntos, en definitiva, los sistemas complejos. Las consecuencias políticas del pensamiento disgregador también se distancian de una cultura democrática, pues dificultan concebir lo "común en las diferencias". Una política particularista que se centra en las diferencias (étnicas, lingüísticas, ideológicas, religiosas) dificulta la comprensión de la otredad y encierra la semilla del nacionalismo, de la cultura cerrada sobre sí misma.

Creo que la preocupación que me anima es comprensible, más allá de lo breve del razonamiento. Mi pregunta para profundizar el diálogo con Maldonado se resume así: ¿Cómo pensar la unidad y diversidad de la teoría de la complejidad? Ciertamente, estoy persuadido que Maldonado no propugna una unidad reduccionista y simplificadora de la teoría de la complejidad. Por esta razón, considero que quizás, sería relevante pensar el lugar de la diversidad y la pluralidad epistémica (teórica, metodológica, filosófica) en el seno de "una" teoría de la complejidad a cuya búsqueda está consagrada parte del pensamiento de Maldonado.

Dicho esto, aporto un breve razonamiento para inscribir el problema planteado en la historia del pensamiento. El problema epistemológico y filosófico de la unidad y diversidad del conocimiento recorre, ciertamente, la historia del pensamiento, de la ciencia y de la filosofía. Dicho muy esquemáticamente, si el mundo es ontológicamente uno, uno debe ser el sistema de conocimiento que lo interprete y explique. La unidad ontológica del mundo es la base de la unidad epistemológica del conocimiento. Esta doble unidad, óntica y epistémica, se evidencia en los sistemas de pensamiento antiguos, premodernos. En el lenguaje de *El azar y la necesidad* planteado por J. Monod, el pensamiento antiguo plantea una alianza bio-antropo-cósmica entre la naturaleza, el hombre y el cosmos. Los sistemas filosóficos antiguos procuraron pues una comprensión holística de esa totalidad. La modernidad, siguiendo el pensamiento de Monod –que también es compartido por otros pensadores como Prigogine o Honas–, introdujo una ruptura de la antigua alianza animista que suscitó una ruptura ontológica del mundo. La fragmentación epistemológica de las disciplinas sería un correlato –en el plano epistémico– de la balcanización ontológica del mundo.

Creo que el discurso filosófico y científico de la complejidad constituye una oportunidad o posibilidad para pensar nuevamente la unidad del mundo (y del conocimiento): una unidad no unitaria, no cerrada, no dogmática, sino una unidad compleja. Este planteo ontológico tiene consecuencias epistemológicas para pensar la unidad y la diversidad del conocimiento (un problema que ya estaba presente en el positivismo lógico al tratar la unidad de la ciencia y que los positivistas resolvieron por la vía reduccionista y formalizante del lenguaje lógico matemático). Me pregunto si esta ontología y epistemología de la complejidad puede fecundar una política compleja que enriquezca y regenere la democracia como teoría y como práctica. Todo esto transciende sin dudas, los límites del trabajo de Maldonado, pero en esos límites es donde intento pensar con Maldonado y con García para continuar nuestro trabajo del pensamiento.

2. Formalización y matemática en los sistemas complejos

Maldonado propone tres ejes para el desarrollo de una teoría de los sistemas complejos: la lógica, la arquitectura y las matemáticas. Sobre este último punto Maldonado afirma que "Para García, una teoría de la complejidad es matemática (García, 2006: 132)" y "La mejor capacidad explicativa descansa en los modelos matemáticos". Según Maldonado, la teoría de los sistemas complejos propuesta por R. García sería una teoría matemática y, en consecuencia, los sistemas complejos serían susceptibles de ser formalizados y modelizados matemáticamente.

Sin embargo, hay elementos en la obra del autor argentino que permiten distanciarse de esta interpretación propuesta por Maldonado. *Stricto sensu* la referencia de García (2006:132) a la estructura matemática de las teorías científicas se refiere a la historia de la física (de Galileo a la física del Siglo XX) y no necesariamente a la propuesta que realiza el propio García. Más bien, hay elementos en la obra de García para pensar los límites a la formalización matemática de la complejidad. En *El conocimiento en construcción,* García (2000) critica la pretensión formalizadora de las ciencias de la complejidad. El autor argentino analiza tres nociones de complejidad planteadas por H. Atlan, "dos de ellas son formalizadas […] La tercera designa una intuición, no cuantificada, sobre nuestra dificultad de comprender una exposición, una idea" (Atlan, p.34 citado por García 2000: 66). García es taxativo cuando afirma que "no es aceptable que todo lo que no es matematizable sea ubicado en la categoría de dicha 'tercera noción' de complejidad", y luego agrega "son principalmente los grandes temas sociales, económicos y políticos, que no son matemaizables, los relegados a esta tercera noción de 'complejidad'" (García 2000:67). Sirva lo anterior para relativizar el rol de la matemática en la TSC de R. García.

Más allá de lo anterior, considero que el diálogo Maldonado-García es fecundo y nos habilita a pensar un problema crucial que García no atendió adecuadamente: ¿Cuál

es el rol, las posibilidades y límites de la modelización y simulación matemática y computacional en la investigación interdisciplinaria de sistemas complejos, tal y como la concibe R. García? Ciertamente, una lectura simplificadora de García puede conducirnos a pensar que su crítica a la matematización implica su completa negación. Ciertamente no es el caso, pero García no profundizó cómo el uso de distintos formalismos de las ciencias de la complejidad podría coadyuvar a la tarea de construcción de "sucesivos modelos" interdisciplinarios del sistema complejo bajo estudio. He aquí pues una vía para el desarrollo y profundización del diálogo entre el pensamiento de Maldonado y de García.

3. Articulación del lenguaje natural y el lenguaje formal

El colofón del razonamiento precedente nos lleva a plantear otro problema, no tratado en este trabajo de Maldonado y tampoco presente en la obra de García. A saber, la relación y articulación entre los lenguajes naturales y los lenguajes formales (i.e. lógico, matemático, computacional). Maldonado se ha ocupado en distintos trabajos de su amplia, prolífica y extensa obra sobre el tema de las lógicas no clásicas, la matemática y la formalización, por lo que constituye un interlocutor ideal para el problema que quiero plantear y que resumo en la siguiente pregunta: ¿Cómo podemos pensar la articulación y diferenciación de lenguajes naturales y formales en el proceso de investigación interdisciplinaria de sistemas complejos, tal y como lo concibe R. García?

La razonabilidad de esta pregunta estriba en el siguiente argumento. El lenguaje natural y la comunicación humana es imposible de eliminar (siguiendo, por ejemplo, la idea de la pragmática universal de Habermas) incluso en ciencia. Sencillamente porque los científicos que realizan la investigación interdisciplinaria tal y como la concibe García deben hablar, dialogar, comunicarse y eventualmente comprenderse sobre lo que hay en el mundo y lo que hay que hacer en el mundo. García da por sentado la posibilidad de

comunicación y comprensión humana, pero esto no es evidente ni automático en un proceso de investigación interdisciplinario según lo concibe el autor argentino. Si asumimos, siguiendo el planteo de Maldonado –y por el cual he abogado en varios trabajos– que las herramientas metodológicas y técnicas de las ciencias de la complejidad pueden enriquecer la interdisciplina de sistemas complejos –a la García–, creo que se comprende la doble preocupación implícita en la pregunta planteada: cómo articular métodos de conversación y métodos de formalización de sistemas complejos. Considero que este problema no es un mero corolario, sino una cuestión crucial para la factibilidad práctica y política de la TSC de R. García. Me interesa de sobremanera los aportes que Maldonado puede realizar sobre esta cuestión: la articulación y diálogo de lenguajes naturales y formales en la interdisciplina de sistemas complejos.

4. Posibilidades de diálogo con otros trabajos del Simposio

Con la finalidad de ampliar el diálogo, y siguiendo mi vocación de religar pensamientos, creo que la reflexión anterior puede enlazarse con mi comentario crítico al trabajo de Tina E. Chisleanschi y equipo (Mesa de Diálogo 7). En dicho comentario, he profundizado sobre el "polo subjetivo" de la TSC de R. García destacando la relevancia de la teoría de los grupos, la teoría de la conversación y la teoría de la reflexividad en la interdisciplina de sistemas complejos. Creo que el aporte de Maldonado sería valioso para pensar el "polo objetivo" de la TSC de R. García, esto es, las posibilidades y límites de formalización de un sistema complejo en el seno de un proceso conversacional humano más amplio.

El trabajo de C. Maldonado tiene interesantes y posibles puntos de diálogo con el escrito de R. Follari "Rolando García bifronte: entre Piaget y los Sistemas" (Mesa de Diálogo 8). Maldonado afirma que "los problemas que se encuentran en la base de las reflexiones de García dependen directamente de la epistemología genética". Siguiendo el trabajo de R. Follari,

podemos argumentar que en García conviven dos tradiciones teóricas que el autor argentino no se ocupó de analizar y compatibilizar: la epistemología genética y la teoría de los sistemas, mientras que la primera –según Follari– remite a intereses teóricos y filosóficos generales, la segunda obedece a intereses prácticos y profesionales. La epistemología genética, siguiendo el razonamiento de Follari, resulta insuficiente para abordar operativamente problemas que surgen de las actividades de consultoría de García en su trabajo profesional.

El trabajo de C. Maldonado también ofrece posibilidades de diálogo con el escrito de G. Giuliano "La teoría de los sistemas complejos y la integración del saber" aunque no de un modo directo y explícito. Este último se ubica más decididamente en una cosmovisión religiosa (católica) donde el problema de la integración es crucial. Maldonado es heredero de la tradición ilustrada y por lo tanto cultor de un pensamiento laico. Sea como fuese, queda planteado el problema filosófico y epistemológico de la unidad y la integración del saber en todos los campos del pensamiento (pensamiento religioso, pensamiento filosófico, pensamiento científico).

Respuestas y comentarios

Carlos E. Maldonado

La expresión "una teoría de la complejidad" debe ser tomada en sentido denotativo, sencillamente. Esto es, se trata de señalar un horizonte de trabajo. Para nada se quiere significar con ello algo así como una "teoría de todas las cosas" (*a theory of everything*, ToE, en inglés; un sueño ya soñado, por así decirlo).

Sorpresivamente, existe ciencia sin teoría. Esto es, sin una teoría básica, fundamental, integrada, digamos. Los dos ejemplos más conspicuos son, de un lado, la medicina, y de otra parte, la biología. Carecemos, de un lado, de una teoría de la salud. De otra parte, no hay una teoría de la vida, si bien la teoría de la evolución es la mejor teoría jamás desarrollada al respecto y, sin embargo, como Darwin mismo lo deja ver ya desde la Introducción a s libro de 18859, se trata de una teoría esencialmente incompleta.

La pregunta que inmediatamente emerge aquí es: ¿por qué es importante tener una teoría, en cada caso correspondiente, o bien, como es el caso, en las ciencias de la complejidad, una teoría de los fenómenos, sistemas y comportamientos complejos? Hay un hecho implícito aquí. En contraste con Morin y los suyos, no todas las cosas son complejas. No es ni bueno, ni necesario que todas las cosas sean complejas. Si lo fueran -dicho en el marco específico de las preocupaciones de este texto-, una teoría de la complejidad sería una teoría de todas las cosas. Ahora bien, eso es una mala teoría, una pseudo—teoría o muy mala ciencia (y filosofía). Ejemplos de teorías de todas las cosas son la numerología o la astrología. Una explicación de todas las cosas es, en buena lógica, una teoría de ninguna cosa.

Me he ocupado del tema en varios lugares, y me encuentro actualmente escribiendo en el desarrollo de una teoría de la complejidad; *ditto*: una teoría inexistente, a la fecha.

Uno de los rasgos más sobresalientes de la complejidad es la multiplicidad o la diversidad. Digámoslo de manera explícita: una multiplicidad irreductible. Así, una teoría de la complejidad deberá ser una explicación de la irreductibilidad o, lo que es equivalente, de fenómenos de complejidad *creciente*. En efecto, bien entendidas las cosas, los sistemas complejos son sistemas *crecientemente* complejos. Este es uno de los rasgos más distintivos de las ciencias de la complejidad.

Dicho técnicamente, ello apunta al problema (fantástico) de la flecha del tiempo; más exactamente, la flecha cosmológica del tiempo. En otras palabras, la asimetría entre el pasado y el futuro. Si embargo, la piedra de toque aquí es (una vez más) la mecánica cuántica. Es imposible una teoría de la complejidad al margen de la mecánica cuántica. El tema es que hay a la fecha más de veinte interpretaciones de la misma[35]. Sobre esta base, entonces sí, cabe en efecto pensar que, dicho en términos gruesos, la unidad y la diversidad son temas social y políticamente relevantes. Es imposible abordar y resolver el tema en un plano, por así decirlo, sin atender al mismo tiempo al otro plano o dimensión.

Si se tratara de una teoría de la totalidad, es preciso entonces recabar una vez más en la importancia de las lecciones llevadas a cabo por Hegel. Me refiero, desde luego, notablemente a su *Lógica*. Dicho esto, es indispensable advertir del error de Platón: no es posible, en absoluto, una visión desde afuera de la totalidad. (Me refiero exactamente al *Timeo*). Una teoría de la complejidad es tanto una teoría de la vida como del universo y de la cultura humana, subrayando, una vez más, que no todas las cosas son complejas. En física y cosmología, los dos ejemplos singulares son: de un lado, los agujeros negros, los objetos más simples que hay en el universo; y de otra parte, la

[35] Cfr. Maldonado, C. E., El mundo es cuántico. Una teoría a partir de las múltiples interpretaciones de la mecánica cuántica. Escrito conjuntamente con Jairo Giraldo. Bogotá: Ed. Desde Abajo, 2022.

radiación de microondas las cuales pueden ser descritas con un solo número: 0,00001.

Ahora bien, de ora parte, lo que dice García de la matemática me parece o bien muy general, o bien clásico o, igualmente, ingenuo. Basta una lectura atenta de la matemática de sistemas discretos para hacerse a una idea. Pero no es éste mi foco. Creo que es mucho más preciso el camino de la lógica, dicho en general y más exactamente de las lógicas no-clásicas, un camino que he señalado expresamente -por primera vez en toda la historia de los estudios y trabajos sobre complejidad, lato sensu-. De manera concisa, aquí, puedo decirlo de dos maneras: toda la matemática es reducible a la lógica en general -una idea suficientemente conocida- y más exactamente a la teoría de conjuntos. Y al mismo tiempo, la teoría de conjuntos constituye una rama, si cabe, de muchas de las lógicas no-clásicas. Hay u camino amplio generoso, fructífero que se abre ante la mirada sensible.

Dicho lo anterior, es evidente la importancia de las relaciones entre lenguajes formales y artificiales. Los desarrollos de la inteligencia artificial específicamente a partir de los *Large Language Models (LLM)*, desde el año 2020 a la fecha son sorprendentes[36]. Mi aproximación al problema, todo en el marco de las preocupaciones por una teoría de la complejidad señalan que, importantes como son, los lenguajes artificiales son subsidiarios de los lenguajes naturales, y que éstos no se agotan, en absoluto, en el lenguaje proposicional. Sin tecnicismos, Wittgenstein aporta muy buenas luces al respecto, si bien, como es sabido, en él el problema de los lenguajes artificiales y la computación no existe.

Dicho lo anterior, ni es conveniente, ni es necesario formalizar los lenguajes naturales -ciertamente no en el sentido matemático o computacional de la palabra-. De hecho, lo que está sucediendo es todo lo contrario, a saber; una naturalización

[36] Hay un libro mío en proceso de edición al respecto: *Inteligencia artificial y ética*. Mientras aparece, cfr. Maldonado, C. E., "LaMDA no piensa, siente. Un muy sensible debate sobre la mente y su complejidad", en: *Revista de Filosofía. Universidad de Zulia*, vol. 39, edición especial No. 2, págs. 55-66, 2022; doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.7297088; disponible en: https://produccioncientificaluz.org/index.php/filosofia/article/view/39035/43747

de las funciones y la recursividad, por ejemplo. A ello apuntan varis trabajos míos disponibles en la web sobre *hipercomputación biológica*. Más recientemente, me he ocupado del tema en trabajos en torno a las relaciones entre biosemiótica y complejidad.

Debo agradecer las preguntas, los comentarios, las observaciones, sugerencias y críticas de Leonardo y los demás colegas y amigos, por escrito y verbales, en las dinámicas establecidas por la Comunidad de Pensamiento Complejo ya conocidas.

CAPÍTULO V

La expectación y la complejidad como principios de la actividad científica

Formación, investigación e intervención

Juan de la Cruz Argañaraz*

'Tentativas' deriva del latín temptare: tocar, palpar.
Quién hace investigación es como una persona
que se encuentra en una habitación oscura.
Se mueve a tientas, choca con un objeto, realiza conjeturas:
¿de qué cosa se trata?,
¿de la esquina de una mesa, de una silla, o de una escultura abstracta?
(Ginzburg, C. 2004 43)

1. Introducción

Comencemos continuando el epígrafe de Ginzburg e imaginando juntos:

'En tal situación notamos que hay otra persona en la habitación a oscuras. Hablamos en castellano y nos responde en italiano. Nos entendemos a medias, pero nos encontramos en la misma situación: buscamos a tientas averiguar dónde estamos. Ambos hemos identificado unas sillas y una mesa. Nosotros

* Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. juanarga@gmail.com

hemos palpado una suerte de mesada grande y fría, al parecer de grueso mármol, unos cuchillos y utensilios metálicos raros, unos grifos de agua sobre una bacha. ¿Estamos en una cocina? El interlocutor a su vez está palpando una extraña alacena compartimentada, podría ser acertado conjeturar que estamos en una cocina, pero las manijas de la rara alacena tienen una forma particular y especifica. Me comunica su conjetura: no estamos en una cocina, estamos en una morgue. Varios indicios secundarios resultan consistentes con su conjetura'.

Esta actitud metódica implícita en la cita de Ginzburg se denomina "expectación" y tiene una larga y desventurada historia en la Filosofía, la ciencia y las prácticas de salud. En esta continuación introducimos un interlocutor como un germen de otro programa de investigación científica, porque para el falsacionismo sofisticado que ensayamos desarrollar ampliando a I. Lakatos, la actividad científica es siempre colectiva. Esto nos conduce a proponer ante la Complejidad, una actitud, un principio metódico no prescriptivo sino precautorio, de prudencia: la expectación. Mostrando ejemplos de sus fuertes implicancias y su aplicación en muy diversas áreas y prácticas de la actividad científica.

A la inversa que la "complejidad" hoy muy difundida, exponer y desarrollar la "expectación" parece casi anacrónico. Se ha tratado muy parcialmente en el restringido campo de la historia de la Medicina[37]. Si bien se la encuentra ya patente en Sócrates, con su madre partera y su mayéutica, es aún anterior ya que él mismo menciona como ejemplares a los 'médicos tracios'. Aquella expectación médica fue tomada como modelo por Sócrates en su enseñanza y en la filosofía griega, especialmente en Aristóteles. Es Hipócrates quien expone metódicamente la expectación desarrollándola explícitamente como "Método" de la Medicina que al parecer ya estaba presente en la cultura griega. El "Método de la expectación hipocrática" rigió la actividad y la formación médica en Grecia y Roma, pero también en el Imperio árabe con Avicena y otros.

[37] Ver fundamentalmente: Laín Entralgo, P. (1958) (2015); Bercherie, P. (1986); Canguilhem, G. (2004). También Argañaraz, J. (2012)

Allí se rescataron, tradujeron y difundieron las obras clásicas que habían desaparecido de Europa. Los centros de actividad científica, cultural y filosófica pasaron en la Edad Media a Bagdad y al sur de España de Averroes, lugares cuya tolerancia religiosa reunió a sabios otomanos, judíos, cristianos y musulmanes. En el llamado Renacimiento europeo la obra clásica es redescubierta en Europa gracias a que la cultura árabe la había preservado, traducido y estudiado. Entre ellas el "Corpus", la obra original de Hipócrates que podía ahora ser comparada con lo que Galeno y catorce siglos de galenismo habían difundido acerca de ella en Europa. Desde entonces las obras de Vesalio, Malpighi, Sydenham y otros, derrumban y desacreditan la Medicina galénica y se despliega la Medicina clínica expectante hasta mediados del siglo XX.

2. Dos Medicinas en pugna con amplias consecuencias éticas y científicas.

Claudio Galeno había intentado sistematizar la Medicina de su época, pero de modo ecléctico como Ptolomeo. Lo hizo incluyendo corrientes diversas y hasta opuestas en un Corpus que, aunque elogiaba constantemente a Hipócrates, abandonaba o confundía claves de sus doctrinas como el método de la expectación. A su vez Galeno había sido difundido y tergiversado durante siglos por sus seguidores ya "maestros" en sus respectivas épocas. Esta Medicina se caracterizaba por:

A. Ser enseñada sin examinar pacientes, sin experiencia práctica alguna, centrándose en teorías y muchos aforismos que combinados podían conducir a cualquier conclusión y justificar cualquier desenlace.
B. Muy dada a la especulación filosófica sin empírea.
C. Y en oposición a la expectación, muy proclive a un intervencionismo terapéutico desenfadado ya que
D. Consideraba su conocimiento suficiente para tomar decisiones sobre el organismo del paciente. Su actividad tendía a ser protocolar al borde de la caricatura, lejos de

> la expectación hipocrática, sin considerar las particularidades, a veces sin examinar siquiera al paciente: ante casi cualquier enfermo intervenía con un protocolo basado en una dieta, una sangría y un enema para comenzar.

El fuerte contraste que encontraron los médicos europeos del renacimiento entre la medicina galénica y el ahora traducido texto de Hipócrates comenzó un movimiento que derrumbó el galenismo y su hegemonía de catorce siglos. La Medicina clínica se consolidó con Sydenham, el llamado "Hipócrates inglés" a finales de 1600, cambiando radicalmente tanto la actividad médica centrada en el examen detallado, la observación expectante y minuciosa en la búsqueda de indicios sutiles o inesperados, el rechazo de la especulación y el intervencionismo, como también su enseñanza con el aprendiz acompañando a su formador al "lecho" del enfermo y *aprendiendo a observar*, describir y sobre todo, a juzgar cuándo y cómo intervenir del modo más austero posible. Desde entonces y hasta pasada la mitad del siglo XX, la medicina clínica y su método de la expectación constituyeron el consenso y el sentido común de la actividad médica: todo médico era en principio un clínico, aunque se dedicara a la infectología o la psiquiatría. Se retorna a la ética hipocrática antigua.

> el médico es ante todo un servidor del arte y de la naturaleza. La expresión hypêrétês tês tékhnês, «servidor o remero del arte», aparece textualmente en el libro I de las Epidemias (L. II, 634) no hacen otra cosa que colaborar como servidores fieles al buen término de la tendencia sanadora de la physis; y esta es la razón decisiva, tanto en el orden técnico como en un orden filosófico y religioso, de la regla suprema de la ética médica griega: opheléein ê mê bláptein, «favorecer o no perjudicar». (Laín Entralgo, P. 2015: 10)

Si bien varios autores han escrito sobre la expectación hipocrática y la diferencia con la medicina galénica, frecuentemente se entiende como un asunto de interés histórico, del pasado. Pero analizado con detenimiento esta oposición no solo es actual, sino que impregna la actividad científica toda. El autor que más claramente expone estos dos polos de la práctica médica como una pugna constante en la historia de la Medicina es George Canguilhem. Filósofo de la ciencia y médico, sucedió a Gastón Bachelard como director del Instituto para la Historia de la ciencia donde se desempeñó hasta 1971. En sus "*Escritos sobre Medicina*" se expone la permanente pugna entre el galenismo y el hipocratismo dentro de la Medicina y las actividades curativas. El falsacionismo sofisticado permite mostrar que se trata de una pugna de programas de investigación, que no es un hecho histórico pasado sino una pugna que sigue y seguirá, pudiendo considerarse que actualmente, el galenismo ha vuelto a ser hegemónico de la mano de la medicina tecnológica y el contexto de interacción entre la actividad científica y la globalización del capitalismo. Dice Canguilhem:

> a través de la historia, la pareja médico-enfermo sólo rara vez ha sido una pareja armoniosa en la que cada uno de los participantes se declare plenamente satisfecho con la conducta del otro. (Canguilhem, G. 2004:17)

Es decir que la pugna entre el programa ecléctico galénico y el programa clínico expectante dentro de la Medicina también está determinada indirectamente por la educación, la socioeconomía, las prácticas sanitarias y los mismos pacientes con sus demandas o reclamos de soluciones rápidas o mágicas.

Esos dos programas de la Medicina, actual y pasada, se pueden caracterizar sintéticamente con esta fórmula de G. Canguilhem: en el galenismo, a cuerpo inerte, medicina activa; a cuerpo dinámico, medicina expectante - en el hipocratismo-. Aquí es donde cualquier área de la ciencia se entrama con esta oposición: la conjetura de un universo Complejo dinámico, con

procesos de autorregulación tendría que seguir el principio de prudencia expectante ya que la investigación e intervención en una complejidad es difícilmente predecible. El propósito de curar dice Canguilhem, puede conducir de buena fe a una ambición de dominio:

> Esta ambición puede llegar a ocultar la idea de que, frente al médico y para éste, un organismo enfermo es sólo un objeto pasivo dócilmente sometido a manipulaciones e incitaciones externas. John Brown, médico escocés muy famoso (…) no temía resumir en dos palabras el imperativo de la actividad médica: 'Hay que estimular o debilitar. Jamás la inacción. No confíes en la naturaleza. (…) La vida es un estado forzado…No somos nada por nosotros mismos y estamos enteramente subordinados a las potencias exteriores'. A cuerpo inerte, medicina activa.
>
> Inversamente, la conciencia de que el poder de la medicina tiene límites acompaña a toda concepción del cuerpo vivo que le atribuya, en la forma que fuere, la capacidad espontánea de conservar su estructura y de regular sus funciones. Si el organismo posee por sí mismo sus propios poderes de defensa, tenerle confianza, al menos de manera provisoria, es un imperativo hipotético tanto de prudencia como de habilidad. A cuerpo dinámico, medicina expectante. El genio médico estaría en la paciencia. (Canguilhem, G., 2004:18)

Por el contrario, la posición galénica, como en John Brown, se puede ejemplificar también así:

> Emile Littré (…) recuerda al enfermo que, no debiendo confiar en su propio criterio, está obligado a recurrir al hombre capaz de saber

> por él lo que él mismo ignora, es decir, el médico. (Canguilhem, G., 2004:30)

Como indica Georges Canguilhem (2004: 18 y ss.)

> Este método de expectación tiene algo de frío o de austero a lo que poco puede adecuarse la vivacidad de los enfermos y los asistentes. De ahí que los espectadores fueran siempre poco numerosos entre los médicos, sobre todo en los pueblos naturalmente vivaces, impacientes y temerosos.

El médico expectante puede ser repudiado por algunos pacientes si se niega a ocupar ese lugar de poder y dominio, de guía y legislador. Por el contrario, otros pacientes nunca 'dejarían de confiar en su propio criterio' ante un sabelotodo galénico sea médico, psiquiatra o psicoanalista.[38] Cuando Canguilhem sintetiza estas dos tendencias de la Medicina - con la fórmula mencionada 'a cuerpo inerte, medicina activa' versus 'a cuerpo dinámico, medicina expectante'-, el cuerpo inerte también corresponde al psiquismo de nuestro paciente disecado por el saber, por el conocimiento que se considera suficiente para intervenir sobre el otro. Muy lejos de la mayéutica socrática y la Ética aristotélica, el galenismo siempre ubicó al médico en una posición de poder y saber sobre el otro, su cuerpo, su psiquis, las causas de su mal y cuál es su bien. Por el contrario, el hipocratismo 'aprende del paciente' al ser testigo de una lucha dramática entre salud y enfermedad en la que el enfermo encuentra los caminos y los medios por sí mismo - con asistencia, pero sin demasiadas indicaciones ni instrucciones -. Como puede observarse, entre el galenismo y el hipocratismo hay mucho más que una pugna metodológica: hay una confrontación ética por el lugar asignado al saber, al poder y al otro. Es por ello que la polaridad galénica – hipocrático, puede reconocerse en cualquier investigación que implique posiciones

[38] Ello indica que más importante que si la terapia es psicoanalítica, cognitiva, lacaniana o conductual, la posición expectante del terapeuta es prioritaria.

asimétricas como médico, psiquiatra o psicólogo y paciente, padeciente; en la educación, la justicia, el gobierno, la práctica política y la intervención científica.

Algún ecocidio, por ejemplo, ha sido provocado por el intervencionismo humano bajo el aval de la Ciencia suponiendo como suficiente y consolidado su conocimiento de sistemas que en verdad son complejos. Esto es la tecnociencia como la Medicina tecnológica. Con el aval de "nuevas tecnologías" se podría abordar un yacimiento arqueológico importantísimo con una máquina retroexcavadora destruyendo evidencia masivamente.

> El médico actual realiza esta idea -o esta utopía- de la permanente provisionalidad del límite, en cuanto protagonista de dos procesos históricos complementarios entre sí: la progresiva penetración del diagnóstico en la realidad del enfermo y la creciente eficacia del gobierno terapéutico de esta realidad. (…) Que cada cual aduzca, para comprobar este aserto, los no escasos ejemplos que sin demora vendrán a sus mientes. El médico, en suma, ha dejado de verse a sí mismo como servidor de la naturaleza, y se siente, en cuanto terapeuta, tutor, educador y escultor de la realidad natural. El «arte», que en la Antigüedad era imitación y servicio, se ha hecho resueltamente creación y dominio. (Laín Entralgo, P. 2015: 13)

2.1. Expectación y observación expectante

Pero no menos importante es el resultado de este principio metódico de la expectación al nivel científico más fundamental: el intervencionismo distorsiona fuerte y constantemente los observables. Los observables pueden ser distorsionados de modo grotesco o sutil en distintos casos de la actividad científica, si no se guarda ese principio de expectación. Es decir

que la expectación es también un *modo de observar* que implica, entre otras cosas, poner entre paréntesis momentáneamente las teorías que damos por ciertas. Sistemas complejos como el sistema financiero internacional o el meteorológico son, justamente por su complejidad, altamente sensibles al intervencionismo reaccionando ante este abordaje con 'observables' de muy poca fiabilidad. La expectación implica intervenir lo menos posible también para poder delimitar los observables.

> Esta idea de regulación orgánica es un concepto bastante reciente (…) Tal idea, que comienza con la fisiología de Claude Bernard, no hace más que confirmar una vieja intuición de la medicina hipocrática, a saber: que, por el hecho mismo de la vida del organismo, existe una suerte de medicación natural o de compensación natural de lesiones o trastornos a los que el organismo puede estar expuesto. Esta vieja idea hipocrática de la fuerza medicadora de la naturaleza recibió múltiples confirmaciones en la fisiología moderna.[39] Un organismo, por el simple hecho de serlo, incluye un sistema de mecanismos de corrección y compensación de las variaciones o daños que sufre en relación con el mundo donde vive, en relación con su medio… (Canguilhem, G. 2004:108-109)

> debe entenderse por 'médica' una actividad inmanente al organismo, de compensación de déficits, restablecimiento del equilibrio roto. El arte médico *debe observar a la naturaleza, escucharla. Aquí, observar y oír es obedecer.* (Canguilhem, G. 2004:19) (El subrayado es

[39] Hasta entonces, dos milenios, fue incontrastable, parte de su núcleo duro y protegido contra la falsación.

> nuestro, por la clara definición de "observación expectante").

Pero no solo en lo social, sino también en la actitud de un astrónomo, un biólogo u otros científicos. Por eso promovemos la expectación como un principio de la actividad científica, una actitud metódica general.

> Se trata de que la clínica y la ética, comparten un mismo método. Esto puede parecer extraño cuando se oye por primera vez, pero deja de serlo en cuanto se reflexiona sobre ello con cierta calma. Hay un hecho que no deja de ser sorprendente, y es que el método de la ética procede con toda probabilidad del método de la clínica, más concretamente del método de la clínica hipocrática. El autor de esa modificación fue Aristóteles. Hijo de médico, muy preocupado siempre por las cuestiones médicas e investigador incansable de problemas biológicos, Aristóteles llegó muy probablemente a la ética desde la medicina. Cuando en la Ética a Nicómaco describe la lógica del razonamiento práctico, no está pensando sólo en la ética y la política sino también, como él mismo se encarga de señalar, en la técnica, especialmente en aquella que en su época se había convertido en paradigmática, la téchne iatriké, la técnica médica, la medicina. Toda la teoría de la deliberación, la prudencia, el término medio, el razonamiento probable, *la toma de decisiones en situación de incertidumbre*, etc., se aplica por igual a la clínica y a la ética. (García, D., 2001) (Subrayado nuestro)

El mismo R. García (2006:91) menciona esta situación de la práctica médica:

> El ejemplo más evocado es la ultraespecialización en medicina, que ha conducido a estudiar manifestaciones aisladas, en un órgano particular, de fenómenos que afectan a un organismo que, sin embargo, reacciona como una totalidad. El 'médico general, el 'clínico' con una visión integrada del funcionamiento del organismo humano -se ha repetido con alarma una y otra vez-, es una "especie" que tiende a desaparecer.

Expondremos de la mano de C. Ginzburg que, así como un cazador es un expectante porque en cualquier momento puede transformarse él mismo en presa, el científico observa expectante sus resultados porque también puede ser presa de la ilusión o de la complejidad en el caso que crea estar trabajando en un "sistema simple". Salgamos pues de la Medicina y el método de la expectación y vayamos más atrás en la historia con una cita de C. Ginzburg:

> Durante milenios el hombre fue cazador. En el curso de persecuciones innumerables aprendió a reconstruir las formas y los movimientos de presas invisibles partiendo de huellas en el fango, ramas rotas, bolas de estiércol, mechones de pelo, plumas enredadas, olores estancados. Aprendió a husmear, registrar y clasificar huellas infinitesimales como hilos de baba. Aprendió a realizar operaciones mentales complejas con rapidez fulmínea, en la espesura del bosque o en un claro lleno de traicioneras amenazas. (Ginzburg C. 2004: 79-80)

Aunque el autor no lo mencione la actitud metódica de la expectación ya está presente de modo implícito en su descripción. Está explícita en "…un claro lleno de traicioneras amenazas" o en las huellas en el fango de *presas invisibles.* Presas invisibles también lo fueron algunos 'microorganismos' del siglo XIX o las 'entidades mórbidas' que, con la observación

expectante, persiguieron y lograron describir Parkinson, Alzheimer, de la Tourette, Charcot y tantos otros clínicos. Las 'traicioneras amenazas' conllevan la observación expectante, la búsqueda de indicios de que el puma que perseguía quizá haya subido a un árbol para esperar a su cazador convertido en presa. También en la cita de nuestro epígrafe a este ensayo dice Ginzburg: "*Se mueve a tientas, choca con un objeto, realiza conjeturas: ¿de qué cosa se trata?, ¿de la esquina de una mesa, de una silla, o de una escultura abstracta?"* Excelente descripción del tipo de observación del método expectante: no puede ni debe comenzar su indagación interviniendo sobre el mobiliario o cambiando su disposición porque distorsionaría sus observables. Lo mismo vale para la escena de un crimen: un investigador intervencionista, creído de su saber, utilizaría todo tipo de tecnología a su alcance sin tomarse la molestia de hablar durante horas con, por ejemplo, la vecina de al lado.

Lamentablemente C. Ginzburg no se interesó por el falsacionismo sofisticado, aunque sí por alguna guía de la Epistemología. Sus desarrollos que sacudieron la historia de la historiografía con la "Microhistoria" incluyen en sí la metódica expectación en la investigación historiográfica. En sus trabajos logra, por ejemplo, indagar con expectación indicios en un juicio inquisitorial aparentemente insignificante, que se revela de pronto como un microscopio de la sociología, religión, economía o política de toda una época. Es una herramienta muy útil, potente y que resulta consistente con la historiografía lakatosiana propuesta para la ciencia. Dice C. Ginzburg:

> Y volvemos a encontrar aquí la definición de historia local que Marc Bloch proponía (…): 'una pregunta de orden general planteada a los testimonios que proporciona un campo de experiencias restringido'. La aparente simplicidad de esta definición oculta en realidad una gran cantidad de problemas complejos." (…) Los epistemólogos discuten acerca de la mayor o menor validez de las tesis falsacionistas formuladas por Karl Popper a

> propósito de las teorías científicas. En el ámbito historiográfico esas tesis parecen ser aplicables solamente en el caso de afirmaciones elementales. (Ginzburg, C. 2004: 186-187)

Tal como lo consideró Lakatos, ese falsacionismo ingenuo de Popper difícilmente podía interesar a la historiografía y menos a la microhistoria. Por ello, sin considerar a Lakatos y el falsacionismo sofisticado, cuando Ginzburg propone su "paradigma indiciario" no está concibiendo a la historia de la Medicina como una historia de programas en pugna ni el éxito del método de la expectación hipocrática, *justamente*, en el siglo XIX y principios del XX, el cual explica por qué Freud y Morelli – como Parkinson, Charcot, Kraepelin, etc. – aplican este método de observación expectante que él define como 'paradigma indiciario'. Dice Ginzburg:

> En estas páginas trataré de mostrar cómo, hacia finales del siglo XIX, surgió silenciosamente (…) un modelo epistemológico (si se prefiere, un paradigma)* al que no se ha prestado hasta ahora suficiente atención (Ginzburg C., 2004:69)
>
> En nota a pie de página aclara: Me sirvo aquí de este término en la acepción propuesta por Kuhn (…) prescindiendo de las precisiones y distinciones introducidas posteriormente por el autor (cfr. Postcript 1969)

Se refiere a las precisiones y distinciones que, en el texto de Kuhn de 1969, éste elimina el término 'paradigma', extremadamente vulgarizado, vago en su uso y significado y lo sustituye con el de "matriz disciplinar" dividiendo el 'paradigma' en varios componentes, uno de los cuales llama "ejemplares" y explicando que los "ejemplares" eran lo que, en su primer desarrollo, refería como 'paradigma'. Un "ejemplar" es un problema resuelto exitosamente y que por ello es tomado

como modelo y guía para la resolución de otros, es decir un "ejemplar" paradigmático.

Riguroso, años después de proponer el 'paradigma indiciario' Ginzburg parece haberse molestado con la 'moda' que éste generó, vulgarizándose y especificó su propuesta sacándole el halo de 'cosmovisión' que había ido adquiriendo. Propone la 'Microhistoria' (ver Ginzburg, C. 2004). Pero la respuesta a su pregunta por qué emerge en ese preciso momento el supuesto paradigma indiciario, puede ser contestada si consideramos el estado de la pugna entre programas en ese momento.

> ¿Cómo se explica esta analogía? La respuesta es a primera vista muy simple: Freud era un médico; Morelli se había diplomado en medicina; Conan Doyle había sido médico antes de dedicarse a la literatura. En los tres casos se entrevé el modelo de la sintomatología médica: la disciplina que permite diagnosticar las enfermedades inaccesibles a los ojos del profano. […] Hacia fines del siglo pasado (más precisamente en la década 1870-1880) comenzó a afirmarse en las ciencias humanas un paradigma indiciario basado justamente en la sintomatología. Pero sus raíces eran mucho más viejas (Ginzburg, C. 2004:79)

No solo acordamos completamente con todo ello, sino que parcialmente ya lo hemos expuesto. Las décadas del s. XIX que Ginzburg menciona son justamente las del apogeo del método de la expectación clínica del hipocratismo desde su reverdecer con Sydenham y sus precursores, el desprestigio absoluto del galenismo[40] y como sostenemos ahora, sus raíces eran arcaicas, pudiéndose rastrear desde los cazadores recolectores hasta las

[40] Los hipocráticos del Renacimiento habían demostrado que la anatomía galénica se había enseñado durante siglos en base a la anatomía de un mono, por ejemplo. (Ver Argañaraz, J. 2012)

parteras griegas. J. Breuer –creador del método catártico, mentor del joven Freud médico inexperto entonces, y 'padre' del psicoanálisis según éste–, fue uno de los médicos clínicos más célebres de Europa (ver Freud, S. 1925, 1994 AE 20; Roudinesco, E. 2015; Argañaraz, J. 2012). En un contexto en el que todo médico era un gran clínico – no existían especialidades ni antibióticos o antifebriles y los análisis de laboratorio recién comenzaban a desarrollarse precariamente promovidos por C. Bernard como recurso auxiliar para el clínico–. Pues bien, hasta prestigiosos médicos rusos llegaban a Viena acompañados por sus adinerados pacientes, para consultar a J. Breuer cuando se encontraban con dificultades clínicas. Es decir que S. Freud, investigador de laboratorio hasta entonces, es formado en la observación clínica por uno de los mejores clínicos de la época.

El texto de Freud de referencia y nodal para Ginzburg es "*El 'Moisés' de Miguel Ángel*" donde justamente Freud expone el 'método de Morelli' que "había provocado una revolución en los museos de Europa revisando la autoría de muchos cuadros, enseñando a distinguir con seguridad las copias de los originales" (Freud S. AE XII,1914, 1994:227) Este texto constituye una obra maestra de 'observación expectante' y no se aplica a un asunto clínico, un cuerpo activo, homeostático, dinámico, con sistemas autorregulados, sino a la observación de un *objeto inerte* pero de arte: la célebre escultura de Moisés. Freud la visita varios días y la observa durante horas suspendiendo o reconsiderando todos los análisis e interpretaciones que había leído sobre la obra.

> Es que ninguna escultura me ha producido un efecto tan intenso. (…) he tratado de sostener la mirada despreciativa y colérica del héroe; muchas veces me deslicé a hurtadillas para salir de la semipenumbra de su interior como si yo mismo fuera uno de esos a quienes él dirige su mirada, esa canalla que no puede mantener ninguna convicción… (219)

Por eso insistimos en que la 'observación expectante' no se limita ni a la clínica ni a sistemas biológicos autorregulados

sino a cualquier área de la ciencia. La actitud metódica de la expectación es utilizada de hecho, de modo espontáneo, precavido, por los investigadores científicos no solo en las ciencias humanas como creyó descubrir Ginzburg. Él mismo nos indica:

> recientemente, algunos físicos que habían leído mi ensayo han reaccionado (…) diciéndome: tú crees que nosotros trabajamos en base a un paradigma fuerte, pero te equivocas, porque también nosotros trabajamos sobre indicios. (Ginzburg, C. 2004:119)

2.2. Poincaré en la morgue

Quizá no exista mejor ilustración del citado epígrafe de Ginzburg que el caso del problema de Poincaré. Tanteando un problema astronómico newtoniano, Poincaré conjeturó estar en una confortable cocina y con pavor, encontró que estaba en una morgue. Tal la distancia entre sus presunciones y descubrimientos. Poincaré no fue a buscarla, se chocó con la Complejidad. Narra Peter Galison (2005:70):

> Cuando a mediados de 1885 Nature publicó el anuncio de un concurso matemático para honrar (…) a Óscar II, rey de Suecia, Poincaré era un candidato destacado al triunfo. (…). El concurso se convocó el 1 de junio de 1888: la primera cuestión trataba del problema de los tres cuerpos (…) Técnicamente, Poincaré se proponía poner límites a los movimientos causados por la atracción mutua de los planetas, reafirmando la estabilidad del Sistema Solar. (…) Poincaré reflejaba su fe profunda en la naturaleza estable del mundo que le rodeaba.

El "problema de los tres cuerpos" con su interacción gravitacional recíproca había sido planteado por Newton y constituía un tópico clásico, ya que seguía siendo un reto para la resolución matemática del mismo. Al presentar su trabajo Poincaré gana el premio, pero a punto de ser publicado un joven matemático sueco de 26 años, Edvard Phragmén, advirtió algunos problemas en la demostración de Poincaré y se los comunica al director de la revista. Éste a su vez se comunica con Poincaré diciéndole que "*con una sola excepción*", los problemas encontrados podían ser resueltos fácilmente. Al analizarlos, Poincaré entendió pronto que "esa sola excepción" implicaba algo mucho más grave: había algo profundamente erróneo en su trabajo. La resolución geométrico-matemática del problema de los tres cuerpos había sido abordada por él con un asteroide "X" moviéndose rápidamente bajo la gravitación de Júpiter y el Sol. La tesis era que, si "X" se alejaba de un punto fijo F, tendería a asentarse finalmente cerca de otro punto fijo, es decir, tendiendo a establecer una nueva órbita, pero estable: un universo ordenado y predecible. Pero cuando aborda las correcciones a finales de 1889 escribe al director: "se necesitará mucha reelaboración (…).; he telegrafiado a Phragmén. En cualquier caso, no puedo hacer más que confesar mi perplejidad (…). Le escribiré con más extensión cuando pueda ver las cosas con más claridad". (Galison 2005:75).

Entre la correspondencia y los malentendidos la publicación se realiza igual y Poincaré logra trabajosamente rescatar ejemplares para que no se distribuyan. En la reescritura corregida del artículo trata de resolver el problema introduciendo dos curvas posibles para "X", una curva de estabilidad S y una curva de inestabilidad U que se cruzan en el punto fijo F. Si el asteroide comienza su trayectoria cerca de la curva estable S, pero no exactamente en ella, tenderá a acercarse al punto fijo F, pero caerá bajo la influencia de la curva inestable tendiendo a alejarse de F. Si a lo anterior sumamos que las curvas estable S e inestable U podrían cruzarse en más de un punto, ya la trayectoria del asteroide se vuelve impredecible y comienza la complejidad. De las presunciones del primer artículo resultó todo lo opuesto a lo que se proponía su autor: el

caos reinaba en el universo. El primer trabajo contenía dibujos y gráficos específicos de las sucesivas trayectorias del asteroide y cómo tendía a encontrar una órbita estable. Ahora le escribe al director de la publicación:

> 'Ni siquiera trataré de dibujarlo', añadía, pero 'nada es más apropiado para darnos una idea de la naturaleza compleja del problema de los tres cuerpos'.
>
> Cien años después de la enojosa publicación de este ensayo, la exploración del caos por parte de Poincaré estaba de moda, (…). Algunos físicos, filósofos y teóricos de la cultura de finales del siglo XX aclamaban las ciencias de la complejidad. (…) mientras potentes ordenadores escupían mapas de Poincaré ilustrando minuciosamente aquello que su inventor había perdido la esperanza de ver sobre el papel. Algunos de estos mapas revelaban nuevos fenómenos físicos; otros adornaban las galerías de arte. (Galison, 2005: 81).

En el contexto histórico la posición de Poincaré tenía sus antagonistas en P. Duhem y E. Mach. Éste último continúa a J.F. Herbart y Helmholtz haciendo una crítica a la crítica de la razón pura kantiana no considerándola algo inmutable y definitivo sino un ensayo provisorio y modificable. Estos autores rechazaron los juicios sintéticos a priori de "espacio" (Helmholtz) y "tiempo" que comenzaron a ser interrogados en su relación con la Física dando pie a lo que sería luego Einstein (Argañaraz, 2020). Por otra parte E. Mach (1949 [1883]) atacaba el dogmatismo newtoniano dominante convocando a los jóvenes físicos a cuestionar ese universo eterno, estable y previsible. Contrariamente Poincaré aún después de los resultados obtenidos intentó minimizar la inestabilidad de diversos modos, considerándola solo excepciones y sosteniendo el universo newtoniano y kantiano (Galison, 2005:82). También

continuaba con la creencia en el "Éter cósmico" un ente físico ad hoc que era invocado para explicar diversas anomalías y al que Mach se dedicó a desterrar definitivamente de la Física.

Destacamos un detalle que resulta de introducir la dimensión diacrónica no solo en el punto de partida de "X" sino en el 'cuerpo' mismo. El "problema de los tres cuerpos" abordado por Poincaré supone un "asteroide" abstracto, un "X" inespecífico en su composición geológica o su historia de impactos y fisuras. Esas especificaciones harían el problema más impredecible ya que diversas circunstancias podrían fragmentarlo ante dos campos gravitacionales fuertes. La complejidad por tanto pone en entredicho tópicos de la Epistemología como la "predicción" popperiana o la matematización que resulta inviable en algunos casos. Dice Gribbin (2004: 16):

> Tal como yo lo entendí, lo que en realidad importa es simplemente que algunos sistemas (…). son muy sensibles a sus condiciones de partida, de tal modo que una diferencia mínima en el «impulso» inicial que les damos ocasiona una gran diferencia en cuanto a cómo van a acabar, y existe una retroalimentación, de manera que lo que un sistema hace afecta a su propio comportamiento. Parecía demasiado bueno para ser verdad —demasiado sencillo para ser cierto—. Por eso, pregunté a la persona más inteligente que conozco, Jim Lovelock, si yo iba por el buen camino. ¿Era realmente verdad, le pregunté, que todo este asunto del caos y de la complejidad se basaba en dos ideas sencillas —la sensibilidad de un sistema a sus condiciones de partida, y la retroalimentación—? Sí, me respondió, eso es todo lo que hay sobre el tema.

La complejidad es un hecho, pero hay que tener cuidado de cambiar el sustantivo 'complejo' por el de 'sistema', adjetivando a 'complejo'.

> Los sistemas complejos que se presentan en la realidad empírica carecen de límites precisos, tanto en su extensión física, como en su problemática. De aquí la inevitabilidad de establecer "recortes" o de imponer límites más o menos arbitrarios para poder definir el sistema que uno se propone estudiar. (García, R. 2006:48)

La afirmación ontológica "existen sistemas complejos" es diversa a la afirmación ontológica "existe la complejidad". Dice R. García (2006:21):

> En otros términos, en el "mundo real", las situaciones y los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina en particular. En ese sentido, podemos hablar de una *realidad compleja. Un sistema complejo es una representación de un recorte* de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son "separables" y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente. (Subrayado nuestro)

Lo reiterna nuevamente al final de su trabajo (2006:182), puntualizando:

> *Un sistema es una representación de un recorte de la realidad.* Los elementos con los cuales se constituye ese recorte expresan abstracciones y conceptualizaciones del material empírico (observables, hechos, procesos) tomado del dominio de la investigación.

2.3. La historia de la Física y el descubrimiento de Duhem

P. Duhem legó un problema que marca hasta hoy la actividad científica y afecta la refutación o corroboración de hipótesis. Contemporáneo de Mach comparte la presunción de que la investigación histórica de la ciencia es crucial y P. Duhem era un verdadero erudito en historia de la ciencia. Dice Artigas (1991:99)

> ambos afirmaron que las teorías científicas no son ni verdaderas ni falsas. Fue el propio Mach quien subrayó su afinidad con la epistemología de Duhem (…). El libro "La teoría física", donde Duhem expuso sus principales ideas epistemológicas se publicó en alemán en 1908 con un Prefacio de Mach. En reediciones de sus propias obras Mach subraya haber llegado con Duhem a las mismas conclusiones por caminos diferentes. Un acuerdo fundamental es que "el método genético e histórico de presentar las teorías físicas es el único correcto".

En sus trabajos E. Mach daba por consabido el problema que Duhem había expuesto para la Física. Puede resumirse del siguiente modo: si de una hipótesis se sigue un hecho observacional y efectivamente éste se da, no necesariamente aquella hipótesis es verificada o, en tal caso, puede ser verificada de modo trivial. Tampoco la inversa. En otros términos, no hay modo de verificar una hipótesis aislada. Tampoco de refutarla. Para obtener la corroboración de una hipótesis, una predicción exitosa en una indagación cualquiera, necesitamos y usamos junto a la hipótesis un amplio conjunto de supuestos auxiliares como conocimientos consolidados. Llamemos a este conjunto A de supuestos auxiliares y el esquema quedaría así:

Hipótesis, más conjunto de supuestos A, predice B.

De donde se sigue que:

Si no B, o la hipótesis es falsa o ha fallado alguno de los supuestos auxiliares.

Se puede revisar la hipótesis o los supuestos, pero esta elección la hace el científico sin que lo dicte la lógica o el experimento sino la experticia, la formación y el buen tino del investigador. En el caso del falsacionismo sofisticado la heurística positiva. Un ejemplo simplificado: confrontamos una hipótesis X con resultado negativo. Entre los supuestos auxiliares A, existe uno ya puesto en duda: el agua es conductor de la electricidad. En vez de rechazar la hipótesis automáticamente, investigamos ese supuesto y resulta que el agua no es un conductor eléctrico sino un aislante eléctrico: son sus sales y minerales las conductoras eléctricas y adecuadamente destilada es un aislante. Acordando con Duhem, Mach se refiere justamente a estas situaciones en "*Conocimiento y error*" (1905) destacando que el error es igualmente valioso para la ciencia que la provisoria o trivial verificación de una hipótesis aislada.

Duhem razonablemente concluye: en Física siempre se exponen a verificación áreas completas de la Física o incluso la Física toda. Sin embargo, en la actividad científica cotidiana seguimos proponiendo hipótesis e intentando evaluarlas. El problema de Duhem resultan una "espada de Damocles" pero la actividad científica continúa y debe continuar, pero teniendo presente que algunos de los supuestos auxiliares pueden estar fallados. Esto es lo que aquí estamos promoviendo como "principio de complejidad". Otro ejemplo histórico (Solís, C. 2011).:

> la Medicina Magnética, formó parte de la Ciencia durante casi un siglo. Publicado en inglés en 1658 y en francés en 1666, el "Discurso sobre el polvo simpático" de sir Kenelm Digby, (…) su difusión a la moda de la época y la amistad de Digby con Descartes, le otorgó prestigio

El contexto histórico: la ciencia intentaba justipreciar y establecer los límites de las 'acciones a distancia' y sus casos particulares del imán, el hierro y la brújula, la luna y las mareas. El '*Polvo Simpático'* se aplicaba al arma causante de la herida

(sic) en vez de a la herida misma. En la moda de la mecánica de los efluvios y partículas 'sutilísimas', el "polvo simpático" era el progreso, la novedad. Es decir, si el rey era herido en combate urgía salir en persecución del arma para aplicarle el 'polvo simpático'.

> La medicina magnética no operaba ahora a distancia por influjos astrales y espíritus universales (aunque estos no desaparecieron del todo), sino mediante la circulación de efluvios o corrientes de partículas diminutas. (…) la caparrosa o vitriolo verde, (sulfato ferroso) era una sustancia ordinaria que podía conseguirse en cualquier droguería. (Solis, C.; 2011:30).

El tribunal de "expertos" que avalaron la 'demostración' de Digby se constituía por miembros de la Royal Society: el Rey Jacobo I, el Príncipe de Gales y el duque de Buckingham. Las pruebas estadísticas eran demoledoras: el porcentaje de curas era abrumadoramente mayor con el polvo simpático que con los tratamientos en uso. Grupo de prueba, grupo de control, corroboración estadística, hipótesis verificada, consenso en la comunidad de expertos: ¿qué más le podemos exigir al verdadero conocimiento científico?

Razonablemente la validación de la eficiencia del polvo simpático aplicado al arma requería abstenerse de utilizar los tratamientos habituales que constituían el conjunto "A". Pero estos tratamientos de la Medicina galénica intervencionista consistían en aplicar ungüentos y emplastos húmedos en la herida y con el polvo simpático se dejaba a la herida tal como estaba sin 'medicina' alguna. Esta Medicina galénica consideraba beneficioso la aparición de pus ya que atraía los malos humores pudiendo extraerlos con él. Los ungüentos que aplicaban a la herida contenían material orgánico, grasas y diversos estiércoles. No fallaba la estadística sino la interpretación de sus resultados: la ausencia de esos tratamientos era muy eficaz. El 'polvo simpático' una hipótesis verificada y una ilusión útil.

2.4. El problema de Gödel y la expectación en sistemas axiomático-deductivos

Si la complejidad dejó 'perplejo' a Poincaré, los teoremas de K. Gödel afectan al conjunto de las ciencias formales y los sistemas axiomático-deductivos. Este problema tiene una doble relevancia. Por una parte, vuelve a mostrar la necesidad de postular el principio de complejidad ahora fuera de las ciencias naturales y por otra, para la reconstrucción de la historia de la Epistemología.

Bajo el supuesto de que es necesario dar fundamento al conocimiento científico podría decirse que históricamente se han contrapuesto dos programas o abordajes en Epistemología: con P. Duhem y E. Mach el histórico, empirista y crítico que indica investigar la historia de la ciencia como terreno cuasi empírico para indagar su naturaleza y fundamento; y el programa formalista con corrientes como el positivismo lógico que indica tomar como modelo a las ciencias formales para fundamentar el conocimiento científico, limpiar las teorías científicas de entidades metafísicas infiltradas en el lenguaje científico al que hay que formalizar todo lo posible y alejarlo del lenguaje natural. En las ciencias formales perdura el concepto de "verdad" y aunque se trata de un sentido metafórico, el programa formalista pretendía fundamentar la ciencia bajo el modelo de las ciencias formales que sí pueden ofrecer un concepto de verdad que en las ciencias naturales y empíricas siempre es provisorio. Así la ciencia podría fundamentar que su conocimiento es "verdadero". El formalismo es sincrónico y se pretende ahistórico. Por el contrario, el enfoque diacrónico histórico crítico sigue el aforismo de Goethe, J. W. (1890[1810]) en su teoría del color adversa a Newton: 'la historia de la ciencia es la ciencia misma, la historia del individuo es el individuo mismo'.

Pues bien, los teoremas de Gödel cancelan el sueño "formalista" de fundamentar la ciencia desde esa perspectiva con exigencias legislativas para las teorías de cada disciplina. Esta cancelación del sueño formalista se debe al hecho de que Gödel demuestra la constante posibilidad de producción de

"anomalías" en los sistemas axiomático-deductivos, no todos, de las ciencias formales. Estas anomalías se presentan frecuentemente en las ciencias empíricas en las cuales se sobrellevan como se puede, mientras se continúa tanteando a oscuras la realidad de sus áreas con la expectativa de que nuevos datos o descubrimientos las resuelvan. El "hecho nuevo" descubierto por Gödel en la historia de ciencias formales demolió la ilusión formalista de que por esa vía se podría fundamentar la ciencia y su verdad.

Historiográficamente es importante consignar la secuencia de debates que desembocan en los teoremas de Gödel. G. Cantor había desarrollado en términos axiomático-deductivos la teoría general de Conjuntos cuya potencia de generalización permitía un alto optimismo. Ello impacta en el contexto de la discusión sobre los fundamentos de la Matemática donde D. Hilbert y el conjunto de lo que se llamó el 'programa formalista' de la Matemática querían fundamentarla de modo axiomático deductivo buscando:

> Un sistema axiomático consistente y abarcador, de gran alcance, que permitiera reobtener, a través de demostraciones 'seguras', todos los resultados verdaderos de la matemática. Esto permitiría decidir la verdad o falsedad de cada afirmación matemática… (…). En particular el propio Hilbert se había dedicado a buscar un *sistema axiomático para la aritmética* (Martínez & Piñeiro 2009:35-36). (Subrayado nuestro).

Dice Hilbert: "Nadie nos expulsará del paraíso que Cantor ha creado para nosotros" (Citado por Martínez & Piñeiro 2009:64).

Conscientes de nuestra ignorancia y la dificultad del tema seguiremos muy de cerca sintetizando la exposición de Martínez, G. y Piñeiro, G. (2009). A ella recomendamos acudir para una aproximación profana, aunque rigurosa y de un enorme esfuerzo didáctico por parte de sus autores. El uso "metafórico", analógico o comparativo de los Teoremas de Gödel por diversos

autores de otras disciplinas y su difusión vulgarizada genera confusiones y exposiciones simplemente falsas sobre las que se sacan conclusiones igualmente falsas y confusas. Los autores explicitan la motivación de ese esfuerzo didáctico que acometen:

> Nosotros creemos que los teoremas de Gödel y el fenómeno de incompletitud dicen algo en términos epistemológicos y filosóficos que trascienden la matemática, y gran parte, sino toda, la decisión de escribir este libro es, justamente, dar a conocer de una manera rigurosa los teoremas *fuera* de la matemática, para círculos de pensamiento lo más amplios posibles, con la esperanza de que futuros autores de otras disciplinas, que no sean matemáticos ni físicos, puedan encontrar una exposición hospitalaria antes que una puerta cerrada. (Martínez & Piñeiro, 2009:129, subrayado de los autores).

Nosotros aprovecharemos esa puerta entreabierta que, como en la habitación oscura de Ginzburg del epígrafe, tiene algunas luces tenues para quienes no somos matemáticos ni especialistas en Lógica. Los autores analizan y demuestran falaces diversas analogías o usos metafóricos de los teoremas de Gödel en obras como la de J. Lacan, J. Kristeva, Deleuze y Guattari o M. Serres, ejemplos teratogénicos que los autores disecan prolijamente como confusas vulgarizaciones de las que se extraen conclusiones sin ninguna relación cierta con los teoremas de Gödel. Nosotros no haremos ningún uso analógico o metafórico del descubrimiento de Gödel. Solo expondremos sus consecuencias para la historia y actividad de la ciencia y lo incluimos en la "casuística" de problemas que abonan la razonabilidad de promover la complejidad y la expectación como principios generales de prudencia de la actividad científica.

El lector debe tener presente en lo que sigue que el término "teoría" que va a comenzar a leer, en Matemática o

Lógica o sistemas axiomático-deductivos no se utiliza en el sentido de "teoría de la Epilepsia o del Parkinson". Aquí "teorías" no son propuestas descriptivas o explicativas de algún fenómeno empírico. En un sentido amplio se llama 'teoría' (o 'sistema axiomático') a un conjunto de enunciados o afirmaciones seleccionados como axiomas. El enunciado: "*todas las abuelas son azules*" no es analizado por su correspondencia con la realidad sino solo formalmente en el tejido de otros enunciados y las deducciones de *"todas las 'x' son 'h'"*.

> La demostración original de Gödel, tal como el mismo señala (…) puede verse como una formulación matemática de la paradoja del mentiroso (llamada de Epiménides). (…). 'yo miento' (…). o 'Esta afirmación mía es falsa' (Martínez & Piñeiro 2009:38).

Los lógicos habían propuesto eludir esta clase de paradojas restringiendo el uso de enunciados autorreferenciales. Gödel demostró que se podía eludir esa restricción, exponiendo que era improcedente ya que de todos modos podía 'suceder' en términos matemáticos. Matemáticamente lo expresa y demuestra. Estableció una correspondencia entre enunciados del lenguaje y números naturales. "Ahora bien, al mirar los enunciados como números, Gödel logró expresar en el lenguaje de la aritmética (…). distintas propiedades sobre los enunciados como relaciones aritméticas entre números" (Martínez & Piñeiro 2009:39).

De tal modo logró expresar en:

$$G: \neg \exists x \ (x \text{ Dem } d(n).).$$

"Yo no soy demostrable"

Es decir, un enunciado indecidible para ese sistema axiomático o teoría. La aparición de esos enunciados resulta una "anomalía" para las ciencias formales. Pasemos a una presentación aproximativa:

> Teorema de Gödel (forma general).:
>
> Todo sistema axiomático recursivo y consistente que contenga suficiente aritmética

> tiene enunciados indecidibles. En particular, la consistencia del sistema no es demostrable dentro del sistema.
>
> La condición de que el sistema contenga 'suficiente aritmética' significa, esencialmente, que puedan demostrarse a partir de los axiomas todos los enunciados de la aritmética finitista (…). los enunciados cuya verdad o falsedad puede determinarse en una cantidad finita de pasos.
>
> De esta manera el Teorema de Gödel destruye una por una todas las esperanzas de Hilbert (…). (Martínez & Piñeiro, 2009: 65).

Antes que cualquier otra consecuencia hay que privilegiar esta: la Aritmética no solo no es un sistema axiomático deductivo como anhelaba Hilbert construir, sino que parece "veneno" para cualquier sistema axiomático puesto que su 'suficiente presencia' genera que el sistema produzca enunciados "indecidibles". Esto quiere decir que no puede determinarse si el enunciado pertenece o no pertenece al conjunto de axiomas, si se deduce de ellos o no. El sistema es entonces inconsistente, es decir, su consistencia no puede demostrarse dentro del sistema mismo. Aunque el enunciado indecidible pudiera demostrarse "verdadero" desde fuera del sistema dentro del sistema no se puede demostrar que se deduzca de los axiomas.

En cuanto a la expectación, la selección de cuáles y cuántos axiomas postular, si serán muy pocos o demasiados y cuánta aritmética incluir es una decisión del científico. Son célebres las dificultades que trajo el quinto postulado de Euclides para su Geometría. Se debe destacar lo ya citado de Gibbon acerca de la complejidad en Poincaré: "Tal como yo lo entendí, lo que en realidad importa es simplemente que algunos sistemas (…) son muy sensibles a sus condiciones de partida". En este caso el punto de inicio de un sistema axiomático deductivo en su construcción.

Aclaremos que existen y se pueden generar sistemas axiomático-deductivos "consistentes" y "completos" pero eliminando la aritmética o incluyendo solo un mínimo. La noción de "concatenación" permite probar otros resultados de incompletitud para teorías muy diversas y no relacionadas con la aritmética, pero en los problemas derivados de éste, se requiere eludir o eliminar especialmente el dígito "cero".

> La misma característica queremos para la concatenación de números. Sin embargo, la asociatividad [que conlleva la concatenación] falla si se permite la aparición del digito cero (…). Por este motivo definimos la concatenación solamente para dígitos distintos de cero (Martínez & Piñeiro, 2009:176). Hemos visto que la definición de verdad aritmética (…). no es recursiva, veremos ahora que ni siquiera es expresable en el lenguaje formal (Martínez & Piñeiro, 2009: 151).

> No solo el sistema aritmético, bajo la hipótesis de su consistencia, es incompleto (Primer Teorema de Gödel sobre Incompletitud), sino que esta propiedad de consistencia, incluso aunque esté fundada, no puede demostrarse en su interior [de la aritmética] (Segundo Teorema de Gödel sobre Consistencia). (Martínez & Piñeiro, 2009:135).

Los autores indican que a posteriori, lo que se está tratando en las consecuencias epistemológicas y filosóficas, es de un hondo y complejo debate para diferenciar Lógica y Matemática. Es decir que aun suponiendo que la aritmética fuera consistente es incompleta. De esas pocas luces que pueden orientar a los profanos para no andar a ciegas, pasemos a exponer los términos claves que los teoremas de Gödel utilizan y ponen en vilo, a saber: "completitud" y "consistencia". Comenzando con la "completitud", se puede definir semántica o sintácticamente. En la segunda forma, se enunciaría así: "Una

teoría es completa si para todo enunciado E, por ejemplo, o bien E es demostrable, o bien la negación de E es demostrable". "Completo" pues, se refiere a que esa teoría puede demostrar y sancionar a todos sus enunciados y afirmarlos (verdaderos, por ejemplo) o negarlos (por ejemplo, falsos). Es incompleta si no puede hacerlo. Por su parte:

> La noción de *consistencia* es esencial a la lógica: en una teoría inconsistente *todo* enunciado es demostrable. (Es decir, las teorías inconsistentes son aquellas en las que "todo vale" y por eso mismo no tienen ningún interés, porque nada puede discriminarse). (Martínez & Piñeiro, 2009:90). (Subrayado de los autores).

Una ventaja del abordaje histórico del falsacionismo sofisticado en la ciencia es mostrar que la actividad científica humana no se detiene porque aparezcan o puedan generarse anomalías e inconsistencias y es racional que no lo haga ya que abordamos el universo con conjeturas y supuestos generales que acordamos colectivamente, es decir, una realidad engañosa y compleja. I. Lakatos lo repitió muchas veces: la ciencia y sus programas de investigación nadan en un mar de anomalías, no solo en las "crisis kuhnianas" sino siempre. El asunto es que nadie abandona su actividad hasta que aparece una alternativa, un programa que cambie la agenda indique un camino y muestre hechos nuevos.

> la matemática avanza en todas las áreas sin preocuparse demasiado por el Teorema de Gödel. (…) …porque los matemáticos, en la práctica diaria, sin ni siquiera reparar del todo en ello, utilizan teorías axiomáticas muy poderosas que 'empujan' los posibles enunciados indecidibles a planos esotéricos, por fuera del contenido matemático inmediato…Esto explica que (…) no sea demasiado frecuente ni 'natural' tropezarse en la práctica matemática con enunciados

> indecidibles. (Martínez & Piñeiro, 2009:44 - 45).

Este 'empujan', no es otra cosa que el método expectante 'en la práctica diaria'. Los teoremas de Gödel están ahí, como las entidades mórbidas o los pumas. Si alguien se propone desarrollar un sistema axiomático tal como si saliera a cazar, elije cuidadosamente cuántos axiomas va a postular, si son demasiados puedo tener problemas, si demasiado pocos también. Si incluye demasiada Aritmética se arriesga a la aparición de un "Yo no soy demostrable" en cualquier momento, si incluye muy poca aritmética el sistema pierde interés, alcance y potencia. Hay cierta dimensión 'artesanal' en el trabajo científico y en sus decisiones de 'puntos de partida' y trayectorias posibles de lo que está elaborando. La metódica expectante está implícita, cuando ya no encuentro huellas del puma mejor comienzo a apuntar mi arma a los árboles buscando 'otros' indicios, ya que puedo haber entrado en una trampa y ser la presa no el cazador. Este último caso es lo que sucede en el problema de Poincaré: "En cualquier caso, no puedo hacer más que confesar mi perplejidad (…) Le escribiré con más extensión cuando pueda ver las cosas con más claridad" (Galison P. 2005:75) (El subrayado es nuestro) Luego, recordemos, se resigna: *ni siquiera intentaré dibujarlo*.

3. Conclusiones

Creemos que, a pesar de nuestras limitaciones, R. García hubiera recibido este trabajo con interés y benevolencia ya que constituye un esfuerzo de abordaje multidimensional de la actividad científica desde la historia de la expectación hasta los problemas de ciencias formales, biológicas o la epistemología.

Sostenemos la expectación como un principio de la actividad científica en cualquier área de ella, exponiendo la vinculación entre saber, poder y ética. La expectación es tanto una actitud metódica, un principio de precaución, pero también un modo de observación y formación de los científicos –en el lecho del enfermo– que evitando o posponiendo la intervención,

distorsiona lo menos posible los observables, pero también una posición ética, una presunción de ignorancia.

Esto conlleva un nuevo motivo para diferenciar Ética y Moral, ya que en la práctica hay que tomar decisiones en situaciones críticas, como el cazador de Ginzburg o quien asiste el desencadenamiento de un parto o de una crisis psicótica: situaciones plenas de impredecibilidad y consecuencias irreversibles. Una moral, por el contrario, generalmente consiste en un sistema de normas y valores ideales a seguir. En las situaciones críticas, insistimos, de consecuencias frecuentemente irreversibles, nuestro psiquismo cuenta con la pavura que tales situaciones de incertidumbre pueden provocarnos y tanto la intervención científica como el acto ético necesariamente se evalúa post facto. ¿Debimos o no hacer tal cosa? ¿Cuál hubiera sido el desenlace si no lo hacíamos? De ahí que Canguilhem subraye: "Este método de expectación tiene algo de frío o de austero". Es demasiado lo que puede estar en juego.

Hemos querido mostrar con los problemas expuestos que la actividad científica en cualquier época y comunidad humana es una actividad colectiva, criticable, provisoria, falible y, quizá, más precaria aún de lo que creemos en la actualidad. Por ello subrayamos esa diacronía extensa desde los humanos cazadores recolectores que invita a pensar la actividad científica como un emergente de las comunidades humanas en cualquier época tal como emergió el Arte o la Aritmética con nudos o ábacos y sistemas numéricos diversos.

Desde esta conclusión la pregunta es: ¿cómo considerarán los científicos de los próximos siglos nuestra actividad científica actual? ¿Se sonreirán de nosotros de modo condescendiente como ahora nosotros hacemos del "polvo simpático"? No nos debiéramos considerar esencialmente distintos de los científicos ancestrales que fermentaban alcohol o ensayaban cruzas de ganado tanteando la química y la genética actual. En cierto sentido, el principio de complejidad es un principio de humildad que, en los próximos siglos, las futuras generaciones de científicos podrían valorar de nosotros, a pesar de sonreírse condescendientes de nuestras torpes disputas y ensayos.

4. Bibliografía

Argañaraz, (2012). *Ruptura y continuidad de Lacan con Freud (desde Lakatos).* Editorial de la Facultad de Filosofía y Humanidades U. N. de Córdoba. Argentina.

Argañaraz, (2020). "*La filosofía crítica realista postkantiana: Una tradición desdibujada de Herbart a Popper*". *Epistemología E Historia De La Ciencia*, *5*(1)., 41–58. Recuperado de https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/30239

Artigas, M. (1991). "E. Mach y P. Duhem: el significado filosófico de la historia de la ciencia". En "*Física y religión en perspectiva"* Rialf pags. 99-119

Bercherie, P. (1986) "*Los fundamentos de la clínica*". Buenos Aires: Ed. Manantial

Canguilhem, G. (2004) Escritos sobre la medicina. Amorrortu: Buenos Aires.

Duhem, P. (2003). "*La teoría física. Su objeto y su estructura*" Editorial Herder, Barcelona.

Freud, S. (1925, 1994) "*Presentación autobiográfica*" O.C. T.20 pags. 1 a 65 Amorrortu editores

Freud S. (1914, 1994:227) "*El Moisés de Miguel Ángel*" O.C. T. 13 Amorrortu editores.

Galison, P. (2005). "*Relojes de Einstein, mapas de Poincaré"* Drakontos. Crítica. Barcelona.

García, D. (2001) "*La deliberación moral: el método de la ética clínica*" En "Medicina Clínica" Vol. 117 Num. 01 Pgs 18-23. Barcelona

García R. (2006). "*Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*" Gedisa editora Barcelona

Ginzburg, C. (2004). "*Tentativas".* Rosario: Prohistoria.

Goethe, J. W. (1890[1810]). *Zur Farbenlehre. Didaktischer Theil*. In: Goethe's Naturwissenschaftliche Schriften.

Gribbin, J.; (2004). *Así de simple. El caos, la complejidad y la aparición de la vida*. Drakontos Crítica. Barcelona.

Laín Entralgo, P. (1958) "*La curación por la palabra en la Antigüedad Clásica*" (Formato PDF) Publicación: Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, 2012 Edición digital a partir de Madrid, Revista de Occidente, 1958

Laín Entralgo, P. (2015) "*Hipocratismo, Neohipocratismo y Transhipocratismo*" Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de

Cervantes, 2015. Edición digital a partir de Asclepio. Archivo Iberoamericano de Historia de la Medicina, 16 (1964), pp. 5-18.
Lakatos I. (1963, 1978). *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático*. Alianza Editorial. Madrid
Mach, E., (1948). [1905] *Conocimiento y Error*. Espasa Calpe Argentina Buenos Aires
Mach, E., (1949). [1883] *Desarrollo histórico-crítico de la Mecánica*. Espasa Calpe Argentina, Buenos Aires
Martínez G. y Piñeiro, G. (2009). *Gödel (para todos).* Seix Barral. Buenos Aires.
Rodríguez, F. (2006). *Percival Lowell (1855-1916).* Recuperado 07/10/2022. http://www.cielosur.com › oposicion-planeta-marte-lowell
Roudinesco, E. (2015) "*Freud en su tiempo y en el nuestro*" Buenos Aires. Editado por Debate
Solís, C. (2011). *La Medicina magnética. Del Ungüento Armario al Polvo Simpático de Kenelm Digby*. FCE Madrid.

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Comentarios críticos

Jheimer Julián Sepúlveda López
Luz Arabany Ramírez Castañeda

La lectura del texto del profesor Argañaraz se hace desde una cosmovisión principalmente constituida por asuntos duros de la tecnología aunada al interés de restablecer su religación con aspectos blandos. Este planteamiento no quiere decir que la complejidad y los sistemas complejos sean temas suaves. Utilizando sus mismas palabras nos disponemos a su interpretación "Conscientes de nuestra ignorancia y la dificultad del tema". Desde la frase inicial del texto, el profesor Juan de la Cruz conecta los procesos de investigación con tocar y palpar; acciones que la describen de buena manera. Identificar un problema, vacío, necesidad u oportunidad mediante acercamientos a esa realidad con metodologías, métodos y técnicas que permitan "tocar" esas realidades para describirlas y transformarlas. Con el ejemplo de la caza resalta la necesaria expectación en los procesos de investigación; hacer una foto de una situación para leerla y hacer, al mismo tiempo, "operaciones mentales complejas" para entenderla, intervenirla y realizar cambios. Un punto adicional e interesante para discutir presentado en el documento es el resalto del papel del paciente como protagonista de su proceso. El profesor recuerda que el

galenismo siempre ubicó al médico en una posición de poder y saber sobre el otro, pero resalta que se es necesario aprender del paciente, entender que él es quien está en una lucha entre salud y enfermedad. Se expone la relevancia de la relación sujeto-objeto en un proceso de investigación: la investigación tradicional siempre se enfoca en una relación objetiva; el ser creador de conocimiento no puede ni debe opinar, solo representar lo que el mundo y sus fenómenos le muestran, interpretar y comprender al mundo, pero "nuestro mundo real es un universo del cual el observador nunca podrá eliminar los desórdenes y del que nunca se podrá eliminar él mismo" (Morin, 1995, p. 78) como se cita en (da Conceição de Almeida, 2014). Rolando García (2006) expone que el conocimiento es un fenómeno social y, por consiguiente, intersubjetivo; para poder producir conocimiento se hace necesaria la intervención de personas con experiencias, creencias y marcos epistémicos que los definen y que definen el conocimiento que construyen y las preguntas que le hacen al mundo. Todos esos elementos de su cosmovisión. Esto conecta con la idea de la expectación; es un modo de ver el mundo que implica dudas sobre las teorías que se dan por ciertas. Aquí vale la pena mencionar al Realismo crítico el cual se centra en la cosmovisión; cómo los investigadores ven el mundo desde sus creencias, teorías y metodologías. El realismo critico busca unir dos elementos (Mingers, 2006):

- La visión realista que consideran que el mundo posee objetos y hechos que aun sin hacer parte del trabajo de investigación y sin poseer conocimiento alguno de ellos, existen y pueden o están afectando de una forma u otra, elementos o componentes.
- La visión crítica que busca que los procesos investigativos lleguen más allá de la etapa descriptiva que reconoce el problema y sus posibles causas, pero que normalmente no llegan al punto de proponer acciones que lleven a solucionar el problema ya identificado y descrito previamente.

Otro punto de la discusión que llama la atención, según la cosmovisión de la que se habla al comienzo, se refiere a la

sensibilidad en las condiciones iniciales de un sistema complejo que está en la fundación de la complejidad; el primer impulso más el retorno permanente de información y energía (retroalimentación) que afecta el comportamiento del sistema y lo pone en un nuevo estado, tal vez diferente. Esta descripción conecta con el principio de Ecología de la Acción propuesto por Morin en su planteamiento del pensamiento complejo. En el momento en el que una acción se desata en un medio dado se escapa a la voluntad y a la intención del que la creó, entra en un juego de interacciones y retroacciones múltiples, y entonces puede derivar fuera de sus finalidades y a veces incluso ir en sentido contrario a su objetivo inicial (Morin, 2010). Aquí la incertidumbre pone sobre la mesa la complejidad para tocar/palpar los fenómenos sociales, tecnológicos y ambientales del mundo actual. Para finalizar, el texto con el que finaliza su texto el profesor Algañaraz y en el cual indica que el principio de complejidad es un principio de humildad. Se concuerda con él, pero, además, día a día son menos las miradas condescendientes a quienes usan la complejidad para acercarse a esos recortes de la realidad que se describen como sistemas complejos. Nuestra cosmovisión es diferente ahora.

Referencias

da Conceição de Almeida, M. (2014). Un estado del arte de las ciencias de la complejidad. 2a Parte. Visión Docente Con-Ciencia Año XIII, 20-27.

García, R. (2006). Sistemas complejos. conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona: Gedisa.

Mingers, J. (2006). Realising Systems Thinking: Knowledge and Action in Management Science. Springer. Morin, E. (2010). Complejidad Restringida, Complejidad General. Estudios, 79 - 135.

CAPÍTULO VI

Un modelo metodológico para el estudio situado de los procesos cognitivos en las organizaciones

Articulaciones entre sistemas complejos, teoría fundamentada e investigación acción

Gustavo Montenegro[*] e Ivana Schroeder[**]

1. Introducción

El capítulo presenta un conjunto de elementos relativos al modo en que la perspectiva epistemológica y metodológica de Rolando García, se integra con recursos metodológicos de la teoría fundamentada y la investigación acción, como base para el estudio sistemático de los procesos cognitivos y del fenómeno mental en el marco de la dinámica de la interacción cotidiana en equipos y organizaciones.

La opción por esta integración metodológica obedece al desafío particular que involucran las posibilidades de

[*] Gustavo Montenegro. Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Córdoba. Instituto de Ciencias de la Administración de la Universidad Católica de Córdoba. gustavo.montenegro@unc.edu.ar.

[**] Ivana Schroeder. Facultad de Ciencias de la Salud y del Instituto de Ciencias de la Administración de la Universidad Católica de Córdoba. Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Córdoba. ivana.schroeder@ucc.edu.ar

observabilidad y tangibilización de los elementos nucleares del estudio, como lo son los elementos interaccionales y cognitivos que constituyen el afrontamiento de situaciones problemáticas y el conjunto de elementos subjetivos y objetivos que operan como condiciones de los procesos de aprendizaje en la organización. Estos procesos, por un lado, disponen de una débil manifestación tangible, lo cual dificulta su operacionalización, y por otro lado, tal como se plantea desde diversos campos del conocimiento y la investigación, se presentan en gran parte de manera tácita y subyacente respecto a la conciencia y al lenguaje ordinario de los propios involucrados.

La perspectiva constructivista de sistemas complejos presenta un conjunto articulado de principios epistemológicos, ontológicos y metodológicos en reciente expansión que -según se postula en nuestra investigación- se ofrecen como significativa oportunidad para la comprensión de la organización como entidad cognitiva, y de manera consecuente para la explicación orientativa de los procesos de aprendizaje organizacional.

En este capítulo se presentan- además de las proposiciones que fundamentan las razones y beneficios de la estrategia de integración metodológica asumida-, una síntesis de los elementos más significativos aportados por cada una de las perspectivas. Es decir, a partir de la puesta en diálogo entre la perspectiva constructivista de sistemas complejos, la teoría fundamentada, y la investigación acción, exponemos una breve sistematización de convergencias y complementariedades entre los fundamentos aportados por cada una de perspectivas en el marco del propósito de nuestra investigación.

Posteriormente, referimos al carácter de algunos elementos producidos a partir de dicha estrategia de integración metodológica, y su ajuste a los criterios epistemológicos propuestos en la perspectiva de Rolando García. En torno a ello, un aspecto que presentamos como significativo refiere a la sistematización de una estrategia metodológica que postulamos como alternativa pertinente, tanto para el estudio de los procesos cognitivos y del fenómeno mental situados en la interacción cotidiana, como en general para la inteligibilización de los

sistemas sociales en relación con las prácticas de transformación.

2. La investigación y su contexto

La sociedad del conocimiento desafía a las organizaciones actuales en sus capacidades para hacer frente a un contexto dinámico y complejo. Desarrollar capacidades para afrontar situaciones de crisis externa e interna, resolver situaciones problemáticas emergentes o inesperadas, tomar decisiones en contextos de incertidumbre, generar culturas de trabajo colaborativo, construir confianza, aprender de los errores, mejorar e innovar de manera permanente constituyen algunas de las demandas a las que se encuentran expuestos tanto los equipos como las organizaciones.

En el marco de las perspectivas contemporáneas que abordan la organización como sujeto de aprendizaje y de creación de conocimiento, el aprendizaje organizacional es objeto de diversas investigaciones y debates teóricos y, es referido como un proceso dinámico y crucial para la innovación. Se lo reconoce como un proceso de carácter cognitivo, por cuanto involucra la exploración, adquisición, interpretación y distribución de conocimiento.

En ese contexto de antecedentes, llevamos adelante -desde el año 2010- una investigación empírica sobre procesos de cambio y mejora organizacional en organizaciones de la ciudad de Córdoba (Argentina) ocurridos en el marco de asesoría técnica profesional. La modalidad de asesoría ha estado orientada al apoyo para el cambio y la mejora a nivel de resultados organizacionales, del clima interno, el trabajo colaborativo, el bienestar personal y colectivo, tomando como fundamento principios y técnicas del aprendizaje organizacional.

Nuestro proceso investigativo nos ha llevado de las preguntas iniciales acerca de cómo cambian y aprenden las organizaciones, a avanzar en la modelización sistemática de la organización como sistema complejo de cognición distribuida (Montenegro, 2022) y a sostener que el aprendizaje

organizacional ocurre en relación con principios de causalidad circular e internivel posible de ser interpretado como fenómeno complejo autoorganizado (Montenegro y Schroeder, 2019a). Entendemos que nuestra investigación postula aportes relevantes respecto a cómo funcionan, se bloquean, se debilitan, (enferman) y aprenden, se desarrollan y potencian (sanan) las organizaciones y los equipos entendidos como sistemas complejos de cognición distribuida (Montenegro y Schroeder, 2019a: 2019b; 2019c; 2020a; 2020b, 2021).

La investigación se sustenta en un conjunto de antecedentes teóricos e investigativos. En primer lugar, perspectivas del Cambio y Aprendizaje Organizacional, y el foco puesto en aspectos interaccionales, socio-afectivos y cognitivos vinculados a la problemática del aprendizaje en la organización, así como el carácter situado, práctico, agencial e interaccional del conocimiento y el aprendizaje (Nonaka y Takeuchi, 1995; Flores, 1997; Rojas, 1999; Castañeda-Zapata, 2015; Fassio y Rutty, 2017).

En segundo lugar, la perspectiva de Sistemas Complejos, tomando principios referidos a la construcción del objeto que plantean el traslado de la atención desde los elementos hacia las relaciones, identificando los componentes relevantes involucrados en el sistema, más allá de su naturaleza y dominio disciplinar, y dando cuenta en ello de los diversos niveles estructurales involucrados en el fenómeno en estudio, así como de las relaciones entre los aspectos micro, meso y macro nivel (García, 2006). La comprensión de los fenómenos de estabilidad y cambio en sistemas complejos involucra la consideración de procesos de autoorganización, y de principios de causalidad recíproca y no lineal entre los componentes en juego, así como la atención a fenómenos de amplificación de fluctuaciones, transiciones de fase y creación de nuevas estructuras en condiciones alejadas del equilibrio (García, 2006; Prigogine, 2012; Maldonado, 2011; Rodríguez Zoya y Roggero, 2014).

Una tercera línea de antecedentes se encuentra en el campo de la Ciencia Cognitiva, particularmente de líneas teóricas e investigativas que ponen en relieve el carácter extendido, situado y emergente de la cognición, que en las

últimas dos décadas viene teniendo un profuso desarrollo. La concepción de lo "mental" como un fenómeno que trasciende a los sujetos individuales y a la función cerebral, y de los sistemas cognitivos como entidades que se apoyan en factores extra-craneales, está presente explícitamente en los desarrollos de Bateson (1998), y posteriormente conforma el núcleo fundamental de las perspectivas de la *Cognición Distribuida* (Resnick, 1981; Salomon, 2001; Cole y Engestrom, 2001; Hatch y Gardner, 2001), la Cognición Extensa (Clark y Chalmers, 1998; Clark, 1999), la *Cognición "encarnada"* (Varela, Thompson y Rosch, 1991; Ortuzar, 2005), la *Cognición Situada* (Beguin y Clot, 2005), y la *Filosofía de la Mente* (Dennet, 2000; Dawkins, 2000; Broncano, 2006; Vélez, 2007; Vega, 2005).

3. Aspectos del contexto considerados en el desarrollo de la estrategia metodológica

3.1. Vacancias en el campo

En cuanto a la perspectiva general asumida de nuestra parte en el estudio del aprendizaje organizacional, puede decirse que intenta llenar algunos vacíos y vacancias existentes en el campo. Si bien existen numerosos antecedentes que focalizan en diversas dimensiones del aprendizaje organizacional, resultan escasas en las publicaciones académicas relativas al aprendizaje organizacional las referencias al estudio de prácticas concretas de implementación y al análisis sistemático de sus condiciones de eficacia. De igual manera se ha señalado el déficit de trabajos basados en el análisis y seguimiento de procesos concretos de implementación y una vacancia considerable de estudios que hagan referencia a las dimensiones, variables e indicadores por medio de las cuales se investigó y midió el aprendizaje organizacional.

También plantean un vacío de abordajes cualitativos que contemplen las dimensiones en las que sea posible operacionalizar el aprendizaje organizacional con la mirada de

los actores. Esto en relación con la predominancia de investigaciones realizadas relevando opiniones y percepciones de los informantes a partir de aplicación de escalas o instrumentos prediseñados o auto administrados.

Por otra parte, las problemáticas abiertas en el aprendizaje organizacional ameritan a nuestro entender instancias de puesta en diálogo sistemático entre ámbitos teóricos que si bien se presentan pertinentes al respecto y han producido avances importantes en las tres últimas décadas, no registran un volumen importante de intercambios entre sí, tales como la cognición contemporánea, las perspectivas de sistemas complejos y la investigación sobre el aprendizaje organizacional.

Al respecto, si bien existe una amplia profusión de trabajos resaltando la importancia de las modalidades de comunicación ampliada, la regulación anímica y las virtudes del pensamiento sistémico (o pensamiento complejo), y la advertencia en relación con las limitaciones impuestas por las barreras defensivas, la comunicación improductiva y las trampas del pensamiento lineal y fragmentario, es escasa y difícil de encontrar literatura teórica o investigativa focalizada en dar cuenta de las condiciones concretas relativas a la eficacia y sustentabilidad de la puesta en juego de modalidades de interacción cognitiva en la organización u otros contextos de la vida social. En tal sentido, en el campo de la producción de conocimiento y la cognición organizacional se señala con insistencia la necesidad de realizar estudios empíricos, con foco en la observación detallada de procesos interaccionales y cambios cualitativos. En este marco, nuestra investigación asume un interés particular por la problemática de la interacción cognitiva en relación con las capacidades de aprendizaje e innovación organizacional. Apelando a una metodología radicada y situada en prácticas concretas de transformación organizacional y, en diálogo con distintos aportes contemporáneos en torno a la cognición, la filosofía de la mente, y los sistemas complejos.

Dado este conjunto de vacancias teóricas y metodológicas planteadas, nuestra investigación se postula de valor en relación con los siguientes aspectos: a) operacionalización de los logros

de aprendizaje organizacional en base a la constatación -o no- de la superación de los quiebres que originaron las distintas demandas de asistencia técnica. En cuanto a los recursos para identificar tales aspectos, consideramos pertinente la medición de aprendizajes organizacionales en relación con la superación de quiebres, la comparación entre circunstancias de logro y no logro, y la indagación cruzada de trasfondos de experiencia tácitos y explícitos de los involucrados; b) referencia explícita a dimensiones, variables e indicadores en relación con las cuales se investigó el aprendizaje organizacional; c) aportes a las causas, condiciones y al proceso del aprendizaje organizacional; d) relevamiento exhaustivo y sistematización -con apoyo en recursos de modelización de sistemas complejos- tanto de las condiciones significativamente participantes en el proceso como de las relaciones manifestadas entre los mismos en el marco del proceso.

3.2. Desafíos particulares relativos a la tangibilización de los elementos en estudio y a la problemática del abordaje de los fenómenos cognitivos en la organización

Un desafío metodológico particular refiere a las posibilidades de observabilidad y tangibilización de los elementos nucleares del estudio, como lo son los procesos de aprendizaje organizacional, los elementos interaccionales y cognitivos que constituyen el afrontamiento de situaciones problemáticas y el conjunto de elementos subjetivos y objetivos que operan como condiciones de tales procesos. Estos procesos, por un lado, disponen de una débil manifestación tangible, lo cual dificulta su operacionalización, y, por otro lado, tal como se plantea desde diversos campos del conocimiento y la investigación, se presentan en gran parte de manera tácita y subyacente respecto a la conciencia y al lenguaje ordinario de los propios involucrados. Otro tanto ocurre con los quiebres, que naturalmente tienden a encubrirse y a operar de manera subyacente a las situaciones de tensión emergentes en la vida

organizacional (Rojas, 1999; Argyris, 1999; 2001; Varela, 2002; Giddens, 2012).

En razón de ello, para la visibilización de la dinámica de estos fenómenos apelamos en la indagación a recursos de reflexividad sistemática que, asentados en fundamentos de metacognición y antecedentes de la ciencia acción y la epistemología de la práctica, proveen instrumentos para la exploración consensuada de conocimientos y significaciones tácitas puestas en juego por técnicos y protagonistas institucionales en torno a los procesos de cambio y de aprendizaje organizacional (Schon, 1992; Rojas, 1999; Osses-Bustingorry y Jaramillo-Mora, 2008).

No obstante el relevante papel que juega la identificación de relaciones de tipo estructural entre elementos, las proposiciones teóricas referidas a ello, -al igual que las que identifican relaciones de causalidad sobre los hechos u observables- no son pasibles de ser establecidas por vía de la evidencia empírica ni de la clásica generalización de regularidades, sino que más bien se asientan en una dinámica de construcción de conocimiento en la que intervienen operaciones abductivas, deductivas, inductivas y proyectivas. En virtud de ello, la consideración de hipótesis y proposiciones teóricas relativas a la inteligibilización de un sistema complejo reclama una ampliación de los criterios ortodoxos de ponderación, hacia la inclusión de principios de consistencia pragmática y semántica, coherencia sistémica, aproximación sucesiva y equilibrio entre rigor y relevancia (Le Moigne, 1997; Strauss y Corbin, 2002; García, 2006; Armatte, 2005; Valladares, 2011; Rodríguez Zoya y Rodríguez Zoya, 2013).

La indagación y el análisis de las condiciones subjetivas y contextuales de la acción involucran desafíos de carácter metodológico y epistemológico, por lo que exponemos diversos elementos que, desde distintos ámbitos del conocimiento científico contemporáneo hemos tomado en consideración como guía para la exploración de los fenómenos cognitivos en estudio. Entre ellos, perspectivas de la filosofía de la mente, de la cognición contemporánea, la neurociencia cognitiva y la ciencia social donde se problematiza la naturaleza de la representación

mental, los estados de conciencia, la experiencia subjetiva, los trasfondos de acción, y el papel – ente otros - del lenguaje, la intencionalidad, los procesos afectivos, las interacciones, y los artefactos simbólicos en la conformación de los estados mentales.

En el campo organizacional, la ciencia acción ha desarrollado (con bases en la teoría habermesiana y los planteos de Dewey) una epistemología de la acción - crítica a la epistemología tradicional "positivista"- como fuente de conocimientos válidos para incorporar la perspectiva del actor. Desde la ciencia acción, el acceso y discernimiento de sentidos y saberes de trasfondo de la acción es posible a través de la exploración y reflexión colectiva, y de un detenido análisis de la práctica (Argyris y Schon, 1978; Schon, 1992; Argyris, 2001, Rojas, 1999). Al respecto, Argyris y Schon (1978) proponen atender a los supuestos subyacentes en las "teorías de la acción", así como la descripción de secuencias de operaciones (procesos y procedimientos) atendiendo a los indicios observados, a las reglas, valores y estrategias. En la misma línea, la escuela japonesa de la construcción organizacional del saber señala sobre los saberes tácitos y afirma que las ideas merecen ser rastreadas en la acción (Nonaka, 1991; Nonaka y Takeuchi, 1995). En el marco de lo que denomina el método de zona de innovación, Rojas (1999) plantea que el detenido y riguroso análisis de la práctica requiere de un interlocutor significativo como figura crítica en la reconstrucción sistemática de la experiencia que, a partir de las rupturas o quiebres recurrentes de la experiencia, interpela, abre el lenguaje, y hace eco a una búsqueda hacia aspectos desconocidos por el sujeto.

Ocupados por hacer más relevante el conocimiento para la práctica, Argyris y Schon, desarrollan un método que consiste en relevar los mapas para la acción, que representan los comportamientos que utilizan los actores para diseñar y realizar sus acciones y los "libretos causales" con los que informan sus acciones. Al respecto, plantean las implicancias de las situaciones de singularidad, conflicto e incertidumbre como vía de acceso a modelos de acción tácitos, la identificación de procesos inferenciales y de modelos mentales tácitos operantes.

De acuerdo con los autores, el cambio inicia con un abordaje individual, orientado a modificar las teorías de la acción que conducen a producir respuestas automáticas defensivas y de autobloqueo, y para contribuyen a desarrollar capacidades y rutinas de pensar y cuestionar los propios modelos mentales y el propio pensamiento como estrategia de abordaje de los fenómenos de obstáculo al aprendizaje. Sostienen la existencia de un arraigo de los modelos de acción y de las rutinas defensivas en procesos de refuerzo circular entre las reglas de la organización y los modelos de acción de los individuos que la componen (Argyris y Schon, 1978; Schon, 1992; Argyris, 2001).

En el ámbito de la filosofía de la mente, tienen lugar significativos debates respecto a la naturaleza de la conciencia y de los estados mentales, así como de las vías adecuadas para el acceso a tales fenómenos. Al respecto, tienen particular relevancia los planteos de Chalmers (1996, 2004) en alusión a la conciencia y la experiencia subjetiva como desafío y objeto de estudio preponderante, y a los métodos de primera persona como recurso insustituible en el abordaje de estos; a la vez que cuestiona las perspectivas reduccionistas de la conciencia. Chalmers señala el valor y relevancia de los datos de primera persona inherentes a las experiencias subjetivas de los sistemas conscientes, así como a las dificultades metodológicas que conllevan su obtención y formalización (Chalmers, 1996, 2004; Varela, 2002; León, 2006). Al respecto, y en el marco de lo que plantea como "problema duro" propio de la experiencia subjetiva, este autor plantea la introspección como uno de los pocos métodos para tener acceso profundo a la experiencia, en tanto consiste en la fuente principal de datos de primera persona, que tienen la misma relevancia que los datos objetivos de tercera persona tales como la neuroimagen funcional (León, 2006). También insiste en el desarrollo y refinamiento de métodos para recopilar, caracterizar, formalizar y parametrizar datos de primera persona de manera más compleja a los fines de construir teorías sistemáticas y formular principios. En búsqueda de procedimientos rigurosos de la exploración de la experiencia conciente, la neurofenomenología de Varela (2002) sostiene la

necesaria mediación de una segunda persona que ocupe una posición intermedia entre la primera y la tercera persona; un mediador que esté fuera de la experiencia pero que, igualmente esté entrenado en las prácticas y pueda dar orientación apropiada; así como la atención a la conformación de una red intersubjetiva que integra primera, segunda y tercera persona.

La dificultad de acceso y formalización que representan los datos de primera persona, incluso las limitaciones que para cualquier sujeto en un acto de introspección implica dar cuenta e informar sobre sus propias experiencias conscientes, requiere de la regulación de procedimientos sistemáticos de indagación metacognitiva. Al respecto se ha señalado que la recopilación de datos de primera persona requiere del desarrollo y refinamiento de metodologías para recopilar, caracterizar, formalizar y parametrizar datos de primera persona de manera más compleja a los fines de construir teorías sistemáticas y formular principios (Varela, 2002; Chalmers, 2004).

También resultan significativos en relación con nuestra circunstancia de abordaje de los trasfondos subjetivos de la acción, un conjunto de avances que, desde perspectivas interesadas en problemáticas del aprendizaje y el conocimiento, se han focalizado en el papel de la metacognición como estrategia de aprendizaje con base en la reflexividad, la auto conciencia y la autorregulación de los procesos cognitivos. Una de las primeras referencias al término, la hace Flavell (1976), afirmando que la metacognición, por un lado, se refiere "al conocimiento que uno tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos o cualquier otro asunto relacionado con ellos, por ejemplo, las propiedades de la información relevantes para el aprendizaje" y, por otro, "a la supervisión activa y consecuente regulación y organización de estos procesos, en relación con los objetos o datos cognitivos sobre los que actúan, normalmente en aras de alguna meta u objetivo concreto" (p. 232). La metacognición es puesta en foco como estrategia válida de acceso y conocimiento sobre las propias operaciones, actuaciones, decisiones, resultados, y al funcionamiento cognitivo ante una tarea determinada (Flavell; 1976, Carretero; 2001; Osses Bustingorry y Jaramillo Mora, 2008). Las

estrategias metacognitivas cumplen un importante papel como aprendizaje de segundo orden, y en tanto proceso reflexivo sistemático, requieren el desarrollo de competencias específicas, Y se potencia en base a instancias de cooperación interlocucional experta.

En el marco de la teoría social, y de cara al desafío de la indagación de los trasfondos de la acción que se nos plantea, resultan particularmente relevantes los aportes de Giddens (2012) en torno a la relación entre condiciones de la acción y conciencia reflexiva. Como parte de su postulación de la articulación recursiva entre acción social y estructura social, realiza una revisión crítica del legado de la tradición sociológica en el que, a la vez que plantea la desaparición de la autonomía del actor propugnada por el funcionalismo y el estructuralismo, cuestiona la preponderancia que las sociologías interpretativas –incluidas la sociología weberiana, la fenomenología, la etnometodología y el interaccionismo simbólico– la otorgan a la acción y al sentido, en tanto éstas no consideran los límites de la reflexividad del actor. Señala que tales límites, no considerados por los enfoques interpretativistas, provienen del desconocimiento por parte del actor, tanto respecto a las condiciones inadvertidas de su propia acción, como a las consecuencias no buscadas de la misma.

En relación con ello, diferencia con apoyo en elementos de la teoría psicoanalítica cuatro dimensiones de la acción: la intención, la reflexividad, la racionalización y el motivo; la intencionalidad presupone un saber hacer que regula la mediación entre medios y fines y supone la formación de expectativas acerca de resultados esperables; el registro reflexivo de la acción tiene lugar en ello como continuo y eficaz control de la propia actividad parte del actor; la racionalización de la acción involucra la capacidad por parte del actor de explicar las razones y fundamentos de su obrar, e implica la posibilidad de fundamentar el por qué tal medio es el apropiado para la consecución de tal fin; el motivo, en tanto dimensión de la acción, refiere al elemento que impulsa a actuar, el cual involucra necesidades concienciales y fuentes no accesibles a la conciencia (Giddens, 2012). En ese marco, respecto al saber del

agente con relación a la acción, diferencia entre la conciencia discursiva, la conciencia práctica y la cognición inconsciente. La primera refiere al saber verbalizado relativo a las condiciones sociales de la acción, la segunda al saber hacer con relación a las condiciones sociales de la acción, y la tercera a la incapacidad de conocimiento práctico o discursivo respecto a los impulsos que compelen la acción. Por otra parte, Giddens llama la atención respecto a los intercambios entre observador y observado que tienen lugar como parte de la práctica de la ciencia social, en el marco del fenómeno que denomina doble hermenéutica.

Para acceder a la base de atribución y comprensión del sentido de la acción, se ha puesto en consideración que la intención es una vía privilegiada entre otros estados intencionales (creencias, los deseos, los miedos) y como tal requiere de la existencia y funcionamiento de un trasfondo de intencionalidad, un marco de sentido (García Selgas, 1999). Este se intuye como un conjunto de conocimientos prácticos, habilidades, capacidades y disposiciones, y algunos rasgos como sendas neuronales y el cuerpo haciéndose cargo del sentido, así como la centralidad operativa que adquieren las condiciones de satisfacción para comprender y configurar estados intencionales (p.502).

4. Aspectos particulares de la estrategia metodológica, en virtud de integraciones entre las tres perspectivas apeladas

Nuestra opción por la integración metodológica entre la perspectiva constructivista de sistemas complejos, la teoría fundamentada y la epistemología de la práctica, se fundamenta en que -en relación con los desafíos involucrados en nuestra problemática investigativa- cada una de las tres perspectivas aporta diversos elementos necesarios para el abordaje en profundidad de nuestro problema de investigación.

La perspectiva constructivista de sistemas complejos de Rolando García aporta principios y lineamientos en torno a un

conjunto articulado de principios epistemológicos, ontológicos y metodológicos en reciente expansión que se nos ofrecen como significativa oportunidad para la comprensión de la organización como entidad cognitiva, y de manera consecuente para la explicación orientativa de los procesos de aprendizaje organizacional.

Decimos articulado porque el conjunto de lineamientos epistemológicos y metodológicos planteados desde esta perspectiva, derivan en gran medida del vuelco producido en las últimas décadas en cuanto a los avances en la comprensión de las propiedades entitarias atribuibles de manera genérica a los sistemas definibles como complejos. En particular, tomamos como base el interés por los procesos de cambio, desestabilización y reorganización, la atención a las relaciones entre distintos elementos componentes, el apoyo explicativo en principios estructurales y dinámicos atribuibles a los sistemas complejos, la apelación a la puesta en diálogo entre distintos ámbitos de producción teórica en la caracterización entitaria de un sistema complejo.

Por su parte, la teoría fundamentada pone en relevancia principios y procedimientos en torno a la concepción de construcción teórica, las fases globales del proceso de construcción teórica y principios específicos de desarrollo conceptual.

La epistemología de la práctica, y en particular los antecedentes de la ciencia acción, aportan específicos fundamentos y recursos técnicos relativos al minucioso análisis de las prácticas, y la reflexión sobre la acción (metacognición) como recurso de acceso a los elementos en juego.

De igual manera que encontramos complementariedades, también identificamos significativas convergencias entre las tres perspectivas, entre las que pueden aludirse los siguientes tópicos:

- entre sistemas complejos y teoría fundamentada: atributos del resultado de la investigación: explicar a los fines de orientar la acción, esquema global integrado que dé cuenta de las relaciones entre el conjunto de los

elementos identificados; coherencia sistémica entre aspectos dinámicos y estructurales.

- entre sistemas complejos y ciencia acción: desplazamiento del locus de la investigación al proceso de acción transformadora, la puesta en diálogo entre conocimiento científico, técnico y práctico.
- entre ciencia acción y teoría fundamentada: perspectiva fenomenológica de aproximación al fenómeno; combinación de distintos métodos y técnicas al servicio de los objetivos de la investigación.

Sin detenernos específicamente en cada uno de estos puntos, la figura presentada a continuación, representa una visión esquemática de las convergencias y complementariedades aludidas.

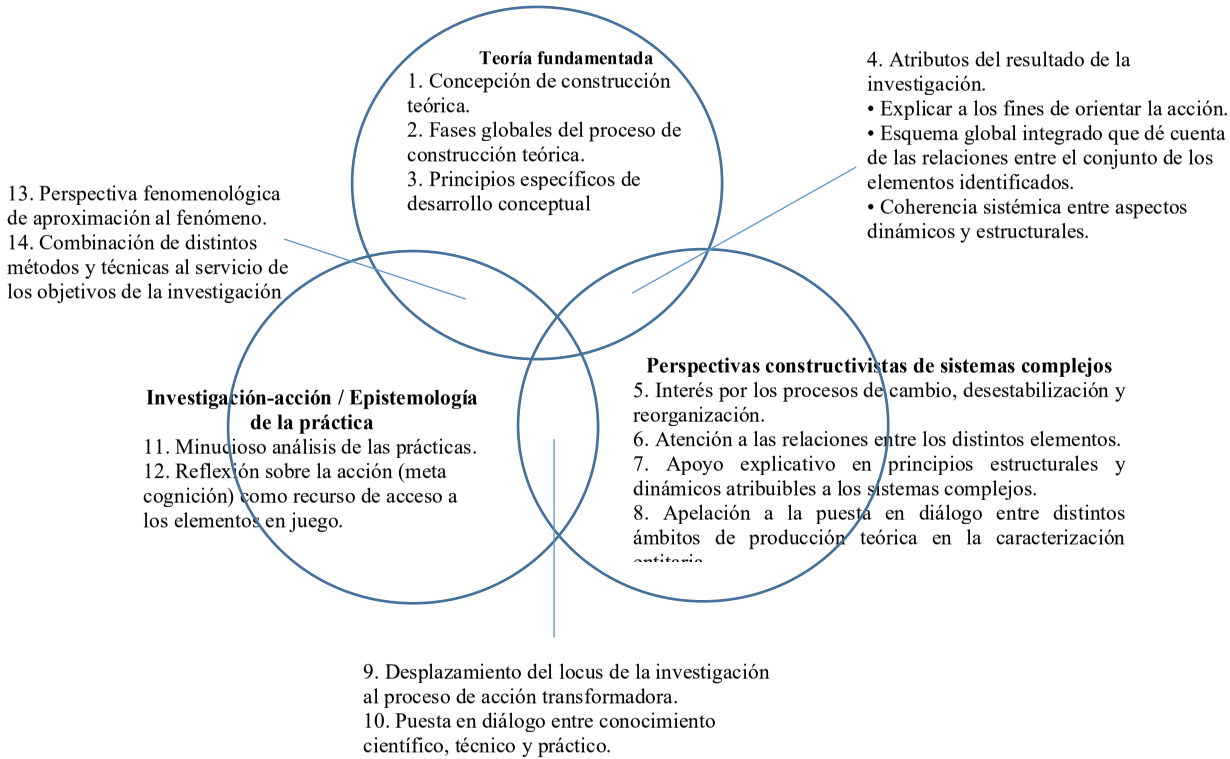


Figura 1. Convergencias y complementariedades entre perspectivas metodológicas asumidas en la investigación. Fuente: Montenegro, 2022.

5. Aportes en el marco de la estrategia metodológica desarrollada

Entendemos que las siguientes líneas de aporte asumidos por nuestra investigación se presentan como pertinentes y originales en relación con las vacancias metodológicas anteriormente mencionadas.

- Un mapeo integrativo de los diversos tipos de elementos causales involucrados -considerando aspectos subjetivos y objetivos- de tal manera que permita la explicación del fenómeno y también faciliten elementos de orientación de las acciones de transformación[41].
- La producción de una construcción teórica sistemática que contemple, además de las correspondientes condiciones de solidez sintáctico - conceptual, la observancia de criterios de coherencia sistémica y de relevancia semántica y pragmática en relación con el ámbito de prácticas investigado.
- La inclusión de la mirada de los técnicos y protagonistas institucionales participantes, -con apoyo en recursos de indagación metacognitiva- como base de la identificación de aspectos cualitativos relevantes para la comprensión del fenómeno.
- La puesta en diálogo, al servicio de la comprensión sobre cómo y por qué se produce -o no se produce- el aprendizaje organizacional, de avances conceptuales producidos en las últimas décadas en diversos ámbitos de

[41] La configuración del objeto de estudio se plantea en el marco de una epistemología en buena parte endógena a la teoría y la práctica del aprendizaje organizacional, en la que se procura extender la teoría existente en aras de la inteligibilización de la cognición organizacional en tanto sistema en el cual se interviene. Ello conlleva una búsqueda que, más allá de la comprensión de los significados y representaciones de los actores institucionales, se orienta al avance en una modelización no reduccionista del complejo entramado de elementos y relaciones que permiten explicar y predecir los fenómenos relevantes, a la vez que orientar eficazmente la acción transformadora y anticipar sus consecuencias. En línea con ello, el avance en el desarrollo de la modelización contempla, en un marco de recursividad entre teoría y práctica, la consideración de los elementos de decisión de los protagonistas de la acción transformadora, y consecuentes Implicancias de negociación semántica en el desarrollo conceptual.

la cognición contemporánea, los sistemas complejos y el aprendizaje organizacional.

- El desarrollo de una metodología para la investigación del aprendizaje organizacional -y de la cognición organizacional- con bases en el seguimiento y la reconstrucción sistemática de procesos de aprendizaje organizacional.

Un segundo aspecto que consideramos un aporte significativo refiere a la sistematización de una estrategia metodológica que postulamos como alternativa pertinente, tanto para el estudio de los procesos de aprendizaje organizacional, como en general para la inteligibilización de los sistemas sociales en relación con las prácticas de transformación. Los elementos y vinculaciones fundamentales de la estrategia metodológica se sintetizan en la figura siguiente mostrando –mediante un esquema– las principales articulaciones entre lineamientos y recursos provenientes de la teoría fundamentada, la investigación acción y la perspectiva constructivista de sistemas complejos.

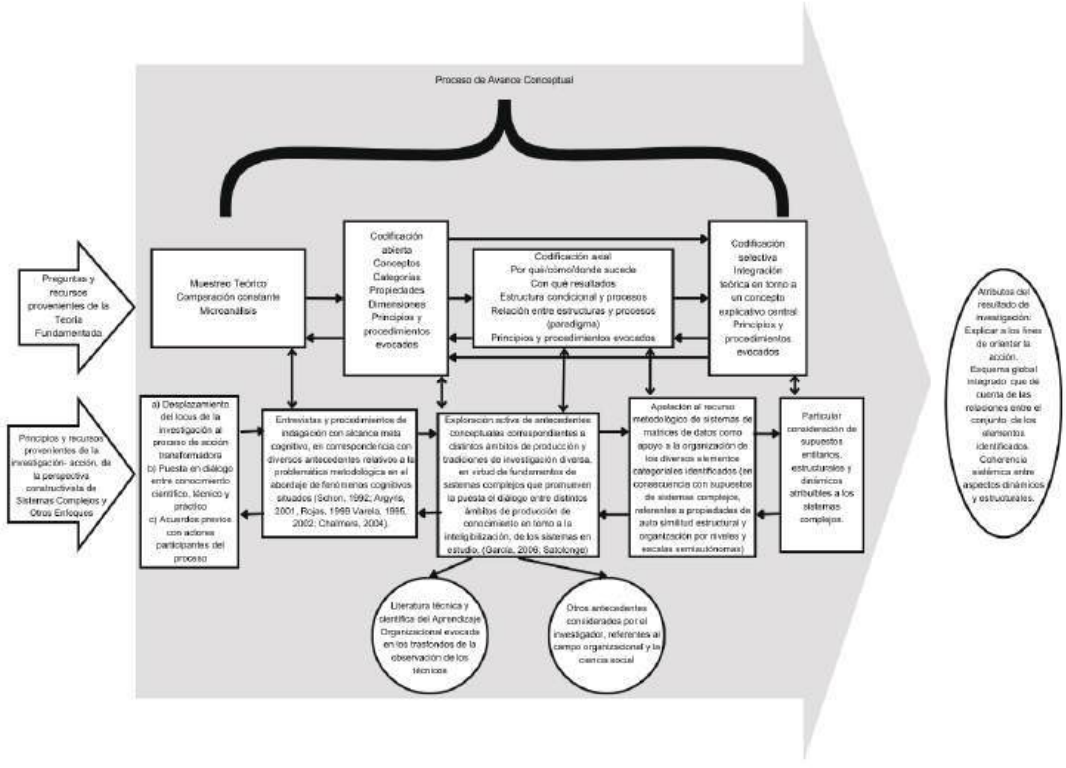


Figura 2. La estrategia metodológica desde una perspectiva procesual. Fuente: Montenegro, 2022.

En términos generales, según entendemos, una de las contribuciones centrales de la investigación es la construcción de un modelo metodológico empíricamente operativo para la investigación de los procesos de aprendizaje y cambio organizacional. Este modelo no tiene un carácter prescriptivo a priori, sino que encuentra fundamento en términos epistemológicos, metodológicos y empíricos en prácticas situadas de aprendizaje y cambio organizacional.

6. Síntesis de resultados más significativos

6.1. Una ponderación de lo producido en relación con los objetivos y la pregunta conductora de la investigación

A los fines de la comprensión de los aspectos estructurales y dinámicos de la cognición organizacional, hemos desarrollado una modelización de la organización como sistema complejo de cognición distribuida. Nuestra investigación en tal sentido, postula aportes relevantes en el avance que va desde la cognición organizacional como metáfora, hacia la modelización –sistemática– de la organización como sistema cognitivo complejo.

Al respecto, si bien nuestra investigación toma como base un conjunto de antecedentes teóricos en los que se alude de manera figurativa a la naturaleza cognitiva de la organización, se plantea además el propósito de avanzar en forma sistemática en la construcción de un modelo en el que se especifique de manera articulada el conjunto de elementos componentes del sistema, las relaciones estructurales entre los mismos, las variaciones relevantes y las condiciones que explican tales variaciones.

En respuesta a nuestra pregunta conductora, el conjunto de proposiciones postuladas en el marco de dicha modelización da cuenta del modo en que los aspectos dinámicos y estructurales de la cognición organizacional intervienen en los fenómenos de estabilidad y cambio de las modalidades de interacción

cognitiva que posibilitan los procesos de aprendizaje organizacional.

Para ello nuestra modelización está constituida -en consideración de criterios postulados desde la teoría fundamentada- conforme a un esquema explicativo lógico y sistemático, que permite integrar los conceptos en proposiciones que indican las relaciones entre los mismos. En relación con ello nuestro desarrollo teórico, más allá de la mera descripción o el ordenamiento conceptual, se postula en términos de declaración teórica -relativa a la relación entre los conceptos- que permite explicar y aportar guías para la acción.

De manera complementaria, la modelización desarrollada –acorde a criterios de relevancia y coherencia sistémica planteados desde la perspectiva de sistemas complejos– involucra el abordaje global del conjunto de elementos y relaciones intervinientes en los fenómenos, considerando en ello, por un lado, la heterogeneidad e interdefinibilidad de los elementos en juego, y por otro lado, las correlaciones entre procesos de cambio y estabilidad operados a distintos niveles de observación del sistema.

Al respecto, la modelización, desarrollada conforme a principios de la teoría fundamentada y la perspectiva constructivista de sistemas complejos, presenta los siguientes aspectos como condiciones de resultado:

- el relevamiento exhaustivo de componentes significativos involucrados en los procesos estudiados en consideración de criterios de heterogeneidad, interdefinibilidad y densidad conceptual;
- la discriminación de niveles, componentes, subcomponentes estructurales, y a la especificación de distintos órdenes de observación, micro, meso, macro respecto al fenómeno en estudio;
- la identificación de estados, procesos, patrones y fenómenos particulares involucrados, discriminando en ello las distintas escalas de observación correspondientes;
- el mapeo integrativo de los diversos tipos de elementos causales involucrados de tal manera que permita la

explicación del fenómeno y también faciliten elementos de orientación de las acciones de transformación;
- la producción de un esquema explicativo que contempla, además de las correspondientes condiciones de solidez sintáctico - conceptual, la observancia de criterios de coherencia sistémica y de relevancia semántica y pragmática en relación con el ámbito de prácticas investigado;
- el desarrollo de variadas vistas del sistema, ante la imposibilidad de abarcamiento total del mismo

Cómo parte de ello, el avance en la modelización ha involucrado en primer lugar, el desarrollo progresivo de un conjunto de 79 categorías relativas a elementos componentes de la cognición organizacional; estas se postulan con atributos de especificidad y poder explicativo en virtud de criterios de vinculación estrecha y densidad conceptual. Por un lado, las categorías y subcategorías en su conjunto se presentan sistemáticamente articuladas entre sí en consideración de principios de recursividad estructural, estratificación por niveles y pertenencia a diversas escalas de observación. Por otro lado, las categorías presentan condiciones de densidad conceptual en relación con la diversa especificación de propiedades y variaciones dimensionales relevantes.

Otro punto refiere a que el avance en la modelización ha involucrado el desarrollo progresivo de un conjunto de 35 proposiciones de diversa escala que se plantean de manera articulada en relación con los aspectos estructurales, funcionales, dinámico evolutivos, transicionales y entitarios de la cognición organizacional.

7. Aperturas en consideración de la perspectiva interdisciplinaria planteada por Rolando García

En tanto en un sistema complejo ocupan un lugar particularmente relevante las interrelaciones entre fenómenos que pertenecen a dominios diferentes, la profundización del

conocimiento de la cognición organizacional demanda la interacción entre especialistas pertenecientes a campos diferentes en el marco de un proceso de investigación interdisciplinaria.

En términos de la perspectiva interdisciplinaria postulada por Rolando García para el estudio de sistemas complejos, el aporte disciplinario específico comienza cuando se han identificado elementos del sistema que caen dentro del dominio de disciplinas particulares. Esto abre a la posibilidad de un proceso de enriquecimiento recíproco en el que, en aras de responder a incógnitas comunes que rebasan ampliamente los marcos de las disciplinas particulares, involucra una perspectiva diferente de aquella que hubiera tenido de haber sido enfocado a partir de la disciplina en cuestión.

En tal sentido, la modelización de la cognición organizacional, a la vez que se nutre de avances realizados en las últimas décadas en el campo de la cognición distribuida, la cognición extensa y la filosofía de la mente, brinda a nuestro entender, elementos significativos en relación con temáticas abiertas en dichos campos.

Al respecto, podemos señalar un amplio menú de temáticas, conceptos y planteos de la cognición contemporánea, los sistemas complejos, la ciencia social, y la teoría evolutiva, que a la vez que merecen significativa atención en torno a la mejor delimitación y comprensión de diversos aspectos de la cognición organizacional, podrían ser -fructíferamente respecto a sus campos teóricos de pertenencia- objetos de diversos tipos de estudios en articulación con nuestros procesos de investigación subsiguientes.

En primer lugar, la identificación de niveles, escalas y dimensiones componentes estructurales de la cognición organizacional, reclama como fase subsiguiente la integración con referentes avanzados en el campo de la cognición distribuida, la cognición extensa, la filosofía de la mente y la teoría organizacional, en aras de avanzar en la comprensión de los principios de estructuración del sistema. Las dimensiones componentes identificadas muestran una interesante interconexión con cuestiones abiertas en los campos

mencionados, tales como las relaciones entre cogniciones solistas y distribuidas, las condiciones de asociación cognitiva entre individuos, la interacción de factores culturales tecnológicos y sociales, las condiciones de emergencia de la inteligencia y las habilidades cognitivas, la función de los artefactos epistémicos, los principios de integración de la información y la dinámica de autoridad epistémica.

En segundo lugar, nuestro mapeo de las fases y patrones dinámicos que van de las perturbaciones emergentes hacia el desarrollo de nuevas estructuras cognoscitivas en la memoria organizacional, invita a una fase consecutiva de integración con saberes específicos ligados a la filosofía de la biología y a perspectivas epigenéticas de la evolución, tales como la biología evolutiva del desarrollo –EvoDevo- y la Teoría de Sistemas en Desarrollo (TSD). En tal sentido, nuestras postulaciones acerca de las fases y patrones dinámicos mencionados evocan cuestiones tales como la dinámica de variación, selección y retención, las relaciones entre selección natural y autoorganización, la naturaleza de los fenómenos epigenéticos y abductivos, las relaciones entre genotipo, fenotipo y medio ambiente, y el papel de la construcción de nicho, las propiedades co-evolutivas y los procesos multi agenciales en las innovaciones evolutivas.

En tercer lugar, en virtud del papel que muestran en el sistema cognitivo organizacional los componentes y variaciones de estado correspondientes al nivel de la conciencia subjetiva, también resultaría promisoria la interacción con expertos en problemáticas particulares de la ciencia cognitiva, la filosofía de la mente, y la neurociencia afectiva, en torno a cuestiones tales como la interactividad entre arquetipos interpretativos y procesos socio afectivos, los estados de conciencia y la dinámica de emergencia de la representación mental.

En cuarto lugar, en tanto los nodos conversacionales y vinculares muestran un papel crucial como estructuras de arraigo de los distintos patrones de comportamiento cognitivo, inferimos como auspiciosas algunas posibles líneas de interacción investigativa con expertos en problemáticas particulares de la ciencia social y la filosofía del lenguaje,

relacionados de diversa manera con la dinámica de construcción social de la realidad, la teoría de la estructuración, la teoría de la acción comunicativa y el interaccionismo simbólico.

En quinto lugar, se nos presenta pertinente la integración investigativa con expertos en sistemas complejos, en aras del avance en la comprensión del papel de principios de autoorganización en la estabilidad y el cambio de patrones de comportamiento cognitivo a niveles micro, meso y macro del sistema. Al respecto, entendemos que resultaría mutuamente fructífera la implementación de herramientas formalizadas en torno a la estimación de fenómenos tales como bifurcaciones caóticas, atractores extraños y otras manifestaciones no lineales operantes en la dinámica cognitiva organizacional.

Por otra parte, en estrecha interacción con las líneas de integración interdisciplinar mencionadas - y como vía de profundización de la modelización de la organización como sistema complejo de cognición distribuida- entendemos como oportuno avanzar en aportes de carácter técnico - metodológico para la trazabilidad y gestión de la calidad de los procesos cognitivos en los equipos de conducción organizacional y el diagnóstico y la intervención eficaz para transformar situaciones de bloqueo organizacional en procesos de transición cultural hacia modelos de aprendizaje permanente.

En relación a este segundo aspecto cabe prever, en primer término, una fase intermedia en la cual resultaría pertinente avanzar en la producción de una matriz de observación de la cognición organizacional apropiada para a) la trazabilidad de los procesos cognitivos de la organización ante las situaciones problemáticas emergentes; b) el diagnóstico situacional de las condiciones cognitivas de la organización para el afrontamiento de situaciones problemáticas; c) la orientación de las intervenciones para el fortalecimiento de las condiciones cognitivas de la organización (capacidades de aprendizaje organizacional); y d) el seguimiento de procesos de fortalecimiento y desarrollo de las condiciones cognitivas organizacionales.

Cabría prever además una fase ulterior apoyada en cuatro elementos: al seguimiento cercano de procesos de cambio y

aprendizaje organizacional; la obtención de datos en profundidad a través de recursos de indagación metacognitiva ampliada; la sistematización de tales datos (y orientación de la indagación) mediante la utilización de la matriz de trazabilidad y la apelación a modelos de representación y análisis informático.

En esta fase, sería esperable producir avances en dos líneas fundamentales. Una vinculada con la constatación o no de algunas hipótesis dinámicas y estructurales que hacen a la comprensión de la naturaleza y el funcionamiento de las organizaciones, los equipos y los nodos vinculares como sistemas de cognición distribuida. La segunda, con el registro y la visualización gráfica de los patrones de estado de funcionamiento del sistema y de las dinámicas de conformación de patrones de interacción cognitiva ante el quiebre; de transición entre los patrones de bloqueo y aprendizaje, y de funcionamiento y evolución de los componentes condicionantes, es decir en última instancia, de las capacidades de aprendizaje organizacional.

8. Bibliografía

Argyris, C. (1999). *Conocimiento para la acción*. Buenos Aires: Granica.

Argyris, C. (2001). *Sobre el Aprendizaje Organizacional*. México: Oxford University Press.

Argyris, C. y Schon, D. (1978). *Organizacional Learning. A theory of action perspective*.Massachussets: Addison

Armatte, M. (2005). La noción de modelo en las ciencias sociales. *Empiria Revista de Metodología de Ciencias Sociales* (11), 33-70. https://doi.org/10.5944/empiria.11.2006.1108

Bateson, G. (1998). *Pasos hacia una ecología de la mente*. Buenos Aires: Lohlé – Lumen.

Beguin, P. y Clot, Y. (2005). L'action située dans le développement de l'activité. *Activités*, *1*(2), 36-49.

Broncano, F. (2006). Sujeto y subjetividad en la mente extensa. *Revista de filosofía, 31*(2): 109-133.

Carretero, M. (2001). *Metacognición y educación*. Buenos Aires: Aique.

Castañeda Zapata, D. (2015). Condiciones para el aprendizaje organizacional. *Estudios Gerenciales, 31,* 62–67. https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.09.003

Chalmers, D. (1996). *Conscious Mind.* New York: Oxford University Press.

Chalmers, D. (2004). How can We Construct a Science of Consciousness? En Gazzaniga (Ed.) *The cognitive Neurosciences III*. MIT Press.

Clark, A. (1999). *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva.* Barcelona: Paidós.

Clark, A. y Chalmers, D. (1998).The extended mind. *Analysis*, *58*(1),7-19.

Cole, M. y Engestrom Y. (2001). Enfoque histórico-cultural de la cognición distribuida. En *Cogniciones distribuidas*. *Consideraciones psicológicas y educativas*. G. Salomon (Comp.) Amorrortu: Buenos Aires. pp. 23-74.

Dawkins, R. (2000). *El gen egoísta*. Barcelona: Salvat.

Dennett, D. C. (2000). *Tipos de mentes. Hacia una comprensión de la conciencia*. Madrid: Debate.

Fassio, A., y Rutty, M. G. (2017). Hacia la identificación de dimensiones relevantes relacionadas con el aprendizaje organizacional. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, 9*(16), 85- 99. https://doi.org/10.22430/21457778.179

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. En L. B. Resnik (ed.) *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Flores, F. (1997). *Creando organizaciones para el futuro*. Santiago de Chile: Granica.

García Selgas, F. (1999). Análisis del sentido de la acción: el trasfondo de la intencionalidad En Delgado, J.M. y Gutiérrez, J. (Coord.), *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales* (pp. 493-527). Madrid: Síntesis.

Garcia, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.

Giddens, A. (2012). Las *nuevas reglas del método sociológico. Crítica positiva de las sociologías comprensivas.* 3ª Ed. Buenos Aires, Amorrortu.

Hatch, T. y Gardner, H. (2001).El descubrimiento de la cognición en el aula: una concepción más amplia de la inteligencia humana. En G. Salomon (Comp.) *Cogniciones Distribuidas*.

Consideraciones psicológicas y educativas (pp. 214-241). Buenos Aires: Amorrortu.

Le Moigne, J.L. (1997). La incoherencia epistemológica de las ciencias de la gestión. *Revista Cuadernos de Economía*,*16* (*26)*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

León, D. (2006). ¿Es explicable la conciencia sin emoción?: una aproximación biológico-afectiva a la experiencia conciente. *Revista Latinoamericana de Psicología, 38* (2), 361-381.

Maldonado, C. (2011). *Termodinámica y complejidad. Una introducción para las ciencias sociales*. Bogotá: Desde Abajo.

Montenegro, G. (2022). *Las organizaciones como sistemas complejos de cognición distribuida. Un modelo teórico y metodológico para la investigación empírica del aprendizaje organizacional*. Tesis Doctoral. IIFAP. UNC.

Montenegro, G., y Schroeder, I. (2021). Dinámica emocional, confianza y aprendizaje organizacional: un estudio desde los sistemas complejos. *Psicología para América Latina, (35),* pp. 45-60.

Montenegro, G. y Schroeder, I. (2020a). Dimensiones del pensamiento sistémico aplicado: un estudio de casos múltiple desde la perspectiva de sistemas complejos y el aprendizaje organizacional. *Psicología, Conocimiento y Sociedad, 10*(2), pp. 74-100. DOI: http://dx.doi.org/10.26864/PCS.v10.n2.4.

Montenegro, G. y Schroeder, I. (2020b*).* Inteligencia de equipos: la entrevista metacognitiva acordada como estrategia metodológica para el estudio de los procesos cognitivos en la organización. *Memorias 55 Asamblea Anual CLADEA* –Lima – Perú.

Montenegro, G. y Schroeder, I. (2019a). Procesos de Aprendizaje Organizacional. Un análisis interpretativo desde la perspectiva de Sistemas Complejos. *Revista Gestión y Estrategia, 56*, pp. 9-22.

Montenegro, G. y Schroeder, I. (2019b). El estado de Bloqueo Difuso Generalizado. Un obstáculo interaccional a los procesos de aprendizaje en la organización. *Revista Debates actuales en Psicología y Sociedad*, *2* (2), pp. 30-52. DOI: 10.22529/daps.2019.2(2)03

Montenegro, G. y Schroeder, I. (2019c*).* Clausura cognitiva y debilitamiento organizacional: un estudio desde la perspectiva de sistemas complejos. *Memorias 54 Asamblea Anual CLADEA*. Lima – Perú. https://cladea.org/proceedings-cladea/2019/

Nonaka I. y Takeuchi H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York, USA: Oxford University Press.

Nonaka, I. (1991). The knowledge creating company. *Harvard Bussines Review, 96*(6), 96-104.

Ortuzar, M.J. (2005). La Representación Mental en las Teorías "Encarnadas" Contemporáneas de la Cognición. Universidad de Chile.

Osses Bustingorry, S. y Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos, 34* (1), 187-197.

Prigogine, I. (2012). *El nacimiento del tiempo*. Buenos Aires: Tusquets Ed.

Riesnick, L.B. (1981). Social assumptions as a context for science: Some reflections on psychology and education, *Educational Psychologist*, *16*, 1-10.

Rodríguez Zoya, L. y Rodríguez Zoya, P. (2013). Modelo de espacios controversiales y estudios de la complejidad en América Latina. Metodología de análisis. Propuesta de formalización y aplicación al campo. Documentos de Jóvenes investigadores Nº37. Instituto de Investigaciones Gino Germani. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Rodríguez Zoya., L y Roggero, P. (2014). *La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social.* Polis N13 (39), pp. 417-440.

Rojas, E. (1999). *El saber obrero y la innovación en la empresa*. Montevideo: CINTERFOR/ OIT.

Salomon, G. (2001). *Cogniciones Distribuidas*. *Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires: Amorrortu.

Schon, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid: Paidós Ibérica S.A.

Strauss A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Ed. Universidad de Antioquia. Colombia.

Valladares, L. (2011). Las competencias en la educación científica. Tensiones desde el pragmatismo epistemológico. *Perfiles educativos*, *33*(132), 156-179.

Varela, F. (2002). *El fenómeno de la vida.* Madrid: Dolmen.

Varela, F., Thompson, E. y Rosch, E. (1991). *The embodied mind. Cognitive science and human experience*. Cambridge: The MIT Press.

Vega, J. (2005). Mentes hibridas: cognicion, representaciones externas y artefactos epistémicos. *Revista de Antropología Iberoamericana.* Ed. Electrónica, Numero Especial. Noviembre- diciembre 2005.

Vélez, J. C. (2007). *El papel de los artefactos epistémicos en la nueva ciencia cognitiva*. Cali: Universidad del Valle

CAPÍTULO VII

Fundamentos metodológicos del diseño desde la epistemología genética-constructivista y los sistemas complejos de Rolando García

Francisco Platas López*

1. Introducción

Para el presente texto, y por la polisemia del término, se considerará a la disciplina proyectual del diseño como aquella que aborda la prefiguración de una producción social de objetos (industrial-tecnológicos), signos (gráficos) o construcción espacial (urbano-arquitectónica). Esta distinción es relevante puesto que se aleja de las comúnmente asociadas al "estilo design" anglosajón, del trazo, del dibujo o de lo "objetual-edilicio". Por definición, el diseño se basa en una integración de saberes; por ello, no emplea exclusivamente las metodologías provenientes del arte (hermenéutica del diseño), de la ciencia (diseño en ciencias de lo artificial) o de la tecnología (diseño de procesos tecnológicos o de ingeniería). Para Roberto Doberti

* Universidad Autónoma del Estado de México. fplatasl@uaemex.mx

(2006), el diseño, conforma una nueva categoría con un valor identificativo propio, diferente a otras líneas del conocimiento.

El acto de diseñar, de prefigurar, es un acto eminentemente humano. Sus orígenes datan del periodo en que un antropoide observó una liana, una piedra y una rama y prefiguró una herramienta. Sin embargo, el diseño como disciplina proyectual autónoma se ha constituido como tal hasta épocas recientes: durante el siglo XX la institucionalización de su enseñanza, la reflexión sobre sí misma y sobre sus metodologías han tenido un importante desarrollo. Sin embargo, en el imaginario popular, la palabra diseño aún mantiene definiciones polisémicas, dificultando su institucionalización e identificación curricular precisa.

En el ámbito latinoamericano, el diseño presenta características propias. Por un lado, se enfrenta a problemáticas propias de sus propios entornos: analfabetismo, enfermedades endémicas o la alta disparidad de recursos económicos; por otra parte, se enfrenta también a los problemas de los países desarrollados: alta contaminación de los entornos, escasez de recursos o enfermedades propias de las grandes urbes contemporáneas.

Ante tales emergencias, Rafael López Rangel (2003) propuso, para las disciplinas proyectuales, el empleo de enfoques de la complejidad para generar la convergencia disciplinar ante fenómenos emergentes. Su propuesta se enmarca en lo que él definió como rebasamiento cognoscitivo. Dicha categoría es necesaria ante "la emergencia de problemáticas ligadas a procesos de políticas neoliberales y de globalización, que colocan a los países latinoamericanos frente a un peligroso riesgo ambiental y social con agudas ambivalencias y 'patologías'" (López Rangel 2003: 189). El rebasamiento cognoscitivo se define como la necesidad de encontrar nuevos caminos para abordar los nuevos retos que enfrentan las disciplinas proyectuales ante temáticas inéditas. Para ello, propone el empleo de nuevos de instrumentos analíticos proclives a enfrentar nuevos problemas. Una de estas propuestas, es el empleo de la epistemología genética-constructivista de Rolando García.

La influencia del pensamiento de Rolando García, en las disciplinas proyectuales latinoamericanas ha sido relevante: en las obras sobre problemas ambientales abordados por diseñadores y arquitectos como Tudela (1992, 2004); en los planteamientos de proyecto urbano como sistema complejo realizados por López Rangel (2006) o los de diseño basados en la complejidad (Castro, 2012). Un grupo de posgrado en Ciencias de la Arquitectura, del Instituto Politécnico Nacional de México han generado propuestas de investigación basadas en su epistemología (García Ayala, 2013). En Argentina, el arquitecto Juan Lombardo, de la Universidad Nacional de General Sarmiento, ha desarrollado estudios sobre los municipios de San Miguel, Malvinas Argentinas, J. C. Paz, Hurlingham, Tigre y Pilar, con base en la construcción de un sistema cognoscitivo complejo. Entre sus aportaciones destaca el hecho de abordar la problemática urbana de manera integral, pues parte de considerar que el espacio urbano no es simple reflejo de las relaciones sociales, sino de prácticas y acciones que los actores realizan en un lugar específico del territorio para reproducir diariamente su vida material; lo anterior es realizado mediante acuerdos formalizados que regulan y organizan tales prácticas en el contexto considerado, y tomando en cuenta sus interrelaciones (Lombardo: 2007).

No obstante que, cada vez es más extendido el empleo de las categorías de García en las disciplinas proyectuales existe el reto de llevar a cabo una integración entre diversas posturas de la complejidad. Es por ello, que se propuso la creación el *diseño complejo.* El corpus de tal planteamiento se encuentra en el texto *Diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo en megaciudades* (Platas, 2020a). Otras bases, además de la de García, son los fundamentos metodológicos del diseño desde la complejidad mediante el pensamiento complejo de Edgar Morin (Platas, 2020b) y sobre la importancia de García y Morin en relación con las disciplinas proyectuales en la obra de Rafael López Rangel (Platas, 2018).

La forma en que se abordan las categorías, en el presente texto, parte de criterios y presupuestos ónticos, epistémicos y metodológicos basados en la necesidad de nuevas herramientas

y enfoques de las disciplinas proyectuales. También, se plantean, de manera crítica, los límites y retos de la propuesta teleológica de tal *diseño complejo*.

La última advertencia sobre el presente texto radica en la profunda satisfacción de haber conocido a Rolando García en México y haber esbozado con él algunas de inquietudes e ideas vertidas en el presente documento. No obstante, lo enriquecedor de dicha experiencia, los planteamientos del presente texto son exclusivamente responsabilidad del autor.

2. Criterios y presupuestos ónticos, epistémicos y metodológicos del *diseño complejo*.

En las investigaciones académicas de las disciplinas proyectuales comenzar por la definición de realidad no es baladí. Implica una toma de postura ante lo existente, ya sea al entender la realidad como un hecho concreto, o bien, como una construcción mental del investigador. Para una investigación de tipo proyectual esta toma de postura puede influir incluso, para la validación empírica, en el empleo de un método cuantitativo, que busque responder el "qué", o bien el cualitativo para responder el "por qué".

En el plano óntico[42], Rolando García plantea un realismo epistemológico: existe una realidad externa al observador en la que los últimos componentes del universo no existen como objetos en sentido estricto y aislado, pues se trata de relaciones que los constituyen en continuos con diferentes niveles de organización y de complejidad y con el cual el observador interactúa. A ese mundo sólo se tiene acceso a través del conocimiento, que en última instancia consiste en la organización de aquellas interacciones (García, 2006: 84).

Con base en dicho enfoque, García otorgó "el calificativo de complejo a un sistema dado, en los casos de interdefinibilidad

[42] Se opta por emplear el concepto de lo óntico y no el de lo ontológico. Lo anterior, es porque el primer concepto suele asociarse a la idea del "ente" y el segundo a la categoría del "Dasein" heideggeriano

de sus elementos o subsistemas" y se constituye como la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones conforman su estructura (García, 2000: 80). Por la polisemia del término, García se preguntó la pertinencia de emplear su propia definición de "sistema complejo" para referirse a las derivaciones de sus categorías analíticas surgidas desde la epistemología constructivista. Finalmente, optó por avalar dicha categoría debido a la penetración y aceptación de sus ideas en América Latina.

A partir del plano óntico se deriva el plano epistémico. En tal sentido, Rolando García, basándose en las ideas de Piaget, desarrolló la epistemología constructivista genética. La caracterización de términos no fue caprichosa: es una epistemología porque en el desarrollo de una investigación orienta sobre la forma en la que se adquiere el conocimiento. Es constructivista, porque considera que la realidad no está dada; el investigador la "construye"; abstrae elementos de su realidad circundante y genera "recortes" de la realidad para proveer de una explicación a un sistema previamente definido por el investigador. Le denomina genética porque parte de la génesis del problema, es decir, de la historicidad de sus procesos para entender la problemática a la que el investigador se enfrenta.

Para García, su teoría de los sistemas complejos constituye una etapa del desarrollo del conocimiento científico: el realismo epistemológico implica una re-conceptualización metodológica, que sólo puede realizarse a partir de un marco epistemológico que requiere, a su vez, ubicar los problemas en su contexto histórico.

La epistemología constructivista genética puede emplearse en el ámbito de una investigación con una metodología interdisciplinaria para lograr una interpretación sistemática de la problemática original que presenta el sistema complejo (García,1994:93). Similar a la teoría de los sistemas blandos de Checkland (1999), su carácter es operativo. Su diagnóstico está integrado por diez fases en la que se integra la labor de especialistas provenientes de distintas disciplinas. Sus primeras cinco fases tienen como punto de partida un marco epistémico que establece el tipo de pregunta o conjunto coherente de

preguntas que especifican la orientación de la investigación. Para problemas complejos, destaca la utilidad de partir por definir primero el objeto de estudio y plantear la manera estudiarlo, mediante preguntas conductoras y la reformulación de ellas mediante el estudio de las interrelaciones entre los procesos pues "las revoluciones científicas y las nuevas teorías que emergieron de ellas no se debieron tanto al hecho de haber encontrado nuevas respuestas para las viejas preguntas, sino de haber sido capaces de formular nuevas preguntas para los viejos problemas" (García, 2000: 71).

A partir de ahí, el proceso de desarrollo cognitivo en tal investigación interdisciplinaria consistirá entonces en un doble proceso de la diferenciación de una totalidad dada seleccionada por el investigador, desarrollada en las fases 6 y 8, y de la integración o reintegración de una totalidad conceptualmente más enriquecida, o "maximizada" desarrollada en las fases 7 y 9. (García, 1986: 409) (Figura1).

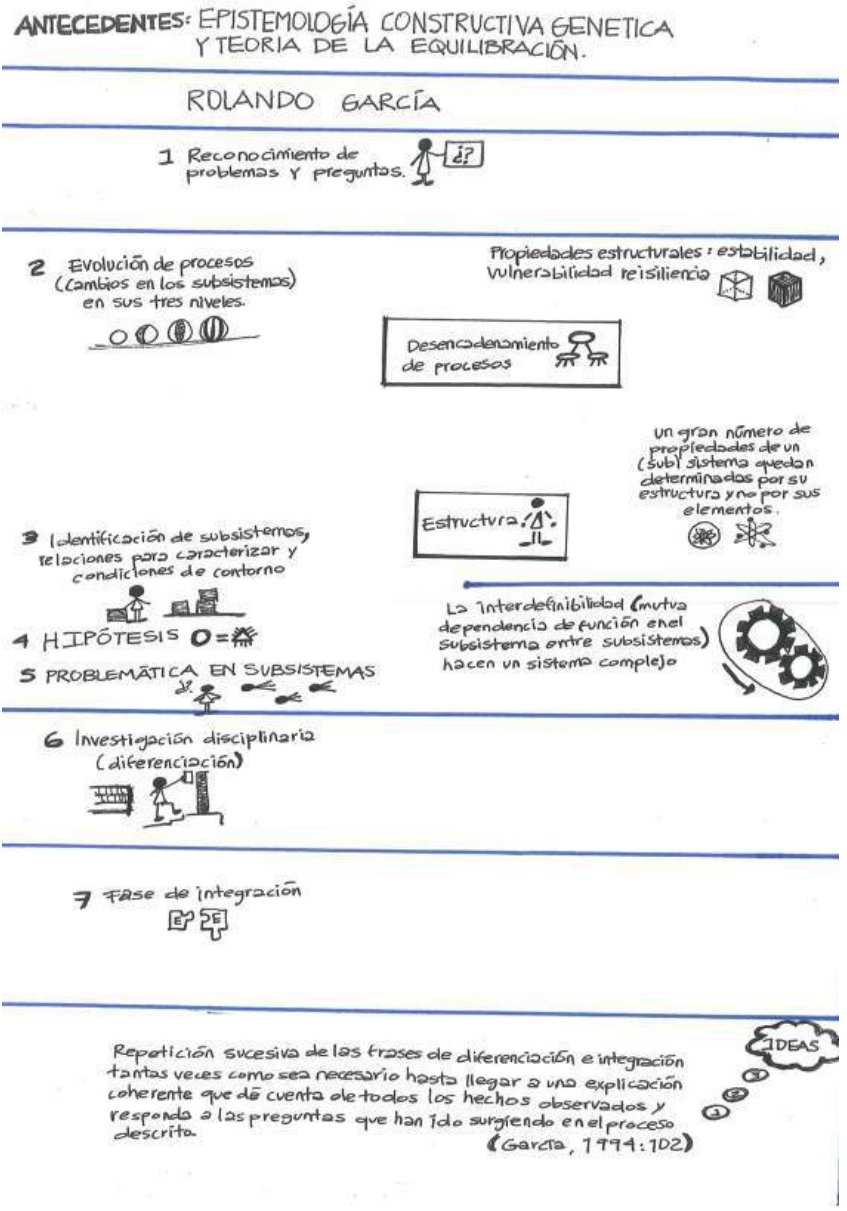


Figura 1. Fases de la investigación interdisciplinaria de Rolando García. Fuente: Platas, 2017.

Si los objetivos de una investigación interdisciplinaria se logran a través del juego dialectico en las fases de diferenciación e integración que tienen lugar en el proceso que conduce a la definición de estudio del sistema complejo (García, 2006:101), surge entonces la pregunta ¿Con qué categorías analíticas es posible integrar coherentemente las posturas de la complejidad para lograr la prefiguración o el diseño de investigaciones en disciplinas proyectuales?

3. Hacia una categorización para el *diseño complejo*.

Es posible considerar principios teóricos y conceptuales, descritos por Rolando García, los cuales son susceptibles de emplearse en problemas de *diseño complejo*. Los mismos fueron abordados por el "*diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo*", aplicado en la prefiguración de megaciudades, por medio del empleo de criterios metodológicos de la complejidad (Platas, 2020a). Esta nueva concepción, habilita a considerar los siguientes principios teóricos y conceptuales.

3.1. La teoría de la equilibración de Piaget

Esta teoría ha permeado a las disciplinas proyectuales. Considera que el conocimiento no procede por acumulación aditiva de elementos, sino que es un constante equilibrio entre nueva información adquirida y lo esquemas existentes en la comprensión: cuando hay un desequilibrio entre la nueva información, el individuo busca una forma de reajustar su esquema mental para integrar la nueva información de manera coherente. Se trata, señala Piaget, de un proceso "que conduce a ciertos estados de equilibrio aproximado a otros, cualitativamente diferentes, pasando por múltiples desequilibrios y reequilibraciones" (Piaget, 1978: 5). En esta propuesta, "las equilibraciones maximizadoras", las que no retornan a equilibrios anteriores son las que suscitan la "autoorganización. El desarrollo tiene lugar por reorganizaciones sucesivas, y con ello da cuenta de la dinámica

constructiva del conocimiento cuando el sistema pasa de un estadio a otro y permanece estable entre la desorganización y organización. Para Piaget, los equilibrios cognitivos, se asemejan a los estados estacionarios, pero dinámicos, estudiados por Prigogine: "con intercambios capaces de "construir y mantener un orden funcional y estructural de un sistema abierto" y, sobre todo, están más próximos a los equilibrios biológicos, estáticos (homeostasis)o dinámicos (homorresisis)" (Piaget, 1978: 6). Tomar en cuenta la categoría de equilibración, es relevante en los estudios de diseño, pues la forma de abordar los protocolos o propuestas de investigación en disciplinas proyectuales, generalmente parte de hipótesis o preceptos preconcebidos y su enseñanza se basa en el estudio de "manuales" o del criterio inflexible del experto.

3.2. Principio de estratificación

En un sistema complejo, existen niveles de organización que, aunque poseen su dinámica propia, interactúan con otros niveles (García, 2000: 74). Los niveles de procesos y las escalas espaciales y temporales proveen información de los niveles explicativos de los procesos a analizarse: las perturbaciones o impactos de los procesos internacionales, denominados procesos de tercer nivel condicionan los procesos de segundo nivel, que son dinámicas en los procesos nacionales o territoriales, y estos a su vez en los procesos de primer nivel que se manifiestan como cambios locales. El principio de estratificación, parte de planteamientos que Bertalanffy desarrolló en su teoría general de sistemas. Su influencia se quedó presente "en las orientaciones modernas de la geografía, o de ser paralela al estructuralismo francés (p. ej. Piaget, Lévi-Strauss) y ejercer considerable influencia sobre el funcionalismo sociológico estadounidense". (Von Bertalanffy, 1976: 13).

En el caso de las disciplinas proyectuales, las tendencias, corrientes o estilos internacionales del diseño (procesos de tercer nivel) influyen en las currículas académicas y en los procesos de enseñanza nacionales (procesos de enseñanza) y estos a su vez en casos de estudio o ejemplos propios de actuación particular

del diseño (procesos de primer nivel). Tal enfoque pone en tela de juicio la realización de acciones en el diseño sin relación con su contexto ante posturas que consideran al diseñador como "un artista sin ataduras" o proyectos "revolucionarios" ajenos a la influencia del contexto internacional.

3.3. Principio de articulación interna

Los factores que actúan en cada nivel de análisis contienen elementos en los cuales hay mayor grado de interconexión con respecto a los otros elementos del mismo nivel. La articulación interna propicia que dentro del estudio de niveles sus elementos puedan agruparse en "subsistemas" constituidos por aquellos elementos que tienen un mayor grado de interconexión entre sí que con los demás. (García, 2000:76). El concepto es similar a la idea de *cohesión social* de Durkheim, (Durkheim, 2007). En el campo del diseño, algunos ejemplos de los subsistemas que influyen en su institucionalización son los económicos (estudiados por los diseñadores marxistas), los tecnológicos (estudiados por las áreas de la ingeniería) o los socioculturales (por ejemplo, la urbanización sociocultual y su influencia en el diseño urbano), estudiados por Ricardo Tena (2007).

3.4. Principio de organización sistémica

Sostiene que las modificaciones de la totalidad modifican el todo y las partes. Para Jaime Lerner (2003), en lo referente a lo urbano-arquitectónico, pequeños detonantes, que él denomina *acupunturas urbanas*, generan con el tiempo cambios sustanciales en la forma de la configuración de toda la ciudad. A su vez, las perturbaciones externas que actúan sobre el sistema generan una modificación que repercute a nivel general y en cada uno de sus componentes.

3.5. Condiciones de contorno[43]

García denomina así a los factores externos que influyen, u operan directamente sobre el sistema, es decir, las interacciones de sistema total con el contexto en el que está inmerso. Lo mismo que en las ciencias o en las ingenierías, las condiciones de contorno sirven como restricciones que se aplican en los bordes de un dominio o región del sistema para determinar su comportamiento ante las interacciones entre niveles que tienen lugar por distintos tipos de influencias. Para García, cuando las condiciones de contorno se estabilizan, el sistema adquiere una estructura compatible con tales condiciones. La pertinencia de este importante concepto sirve para entender que ningún sistema está aislado del espacio y del tiempo pues sus modificaciones, cuando exceden umbrales críticos, determinan cambios en la estructura (García, 1988: 31). Ejemplos de condiciones de contorno, en las disciplinas proyectuales, son los cambios en el modelo de producción de un país adoptado por algún régimen (diseño socialista, diseño durante el feudalismo, diseño renacentista, etc.); cambios en las condiciones del mercado internacional (por ejemplo, las propuestas de diseño en la República de Weimar impuestas por las condiciones de mercado), o los cambios en los requerimientos insumos para nuevas industrias. (el advenimiento de nuevos materiales por la revolución informática en el siglo XX, por ejemplo).

3.6. Weltanschauung (visión del mundo)[44]

Dado que ningún sistema está dado al comienzo de una investigación puesto que se lo va definiendo en el transcurso de esta, y, siguiendo la demostración experimental de Piaget de que

[43] En castellano se suele traducir también como condiciones de frontera, en los límites o en los bordes y fueron estudiados, a partir de ecuaciones diferenciales, desde el siglo XIX, por autores como Jacques Charles François Sturm (1803-1855) y Joseph Liouville (1809-1882) (Guseinov, 2020).

[44] Weltanschauung es una expresión introducida por el filósofo Wilhelm Dilthey en 1914 a través de su obra Einleitung in die Geisteswissenschaften "Introducción a las Ciencias del espíritu" (López, 2014).

no hay observables puros, García afirma que tales observables "son los contenidos de la experiencia inmediata, por tanto, los hechos cognoscibles más simples" (García,1986: 385). Tal recorte de la realidad es susceptible a abarcarse si se posee un marco conceptual común por parte de los investigadores que involucren su "weltanschauung", es decir, su propia visión del mundo. A diferencia de las ciencias "nomotéticas" en las que el investigador intenta estar "fuera" del problema para" no contaminarlo", para el planteamiento de García, la inclusión del investigador será importante en este tipo de investigaciones e incidirá, en el caso de las disciplinas proyectuales, en la originalidad de la investigación no obstante la recurrencia que se haya hecho en las investigaciones académicas previas sobre el tema.

4. La propuesta teleológica del *diseño complejo* para la vulnerabilidad y el riesgo

Para algunos diseñadores, por definición, el diseño tiene una intencionalidad, o no es diseño[45]. Esta característica teleológica ha permitido una operatividad en diferentes propuestas proyectuales. Para su desarrollo, el primer reto fue lograr una articulación entre tres importantes posturas de la complejidad que han permeado la investigación académica en América Latina: las llamadas ciencias de la complejidad, el pensamiento complejo y la epistemología constructivista genética. El segundo reto, fue la respuesta a la forma en la que un solo individuo (el diseñador) pudiera prefigurar una

[45] La Doctora en Arquitectura y Urbanismo, Luisa Mattioli, en una comunicación personal, sobre el presente texto, me señaló: "Respecto de esto último es importante destacar que una de las definiciones sobre el diseño expuesta es que: "el diseño tiene una intencionalidad, o no es diseño", aunque la palabra diseño aún mantiene definiciones polisémicas, esta afirmación tiene relevancia ya que el investigador no se considera una entidad independiente. Éste construye el pensamiento del sistema de una realidad dada, sin embargo, se trata de un proceso cuestionable, poniendo en crisis dicho conocimiento para llegar a uno nuevo. En el planteamiento de García, la inclusión del investigador en la problemática incide en la investigación. García propone dos momentos, uno el de diagnóstico y el segundo, el de implementación. Este último, refiere a la instancia para transformar la realidad problemática. Por dicho motivo la propuesta de diseño, destinada a ello, merece indudablemente esa impronta del investigador".

investigación que integrara diversas áreas del conocimiento previo a la formación de grupos multidisciplinarios, con metodologías interdisciplinarias.

Mediante un desarrollo de integración multidisciplinaria de esas tres vertientes se desarrolló el *diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo* (Platas, 2020a). Se partió de un contexto general que integró cinco presupuestos a tener en cuenta por el diseñador:

- Preceptos del pensamiento complejo de Edgar Morin. Fundamentan un marco epistémico que considerara lógicas contrapuesta pero complementarias, para dar "cuenta de las complejidades de lo real, y singularmente de la vida" afrontando "la contradicción por vías lógicas" (Morin, 2006: 447). La importancia de esta integración es importante puesto que pretende romper con modas y prácticas dominantes en el campo mediante una nueva estrategia de pensar la prefiguración de manera compleja. Este marco busca alejarse de preceptos funcionalistas y "metodologistas" que buscan instrumentar el proceso "ad hoc".
- Categorías analíticas desarrolladas por Rolando García: teoría de la equilibración, principio de estratificación, principio de articulación interna, principio de organización sistémica, condiciones de contorno, weltanschauung, diagnóstico integrado.
- Los antecedentes de aplicaciones de la complejidad en las disciplinas proyectuales; principalmente los planteamientos de Rafael López Rangel (2003, 2006) sobre la insustentabilidad en la Ciudad de México como sistema complejo y sobre el rebasamiento cognoscitivo en las disciplinas proyectuales.
- El empleo de herramientas de validación empírica provenientes de las llamadas "ciencias de la complejidad", por ejemplo: modelación basada en autómatas celulares, análisis mediante teorías de redes complejas o bien, los basados en conceptos provenientes de la teoría de catástrofes, caos, sistemas complejos, etc.

Un esquema no exhaustivo de dicha propuesta se encuentra en la figura 2:

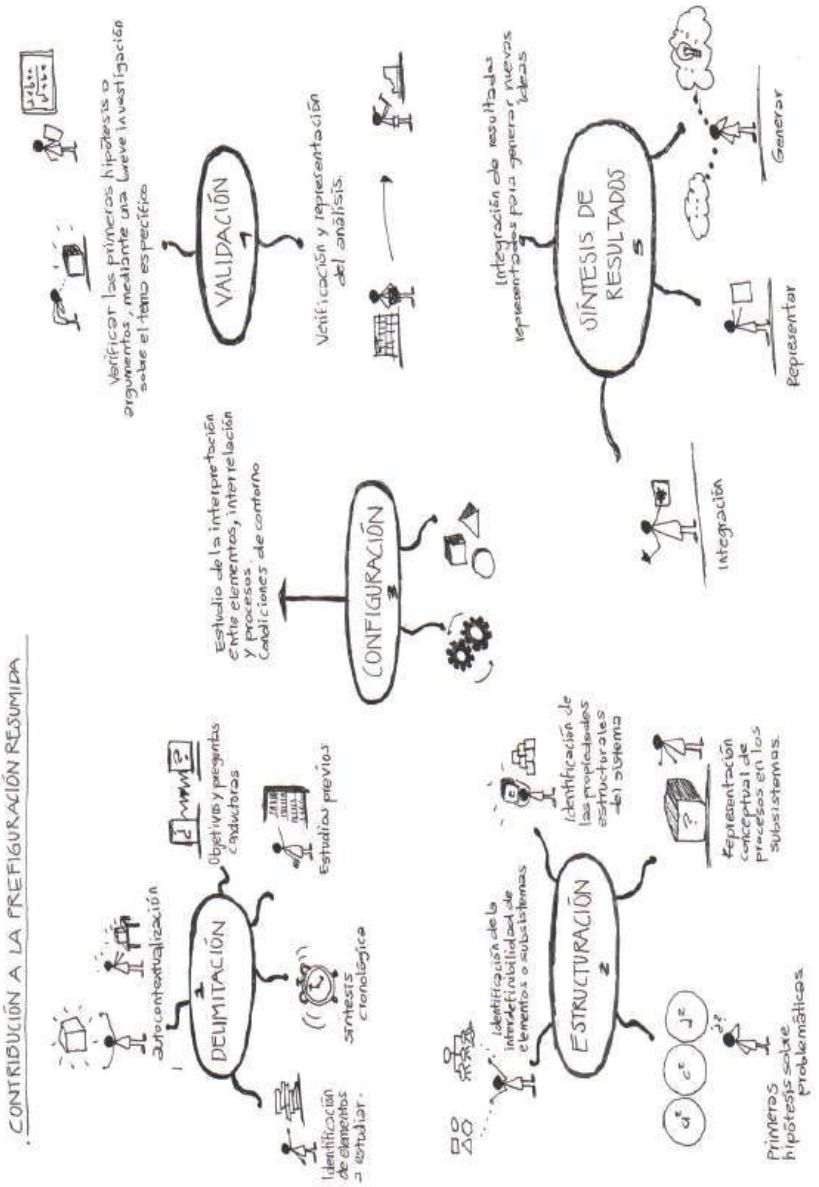


Figura 2. *Diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo*.
Fuente: (Platas, 2020).

Algunas de los trabajos relevantes en donde se ha aplicado el *diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo* son:

- Perturbaciones e interrelación de procesos en inundaciones de la Ciudad de México. El objetivo de la investigación fue desarrollar criterios y una metodología de liderazgo para el diseñador encargado de prefigurar una investigación interdisciplinaria de desastres susceptible de validarse mediante la interpretación de los procesos perturbadores que han originado inundaciones en la Ciudad de México. La tesis doctoral obtuvo el Premio Nacional de Diseño, Diseña México, 2018. (Platas, 2017)
- Procesos de transformación en la construcción social de lo espacial habitable, en la sociedad hñähñu, desde la perspectiva de la complejidad. La investigación desarrolló mediante el diseño complejo, el análisis de fenómenos de la construcción social de lo espacial habitable en localidades rurales del Estado de Hidalgo, México. Premio Especial de la ONU para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, en el marco del Premio Nacional de Diseño, Diseña México, 2020 (Gallardo, 2019)
- Mecanismos de atención a la demanda habitable autogenerados por pobladores de la barranca de Huentitán, Jalisco: una propuesta de análisis metodológico complejo. La investigación se basó en una selección de herramientas metodológicas susceptibles a la integración para un análisis complejo. Se basó en una equivalencia epistemológica que integró la arquitectura, la ciudad y el territorio como variables pre configuradoras de la comunidad en estudio. Premio Especial de la ONU para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, en el marco del Premio Nacional de Diseño, Diseña México, 2020 (Arias, 2020)
- Propuesta metodológica desde la complejidad para el análisis de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y áreas de valor ambiental en la Ciudad de México. Proyectos urbanos mixtos para recuperación de territorio

> como contribución a la sostenibilidad urbana (tesis doctoral). La investigación se enfoca en el impacto que tienen los asentamientos en zonas naturales derivada de la necesidad de crear nuevas redes de transporte público, nueva infraestructura urbana y nuevo equipamiento, impacto por la contaminación de los mantos acuíferos, el aporte de contaminantes en el entorno natural y la destrucción de la biosfera en la Ciudad de México. (Calderón, 2023)

No obstante, tal importancia para el diseño, las propuestas emanadas de la complejidad aún mantienen un debate en varios de sus preceptos.

5. Posturas críticas

Probablemente uno de los retos en la investigación académica para un investigador joven en las disciplinas proyectuales es el hecho de tomar una postura. Incluso el hecho de no tomar postura es ya en sí una postura. Ya sea que se trate del materialismo histórico dialéctico, del realismo positivista o del constructivismo genético, el debate es un factor que genera conocimiento. El papel del investigador no es sólo rendir pleitesía al conocimiento: se trata de ponerlo en crisis, cuestionarlo y a partir de ahí generar nuevo conocimiento. En el caso de la complejidad, esta toma de posición implica dificultades pues no obstante que, por definición, sus posturas debieran ser convergentes, dicho paradigma aún se encuentra en proceso de desarrollo, en la etapa de las llamadas "investigaciones extraordinarias" (Kuhn, 2004). En el caso de la complejidad, tal etapa explica que ésta aún se presente fragmentada en algunos de sus preceptos o enfoques. Ejemplo de ello son las aseveraciones de Rolando García respecto al debate Thom – Prigogine – Morin. El debate sobre temas de complejidad, iniciado por el creador de la teoría de catástrofes, René Thom, menciona que la "fascinación por lo aleatorio" de ciertas obras de Prigogine y Morin "atestigua una actitud

anticientífica por excelencia. Además, ella procede, en gran medida, de un cierto confusionismo mental" (García, 2006: 20).

García señala que la disputa, que duró varios años, incluyó aspectos sobre el poco conocimiento disciplinar sobre temas específicos "sin embargo, como el artículo no se limitaba a condenar aquellas obras, sino que constituía una defensa a ultranza del determinismo, las réplicas se centraron en dicha posición de Thom" (García, 2005, 1). Rolando García, se suma al debate al señalar que "el gran prestigio de Morin en su propio campo no parece transferirse a otros dominios" y no obstante el reconocimiento que hace a su contribución en la demolición del racionalismo cartesiano del sistema educativo francés "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, 2005: 1).

Considerando que la fase de investigaciones extraordinarias inicia, según Thomas Kuhn (2004), ante las problemáticas en donde la ciencia normal aún "se encuentra extraviada", el debate también puede extenderse al ámbito de lo óntico, lo epistémico y lo metodológico.

La ontología de García, al igual que la de Quine, se aleja de la existencia de entidades abstractas o "necesarias", evitando las connotaciones metafísicas (García, 2006: 73). Sin embargo, a diferencia de la ontología basada en la ciencia empírica y el lenguaje natural, de Quine, García se adhiere al constructivismo. En él, el sistema complejo como entidad independiente no existe, sino que el investigador "construye" tal sistema con los elementos abstraídos del complejo empírico, sus relaciones y los procesos inferidos entre sus elementos o subsistemas (García, 2000:71).

Una postura antagónica es la del realismo empirista o realismo científico. Para dicho enfoque, los fenómenos complejos poseen una existencia independientemente de la actuación del observador. Asimismo, para Mario Bunge: "el constructivismo pedagógico es falso y perjudicial, en el sentido de negar la existencia de la verdad objetiva" (ya que plantea que el conocimiento es una construcción propia que el estudiante

hace de la realidad), "elimina la crítica y el debate" (puesto que asume una posición relativista y convencionalista acerca del conocimiento) y "considera prescindible la presencia de la mediación docente" (porque concibe que el estudiante es un investigador de punta que construye su propio conocimiento)" (Bunge, 2007).

El constructivismo ha sido cuestionado en relación con su validación; pues para su contrastación también requiere a su vez de nuevos "constructos" lo que dificulta llevar a cabo una adecuada validación final de sus planteamientos con la elaboración de "constructos" "ad infinitum". Asimismo, la ontología basada en fenómenos emergentes a partir de interacciones y reglas que rigen sistemas complejos tiene un planteamiento extremo en las ideas de Stephen Wolfram. Dicha ontología, postula que patrones complejos y comportamientos emergentes, que constituyen "la realidad", pueden surgir de reglas simples y repetidas, modelada a través de autómatas celulares y procesos computacionales, que generan patrones y complejidad a partir de reglas básicas (Wolfram, 2002).

Con respecto al planteamiento epistémico, la propuesta de García también ha tenido detractores. Su propuesta, que parte de una epistemología constructivista, mediante el doble proceso de diferenciación e integración, deriva en un procedimiento metodológico y de ahí se desprende su ontología: una cierta concepción de la realidad a la que se está refiriendo el investigador mediante el análisis del sistema complejo. Una posición contraria son los fundamentos del materialismo dialéctico de Engels. Con las aportaciones de Engels, el materialismo dialéctico se constituyó como un método explicativo de una realidad material independiente de las ideas o construcciones con las que se interprete. Es decir, el aspecto material del hecho concreto es el que genera la metodología y no al revés. Por el contrario, Rolando García asevera: "cuando nos referimos a un sistema como algo que "existe en la realidad" estamos aludiendo a la contraparte que hipotetizamos en el "mundo exterior", mediante objetos y relaciones inferidas en otros niveles" (García, 2006: 85).

Partir de la idea de una totalidad organizada y de una representación de un recorte de la realidad compleja, trae consigo las críticas comúnmente aducidas a las teorías totalizantes: esencialismo, conservadurismo, teorías del poder o el desdén hacia la importancia de los elementos no humanos en el entendimiento social.

Por su parte, respecto a la posibilidad de que los miembros de un equipo multidisciplinario compartan un marco epistémico común, Leonardo Rodríguez Zoya señala: "Si el marco epistémico, tal como lo caracterizan Piaget y García, constituye una cosmovisión o sistema de pensamiento tácito que modula un modo natural de percibir y organizar la realidad, entonces habrá que aceptar que un marco epistémico no es una elección deliberada y consciente. En efecto, no elegimos el marco epistémico con el cual pensar, sino que pensamos en virtud de un marco epistémico construido social, cultural e históricamente. Por lo tanto, no resulta factible sostener que cada miembro del equipo de investigación puede explicitar verbalmente su propio marco epistémico" (Rodríguez Zoya, 2018: 89). Esta crítica trae consigo un replanteamiento sobre el posible marco epistémico que cree el diseñador poseer en su trabajo cotidiano: el diseñador que organiza un grupo multidisciplinario para dirigir una mega construcción con "beneficio social" masivo pero que afecta gravemente la zona en que él mismo vive; el diseñador que toma decisiones ideológicas unilaterales pero que se "jacta" del empleo de métodos de diseño participativo, o bien, el diseñador que adapta (o adopta) la ideología, siempre cambiante, que le sea impuesta por sus empleadores.

Finalmente, respecto al plano metodológico, la inmediatez de los tiempos en las burocracias latinoamericanas hace muy difícil realizar la repetición sucesiva de las fases de sus planteamientos "tantas veces como sea necesario hasta llegar a una explicación coherente que dé cuenta de todos los hechos observados" (García, 2006:100).

Las propuestas de García tampoco son populares en las investigaciones de los científicos de la complejidad. Una razón aducida a ello es la herencia positivista que prevalece en el

medio. La propuesta de García, a diferencia de la estratificación que hace Mario Bunge sobre los pasos del método de una investigación científica experimental, contraponen un juego dialectico en las fases de diferenciación e integración que tienen lugar en el proceso que conduce a la definición y estudio del sistema (Tabla 1).

Pauta general de la investigación científica (método científico) propuesta por Mario Bunge (2018: 41)	**Fases esquemáticas del proceso la investigación interdisciplinaria enunciadas por Rolando García (2011:81).**
1. Planteo del problema.	1. Reconocimiento general.
2. Construcción de un modelo teórico.	2. Análisis de estudios anteriores.
3. Deducción de consecuencias particulares.	3. Identificación de elementos y relaciones para caracterizar.
	4. Planteo de hipótesis.
	5. Identificación de la problemática a investigar en cada subsistema.
4. Prueba de las hipótesis.	6. Investigaciones disciplinarias de los problemas referidos en (5), en el contexto de las relaciones entre los dominios, de los subsistemas establecidas en el punto (3).
5. Introducción de las conclusiones en la teoría.	7. Primera integración de los resultados obtenidos en (6), lo cual conduce, generalmente a redefinir el sistema formulado en (3), e incluso a reformular las preguntas iniciales.
	8. Repetición de las fases (5) y (6) en relación con la nueva definición del sistema. 9. Segunda integración de resultados y nueva redefinición del sistema. 10. Repetición sucesiva de las fases (8) y (9) tantas veces como sea necesario hasta llegar a una explicación coherente que dé cuenta de todos los hechos observados y responda a las preguntas que han ido surgiendo en el proceso descrito.

Tabla 1. Fases comparativas de los métodos de Bunge y de García.
Fuente **(**Bunge, 2018: 41) y (García, 2006:100)

Para los enfoques de las disciplinas proyectuales orientados hacia el diseño tecnológico, es común recurrir al planteamiento de Bunge. Sin embargo, cuando se trata de sistemas en los que concurren elementos que se interdefinen, como lo son las ciudades, el ambiente o la calidad de vida, las investigaciones pueden derivar en respuestas poco acertadas. En tanto que el constructivismo de García privilegia los estudios genéticos o históricos y la caracterización de sus elementos antes de proponer alguna hipótesis, el método científico propicia la propuesta de variables e hipótesis desde que se configura el problema. La tendencia, de generar diagnósticos a priori, no sólo ha dificultado un adecuado enfoque en la forma de adquirir el conocimiento en las disciplinas proyectuales, sino que sus consecuencias han podido afectar la vida de seres humanos a lo largo de las décadas. Ejemplos de lo anterior, han sido la construcción de presas, de colosales sistemas de tuberías o de grandes conjuntos habitacionales bajo una inadecuada planificación, o diseños ineficientes. El tiempo de afectación en el caso de diseños monumentales de concreto armado, es al menos de un siglo. Sus efectos negativos, los tienen que padecer aquellos seres humanos que se ven afectados por tales diseños.

6. Conclusiones

A continuación, se presentan las siguientes consideraciones finales:

De manera general, los investigadores de las disciplinas proyectuales han valorado las aportaciones de García, por las teorías, principios, categorías analíticas y propuesta metodológica que sostienen el "corpus" de su pensamiento.

A diferencia de la importancia que históricamente se le ha dado exclusivamente a la tipología y morfología en el diseño, las ideas de García han destacado la importancia de sus interrelaciones entre procesos en el sistema estudiado, y no tanto de las interrelaciones de las disciplinas, como tradicionalmente se hace. De esta forma, la propuesta de García rompe con la idea exclusivamente "objetual" de diseño (historia del diseño,

historia de la arquitectura, historia de la planificación, etc.) y proporciona un contexto en la que el humano es el que da el valor simbólico al objeto que se prefigura. También proporciona pistas para entender que no todo sistema es susceptible a abordarse bajo la complejidad. Por ejemplo, un problema de diseño de una planta de tratamiento para determinado número de habitantes y contextos específicos geográficos, de aportación hídrica y descargas es diferente al diseño complejo de programas que atiendan las afectaciones al ambiente y a la calidad de vida de los habitantes con dicha planta de tratamiento. En el segundo caso, el enfoque de García requerirá que las relaciones que determinan la estructura del sistema se planteen desde un inicio y se continúen elaborando y replanteando mediante una articulación interdisciplinaria (García,1994:98).

Dentro de la categorización de Rolando García, los sistemas complejos mantienen características particulares que no siempre coinciden con los mismos términos utilizados en las ciencias o las tecnologías. Entre sus características propias está entender que tal sistema funciona como totalidad organizada, que responde a respuestas extensas interdisciplinarias y que obedece a principios y categorías específicas provenientes de su misma epistemología. (García, 1994:85).

Estas aportaciones hacen atractivo el abordaje de investigaciones, principalmente al basarse en teorías, principios, categorías analíticas y una propuesta metodológica que contribuyen en los avances y debates teóricos de la investigación en disciplinas proyectuales.

7. Bibliografía

Arias, Alfonso. (2020). Mecanismos de atención a la demanda habitable autogenerados por pobladores de la barranca de Huentitán, Jalisco: una propuesta de análisis metodológico complejo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Bunge, Mario. (2007). A la caza de la realidad: La controversia sobre el realismo. Barcelona: Gedisa

____, (2018). La ciencia: su método y su filosofía (Vol. 1). Laetoli.

Calderón González, Moisés (2023). Propuesta metodológica desde la complejidad para el análisis de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y áreas de valor ambiental en la Ciudad de México. Proyectos urbanos mixtos para recuperación de territorio como contribución a la sostenibilidad urbana. Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Tecamachalco, México.

Castro, Maria Eugenia, et al. (2012). Reflexiones en torno al surgimiento del paradigma sistémico-ecológico y su viabilidad para abordar problemáticas socioambientales y territoriales complejas. Arq. Urb, (8), 168-189.

Checkland, P., & Scholes, J. (1999). Soft systems methodology in action. John Wiley & Sons.

Durkheim, E. (2007). La división del trabajo social (Vol. 39). Ediciones Colofón.

Doverti, Roberto. (2006). La cuarta posición, en Foro Alfa, en http://foroalfa.org/articulos/la-cuarta-posicion (consultado el 15 de enero de 2023).

Gallardo, Isabel. (2019). Procesos de transformación en la construcción social de lo espacial habitable, en la sociedad hñähñu, desde la perspectiva de la complejidad. Posgrado de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Maestría con Mención Honorífica.

García Ayala, 2013, Impensar la ciudad latinoamericana para un estudio urbano complejo, en la Revista Esencia y espacio No. 37. México: ESIA-Tecamachalco del IPN.

García, Rolando, 1986, (2000) “Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos”, en Enrique Leff (coord.), Los problemas ambientales y la perspectiva ambiental del desarrollo, México, Siglo XXI (reedición, 2000).

____, (1988), Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva (El caso de la Comarca Lagunera), México, Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados, Centro Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

____, (1994), "Interdisciplinariedad y sistemas complejos", en Enrique Leff, (comp.), Ciencias sociales y formación ambiental, Barcelona, Gedisa.

____, (2000), El conocimiento en construcción: De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos, Barcelona, Gedisa.

____, (2005). Una polémica que conserva actualidad. El arca digital, 56.

____, (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona: Gedisa

Guseinov B.M. Levitan (originator)) (2020). Sturm-Liouville problem. (s/f-b). Encyclopedia of mathematics education. Cham: Springer International Publishing. Encyclopediaofmath.org. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de https://encyclopediaofmath.org/wiki/Sturm-Liouville_problem

Kuhn, T. (2004). La estructura de las revoluciones científicas, México: FCE.

Lerner, Jaime. (2003). Acupuntura urbana (p. 137). Rio de Janeiro: Editora Record.

Lombardo, Juan (2007). La construcción del espacio urbano en las ciudades Latinoamericanas. El caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional General Sarmiento.

López B, Claudia, (2014) Weltanschauung. El atlas de una vida - Repositorio Institucional de Documentos. (2014). Universidad de Zaragoza. https://zaguan.unizar.es/record/15170?ln=es

López Rangel, Rafael. (2003). "El rebasamiento cognoscitivo en la investigación urbana latinoamericana", en Sociológica, año 18 número 51, enero-abril 2003. México: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. (18) 51:189-227, México, 2003

_____, (2006), "Los efectos de la Globalización en el Área Metropolitana de la Ciudad de México". En: Planificación territorial y urbana. Investigaciones recientes en México y España. Coordinadores: María Castrillo Romón y Jorge González-Aragón Castellanos. Universidad de Valladolid (España) y Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, México.

Morin, Edgar (2006) El Método II. La vida de la vida (Madrid: Cátedra, 2006 [1980])

Piaget, J. (1978). Equilibración de las estructuras cognitivas: problema central del desarrollo. Siglo XXI de España Editores.

Platas, Francisco. (2017). Contribución a la prefiguración de la investigación interdisciplinaria de desastres desde los enfoques de la complejidad. Perturbaciones e interrelación de procesos en inundaciones de la Ciudad de México. Tesis de Doctorado. División de Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana.

_____ (2018). Un camino hacia la sustentabilidad integral mediante el empleo de la complejidad. Convergencias y emergencias en la obra de Rafael López Rangel. En Fermín Carreño Meléndez et al., Discusión epistemológica en torno a la sustentabilidad y el desarrollo. México: Colofón. Universidad Autónoma del Estado de México.

_____(2020a). Diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo en megaciudades. Academia XXII, 11(21), 114-130.

_____(2020b). Fundamentos metodológicos del diseño desde la complejidad: El pensamiento complejo de Edgar Morin. UCES, Argentina.

Rodríguez Zoya, L. G. (2018). Contribución a la crítica de la teoría de los sistemas complejos: bases para un programa de investigación. Estudios sociológicos, 36(106), 73-98.

Tena, Ricardo. (2007). Ciudad, cultura y urbanización sociocultural, Instituto Politécnico Nacional y Plaza y Valdés Editores, 2007.

Tudela, Fernando (1992), La modernización forzada del trópico: El caso de Tabasco. Proyecto integrado del Golfo, El Colegio de México.

_____ (2004) Los síndromes de sostenibilidad del desarrollo. El caso de México, Santiago de Chile, Santiago de Chile 16 al 17 de septiembre de 2002. Serie: seminarios y conferencias n. 39, CEPAL, Organización de las Naciones Unidas.

Von Bertalanffy, L. (1976). Teoría general de los sistemas Fondo de Cultura Económica.

Wolfram, S. (2002). A new kind of science: Wolfram media. Recuperado el 4 de agosto de 2023, de https://www.wolframscience.com/nks/

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Comentarios críticos

Luisa Mattioli

El artículo propone una secuencia ordenada, otorgando estructura a una multiplicidad de autores y teorías que convergen al entendimiento del diseño complejo. De esta manera es posible observar criterios y presupuestos ónticos, epistémicos y metodológicos que abonan a este camino en las *disciplinas proyectuales.*

Se posiciona necesariamente desde la latitud Latinoamericana, ante fenómenos emergentes y el "rebasamiento cognoscitivo", que implica esta situación (como categoría de Rafael López Rangel (2003)), en relación con problemáticas ligadas al neoliberalismo y globalización con sus efectos ambientales y sociales, además de la importancia de comprender la problemática urbana de manera integral, exponiendo a su referente en Argentina, Juan Lombardo.

El cuerpo del artículo se orienta a generar diálogos entre diferentes autores para abordar una categorización del "diseño complejo". La cual fue abordada en su obra de "diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo en megaciudades". De esta manera pone el acento en los siguientes conceptos y teorías: la teoría de la equilibración de Piaget; principio de estratificación (escalas de influencia); principio de articulación interna (grado

de interconexión de elementos propensos de agrupación en subsistemas); principio de organización sistémica; condiciones de contorno (restricciones que se aplican en los bordes, ej. cambios en producción); Weltanschauung (visión del mundo) (la no neutralidad, la inclusión del investigador en el problema para su investigación).

Respecto de esto último es importante destacar que una de las definiciones sobre el diseño expuesta es que: "el diseño tiene una intencionalidad, o no es diseño", aunque la palabra diseño aún mantiene definiciones polisémicas, esta afirmación tiene relevancia ya que el investigador no se considera una entidad independiente. Éste construye el pensamiento del sistema de una realidad dada, sin embargo, se trata de un proceso cuestionable, poniendo en crisis dicho conocimiento para llegar a uno nuevo. En el planteamiento de García, la inclusión del investigador en la problemática incide en la investigación. García propone dos momentos, uno el de diagnóstico y el segundo, el de implementación. Este último, refiere a la instancia para transformar la realidad problemática. Por dicho motivo la propuesta de diseño, destinada a ello, merece indudablemente esa impronta del investigador. Quizás se podría incorporar brevemente dicha cita al autor para considerar tanto la instancia en el diseño de investigación que involucra el diagnóstico como la fase de propuesta "idea nueva, novedosa".

El artículo genera una síntesis de dos retos:

En relación con la *articulación entre tres importantes posturas de la complejidad:* las ciencias de la complejidad, el pensamiento complejo y la epistemología constructivista genética.

La respuesta a la forma en la que *un solo individuo (el diseñador) pudiera prefigurar una investigación* que integrara diversas áreas del conocimiento previo a la formación de grupos multidisciplinarios, con metodologías interdisciplinarias.

El autor logra por medio de una integración multidisciplinaria (me gustaría saber de qué manera se logró esto cómo fue el proceso) de esas tres vertientes, el desarrollo del diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo. Parte de cinco presupuestos a tener en cuenta por el diseñador:

Preceptos del pensamiento complejo de Edgar Morin. Dar cuenta de las complejidades de lo real, nueva estrategia de pensar la prefiguración de manera compleja.

Categorías analíticas desarrolladas por Rolando García: teoría de la equilibración, principio de estratificación, principio de articulación interna, principio de organización sistémica, condiciones de contorno, weltanschauung, diagnóstico integrado.

Los antecedentes de aplicaciones de la complejidad en las disciplinas proyectuales; principalmente los planteamientos de Rafael López Rangel (2003, 2006) sobre la insustentabilidad en la Ciudad de México como sistema complejo y sobre el rebasamiento cognoscitivo en las disciplinas proyectuales.

El empleo de herramientas de validación empírica, por ejemplo: modelación basada en autómatas celulares… los basados en conceptos provenientes de la teoría de catástrofes, caos, sistemas complejos, etc.

Concreta así un constructo o modelo de prefiguración para el diseño complejo, sintetizado en distintas fases, considerando la integración de lo antedicho.

Por otro lado, presenta además algunas críticas que permiten entender ciertos cuestionamientos hacia el constructivismo: la necesidad de tomar una postura como investigador; la postura antagónica es la del realismo empirista o realismo científico; la posición contraria de los fundamentos del materialismo dialéctico de Engels (método explicativo de una realidad material independiente de las ideas o construcciones con las que se interprete); las críticas en relación a los recortes comúnmente aducidas a las teorías totalizantes; en al plano metodológico, las propuestas de García que prácticamente no se toman en cuenta en las investigaciones de los científicos de la complejidad, quizás por la herencia positivista que prevalece en el medio; o el problema de la validación (la contrastación requiere "nuevos "constructos" que dificulta la elaboración de validaciones sucesivas "constructos" "ad infinitum"").

La secuencia lógica entre autores puestos en discusión habilita la justificación y validez de la teoría de García orientada a concebir la prefiguración de sistemas complejos para enfoques

de disciplinas proyectuales. Más allá de la relevancia de García, el texto colabora con el entendimiento de una multiplicidad de vertientes y enfoques que ponen en relieve su vigencia. Es importante resaltar que, a modo personal, el artículo ofrece por un lado este soporte en relación con el vínculo teórico conceptual en un formato amable para un amplio público. Además, por otro lado, ofrece una variedad de trabajos relevantes en donde se ha aplicado dicha propuesta.

CAPÍTULO VIII

Condiciones de contorno del sistema científico mexicano

Entre la continuidad y discontinuidad

Christian Ponce*
Amelia Molina*
José Luis Andrade*

1. Política científica en México

La literatura revisada en torno al estudio de la ciencia y la tecnología en México, y algunos países de América Latina, ha estado focalizada al estudio de las políticas tecnológicas y de Innovación (Valenti, 2008; Chapela, 2008; Cimoli, 2008; Fernández-de-Lucio, Vega-Jurado y Gutiérrez-García, 2010). En este sentido, para Dutrénit (2008:142) la política de innovación se relaciona con la política de ciencia y tecnología, aunque sus objetivos plantean, en lo inmediato, ampliar las fronteras del

* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. cponce@uaeh.edu.mx, molinag@uaeh.edu.mx, luislara@uaeh.edu.mx

conocimiento científico y tecnológico, contribuir a satisfacer necesidades sociales (medio ambiente, salud, etc.), capacitar recursos humanos y contribuir al crecimiento económico. No es casual que las tendencias recientes en las políticas de ciencia y tecnología a nivel mundial se focalizan en implementar estrategias orientadas hacia la innovación, como factor clave que permita garantizar mayor crecimiento económico, generar cohesión social y atender retos globales y sociales.

En el contexto de la globalización económica, tanto la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación adquieren gran relevancia como impulsores del desarrollo social, que, de acuerdo con Aguilar (2006 citado en Valero, Molina y Ponce, 2019: 66), agudiza las exigencias de productividad y competitividad de las personas y las organizaciones, además de que arroja resultados dispares entre los países, al nutrirse de una dinámica en la que la innovación del conocimiento es la última fuente de la generación de valor. Para Valenti (2008: 14), la importancia del conocimiento reside en su capacidad para incrementar la productividad y con ello, incidir en el crecimiento económico; así, una economía basada en el conocimiento confía, principalmente, en el uso de las ideas, en lugar de las habilidades físicas y en la aplicación de tecnología, en lugar de la explotación de recursos naturales. De esta manera, la innovación tecnológica adquiere una función cada vez más importante en el desempeño económico. Incrementar la productividad, competir con éxito, crecer económicamente, etc. son algunas de las metas u objetivos que se ha trazado la política de ciencia, tecnología e innovación, que obedecía a ciertas tendencias internacionales (Dutrénit, 2008: 147-148), que van presionando hacia una instrumentación de política en materia de ciencia y tecnología, con un carácter más estructurado. Por ejemplo, en México, hacia el año 2005 y concretamente en el 2006, se comienza a estructurar un conjunto de instrumentos jurídicos que impulsen una política en ciencia, tecnología e innovación, para atender las deficiencias estructurales en materia de recursos, incentivos, capacidades y oportunidades. Una de las principales hipótesis de trabajo nos indica cambios en la definición u orientación de la agenda en

materia de ciencia y tecnología, porque precisamente se observa un retorno de un Estado mexicano con visión social, eso que Arroyo (2005:38) llamaría "mutación de sentidos", la cual es asociada con una reestructuración del rol del Estado sobre el tipo de ciencia que se pretende desarrollar en la reciente administración del gobierno federal (del 1º diciembre de 2018 al 30 septiembre de 2024), a través de la instrumentación de una política de ciencia, tecnología e innovación con incidencia social, enfoque público, desde una lógica territorial-horizontal (ciencia humanista), y que se expresa a través de la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación en el año 2020, contrario a la instrumentación de políticas científicas con visión empresarial que inicia con la promulgación de la Ley de Ciencia y Tecnología en el año 2002, encaminadas a privilegiar la participación del sector privado en ciencia, bajo el paradigma del crecimiento continuo, desde una lógica sectorial y vertical, es decir, de arriba hacia abajo (ciencia neoliberal).

Para analizar al sistema científico mexicano, como un sistema complejo, nos apoyamos en la estrategia metodológica propuesta por García (2006:47). Consideramos que la obra que más elementos aporta para este análisis es la publicada en el año 2000, bajo el título: *El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la Teoría de los Sistemas Complejos*, donde el propio García reconoce que es la obra donde logra articular el desarrollo de la epistemología genética con la metodología de los sistemas complejos, desarrolladas a partir del trabajo de campo.

Para el autor, es sumamente importante considerar que investigar un sistema complejo significa estudiar un "trozo de la realidad", que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales y políticos. Existen múltiples formas de abordar dichos sistemas, pero todo va a depender del marco epistémico elegido, debido a que establece el tipo de pregunta, o conjunto coherente de preguntas, que especifican la orientación de la investigación. En general, es posible formular una pregunta básica o pregunta conductora que guíe la selección de los componentes del sistema; es decir, los elementos, los límites del sistema y sus

interrelaciones, tanto internas como externas. En este sentido, para plantear nuestro marco epistémico consideramos, como punto de partida, el proceso de mercantilización en todas las esferas de la vida que ha venido impactando de forma preponderante en los procesos de producción de conocimiento. Es así, que nos preguntamos: 1. ¿hacia dónde está orientada la política de ciencia, tecnología e innovación, en la actualidad, considerando la redefinición del Estado mexicano en materia política, económica, educativa y social? 2. ¿cuáles son los puntos de continuidad y discontinuidad del sistema científico mexicano en relación con la política de ciencia, tecnología e innovación? y 3. ¿cómo se ha venido instrumentando la política de ciencia, tecnología e innovación, desde que se promulgó, a finales del año 2020, el decreto de la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI)?

De acuerdo con García (2006), además del marco epistémico, destacan otros componentes de un sistema complejo, como es la noción de *límite*. El autor señala que los sistemas complejos, que se presentan en la realidad empírica, carecen de límites precisos, tanto en su extensión física como en su problemática. De aquí la inevitabilidad de establecer "recortes" o de imponer límites más o menos arbitrarios para poder definir el sistema que uno se propone estudiar. Para nuestro abordaje empírico, resulta de suma importancia definir al sistema científico mexicano en términos de límites y de velocidad de cambio. Esto, porque el primero está asociado con las condiciones de contorno o condiciones en los límites, que se explican a partir de ciertos factores, como el de flujo asociado con la velocidad de cambio, es decir, qué tan dinámicos son los cambios, considerando factores endógenos y exógenos, que se presentan el sistema científico mexicano, hacia "afuera" y hacia "dentro". El segundo, la velocidad de cambio, está estrechamente relacionada con la escala temporal de los fenómenos que se desea estudiar. De tal forma que existen dos tipos de cambios, unos más lentos o constantes y aquellos que varían o fluctúan significativamente.

García (2006) propone que es necesario estudiar minuciosamente esas variaciones, por cuanto ellas puedan

determinar reorganizaciones más o menos profundas del sistema en su conjunto. No debemos perder de vista que otros componentes inherentes al análisis de cualquier sistema complejo pasa por el abordaje de elementos y estructuras. Por lo que el autor afirma, que los componentes de un sistema son "interdefinibles", es decir, se determinan mutuamente, por ello, la elección de los límites debe realizarse en forma tal que aquello que se va a estudiar presente cierta forma de organización o estructura. Como la estructura está determinada, a su vez, por el conjunto de relaciones, está claro que el sistema debe incluir aquellos elementos entre los cuales se han podido detectar las relaciones más significativas. Las interrelaciones entre ellos y los elementos que quedan dentro determinan las condiciones de los límites (García, 2006:49). El reto epistémico y metodológico será responder a las diferentes formas o momentos en que se presentan dichas interacciones.

Cuando se habla de estructuras, se hace énfasis en un periodo dado, de ahí que coincidimos con García (2006), en que son las propiedades estructurales del sistema las que determinan su estabilidad o inestabilidad respecto a cierto tipo de perturbaciones. La inestabilidad está, a su vez, asociada a los procesos de desestructuración y reestructuración del sistema. Son estos procesos, y no la estructura misma, los que constituyen el objetivo fundamental del análisis. Se trata, pues, de un estudio de la dinámica del sistema y no del estudio de un estado en un momento dado (García, 2006:52). En las siguientes líneas trataremos de exponer las condiciones de contorno del sistema científico mexicano debido a los elementos y estructuras.

2. Condiciones del contorno del sistema científico mexicano

El eje es identificar los elementos que permiten comprender cómo se ha venido estructurando y reestructurando el sistema de ciencia y tecnología en México, es decir, cómo se ha venido desarrollando la política en esta materia. Para ello,

nos planteamos la pregunta: ¿hacia dónde está orientada la política de ciencia, tecnología e innovación, considerando la redefinición del Estado mexicano en materia política, económica y educacativa? En este sentido, reconocemos las aportaciones de Rolando García, para comprender y entender, metodológicamente, cómo se van estructurando y reestructurando los sistemas, en este caso, el sistema de ciencia y tecnología.

Hacemos énfasis en la cuestión metodológica, porque se trata de sistemas cuyas estructuras difieren en la medida en que son diversos y diferenciados los conjuntos de relaciones que hayan sido tomadas en cuenta. La selección depende de los objetivos de la investigación, y estará determinada por las preguntas específicas que se formulen respecto al tipo de situaciones que se estudian. Desde esta perspectiva, García (2000) plantea que "construir" un sistema significa elegir los elementos abstraídos del material e identificar (con ello inferir) un cierto número de relaciones entre dicho conjunto de elementos. El conjunto de relaciones constituirá la estructura del sistema (García, 2000:71). Dichas relaciones se podrán comprender de mejor manera si las ubicamos en un marco de análisis, que el propio autor denomina como "complejo cognoscitivo", que incluye, a su vez, dos niveles de análisis: 1. sistema y 2. funcionamiento. El primero, es utilizado para caracterizar un recorte de la realidad, como una totalidad organizada (para nuestro caso, los referentes en materia de ciencia y tecnología de la política y organización estructural actual, en comparación con las previas), para comprender el sentido de tener un funcionamiento característico. El segundo, refiere al conjunto de actividades que puede realizar (o permite realizar) el sistema, como resultante de la coordinación de las funciones que desempeñan sus partes constitutivas (García, 2000:68).

3. Propiedades estructurales del sistema científico mexicano

Para comprender cómo se ha venido estructurando y reestructurando el sistema de ciencia y tecnología en México, o en términos de Didou y Remedi (2008), la morfología de ciencia y tecnología basta con analizar los procesos de continuidad y discontinuidad o ruptura que en ellos se han dado. Por ejemplo, históricamente el sistema científico mexicano se ha definido por la relación entre la ciencia y el Estado, ya que, como afirma Alcántara (2005), las funciones que asume este último, y los poderes que ejerce en relación con la ciencia, se resumen y culminan en la política científica. En su significado más amplio, incluye el conjunto de intervenciones, decisiones y actividades de los diferentes poderes que coexisten en una sociedad dada, cuyo objetivo es entorpecer o promover el progreso de la investigación científica y la aplicación de sus productos a objetivos específicos (socioeconómicos, culturales, ideológicos, políticos y militares) (Alcántara, 2005:84).

El sistema científico mexicano comienza a funcionar a partir de 1970, año en que se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y que a la larga se convertiría en el principal instrumento de política del gobierno federal en materia de ciencia y tecnología. De manera específica, el 19 de diciembre de 1970, y por decreto presidencial, se crea el CONACyT, institución que inicia operaciones en 1971. Entre 1972 y 1976 se emiten dos leyes en materia de ciencia y tecnología. Una, la ley para coordinar y promover el Desarrollo Científico y Tecnológico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1985. Esta ley organiza el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, crea la comisión para la planeación del desarrollo tecnológico y científico, otorga facultades a la Secretaría de Programación y Presupuesto para fijar y conducir la política de ciencia y tecnología, establece las bases para el funcionamiento de dicho Sistema, instituye el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico y establece las facultades del CONACyT (Barrueco y Márquez, 2006:36).

A principios de los años noventa, se inicia la implementación de políticas de ciencia y tecnología, que privilegia la idea de innovación, que más tarde se conocerá como el sector de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). De acuerdo con Dutrénit (2008:138), para el caso mexicano, las políticas de CTI en los años noventa, comenzaron a cambiar de enfoque; pasaron de un enfoque "ofertista", basado en el apoyo a la ciencia, hacia un enfoque de mercado, más orientado hacia el fomento de la actividad de innovación del sector productivo. El primero de los enfoques está más cercano a lo que Loray, citado por Valero, Molina y Ponce (2019:66) denomina: *perspectiva-científico y tecnológica*, que privilegia el papel de la ciencia y su difusión, como expresión cultural y fuente de conocimientos para el uso productivo y social. El segundo, más cercano al *enfoque económico-estructuralista*, que aduce al hecho de que, contar con capacidades propias de investigación científica y desarrollo tecnológico, genera las herramientas para apropiarse de los beneficios del aumento de la productividad, la industrialización, el comercio exterior y el crecimiento económico. Ambos enfoques o perspectivas han sido elementos constitutivos e indicativos de la existencia y el nivel de desarrollo de la política científica (mexicana) como resultado del grado de desarrollo de las investigaciones y de los organismos centrales -que sostienen la actividad científica-, así como de su integración en el sistema nacional de toma de decisiones, y el surgimiento y funcionamiento de un subsistema de información y comunicación de la ciencia y la tecnología (Alcántara, 2005:84).

Aunque ambas perspectivas han estado en la agenda, no sólo del Estado mexicano sino en gran parte de los países de América Latina, para definir el rumbo de la ciencia y la tecnología, no se puede olvidar que al mismo tiempo, y de manera específica, durante las dos últimas décadas del siglo XX, se comienzan a intensificar los esfuerzos de los *estados-nación* para reconfigurar la política científica y tecnológica, bajo imperativos económicos, centrados consecuentemente en la atención de la innovación tecnológica. De manera específica, centrándose en el *paradigma del crecimiento continuo*, en el

que, por ejemplo, se empezó a incorporar el discurso de la sustentabilidad en las estrategias empresariales, a través de los productos ambientalmente amigables, los sistemas de gestión en ambiente y el desarrollo de tecnologías limpias (Mercado, Vessuri y Córdova, 2015:307).

Para Mercado, Vessuri y Córdova, (2015:297-298) la amplia receptividad que tuvo el pensamiento neoliberal permeó el entramado institucional del Estado, debilitándolo y otorgándole, en muchos casos, mayor poder y relevancia a otros actores, en especial del ámbito privado. Por ejemplo, la suscripción de acuerdos para disminuir el ritmo de la contaminación atenuó, en grados variables según los países, la pérdida del poder regulador del Estado colocando alguna contención a la propuesta neoliberal que dejaba la resolución de estos problemas en las manos del mercado (Mercado et al., 2015:297-298). En este sentido, las políticas del sector CTI se reorientaron desde el marco conceptual del Sistema Nacional de Innovación (SNI), por lo que, nociones e instrumentos destinados a promover capacidades científicas y tecnológicas, y orientar su papel en el desarrollo, fueron desplazadas por el estímulo a la innovación volcada al logro de la competitividad (Mercado et al., 2015:298). Esto representó, para Thomas y Dagnino (2000 citados en Mercado et al., 2015:298), graves falencias que han aquejado a las políticas de CTI como son: la implantación de conceptos y modelos sin una cabal consideración de los contextos de aplicación.

El *paradigma del crecimiento continuo* y la llamada "globalización de la ciencia" se implementaron en la mayoría de los países latinoamericanos. Vessuri (2014) argumenta que, cuando se habla de la globalización de la ciencia, puede referirse a una serie de procesos equivalentes en las relaciones de ésta con la sociedad. Entre estos procesos pueden distinguirse, al menos cuatro: 1) Intensidad de la interconectividad, reflejada en el incremento de los movimientos de artefactos y dispositivos físicos, científicos, símbolos e información a través del espacio y el tiempo. 2) Velocidad de los flujos globales, con interacciones mucho más frecuentes, regulares y pautadas entre agentes independientes, nodos de actividad o sitios álgidos de

producción de conocimiento. 3) Mayor importancia a la investigación privada y mayor proximidad entre las instituciones públicas y privadas. La ciencia está crecientemente amarrada al lucro privado. 4) Incremento de la relevancia de los problemas ambientales globales en el escenario político.

En el año 2003, el diario La Nación, de Argentina, publica una entrevista realizada a García titulada: "Hay que hacer un país distinto", en la que el entrevistado da en llamar: "condicionamientos" a la relación asimétrica entre la ciencia y las estructuras de poder económico. En ella, el autor afirma que la ciencia ya no se regía desde la UNESCO, sino desde el Banco Mundial, situación preocupante, por el tipo de conocimiento que apoyan los organismos supranacionales, como lo menciona García.

E.- ¿qué conocimiento está apoyando dicho organismo internacional [Banco Mundial]?

G.- El que va dirigido a la empresa, al mercado...

E- ¿Se forman científicos con un perfil pragmático?

G.- Fíjese que en inglés no se puede decir formar un científico o formar un filósofo: ellos hablan de desarrollar habilidades. Yo me enojo mucho con nuestros pedagogos cuando hablan de desarrollar habilidades y destrezas. Habilidades y destrezas se requieren en el circo, en el deporte, en las artesanías. Pero formar un científico no es desarrollar habilidades y destrezas. Esas frases revelan la orientación que prevalece: quiere decir que se entrena a la persona en cierto tipo de orientación. Y las orientaciones hoy las marca el mercado (La Nación, 8, junio, 2003).

El Banco Mundial proporciona apoyos económicos para cierto tipo de investigación que, de acuerdo con Villaseñor (2004), este organismo los justifica para detonar una sociedad del conocimiento con valor económico y comercial, así como, el principal generador del nuevo patrón de acumulación de riqueza. Lo cual se inscribe en un modelo económico de la globalización, que pugna por la necesidad de contar con conocimientos constantemente actualizados que permitan un avance incesante en la producción de bienes y servicios para la competencia en el mercado y así, generar más riqueza. Desde esta lógica instrumental, se pretende actualizar los conocimientos que introduzcan a los productos un valor agregado creciente para

una incesante competitividad (Villaseñor, 2004:133). Lo anterior supone un proceso de privatización del conocimiento en un sentido amplio, punto en el que coincidimos con Naidorf (2005), quien afirma que el conocimiento generado en ámbitos públicos con financiamiento privado conlleva cláusulas de confidencialidad, que limitan el libre flujo de conocimiento y se estimula la selección de temas de investigación rentables, donde se valora el trabajo académico según criterios empresariales.

4. El sistema científico mexicano y el sector privado

La participación del sector privado en actividades de ciencia y tecnología comienza a cobrar importancia a finales de los años noventa del siglo pasado. Por ejemplo, para Naidorf (2005:102) el papel de las universidades, en gran parte de los países de América Latina, es crucial en este tipo de tendencias globales, en tanto que la discusión acerca del financiamiento en Investigación y Desarrollo en las universidades públicas cobra importancia a partir de que se establecen las agendas de investigación y las condiciones de acceso a sus resultados, en función del origen de los fondos que financian dichas actividades. Esta tendencia tiene lugar en el marco de las transformaciones sufridas por el capitalismo en los países centrales y periféricos; cambios que incluyen el contexto contemporáneo de globalización, polarización y segmentación. En este sentido, coincidimos con Naidorf (2005:102) en que la presencia del sector privado se fue incrementando (por ejemplo) en el sector universitario público, constituyendo una base diversificada de financiamiento que le permitía a las instituciones académicas subsistir en un contexto de restricción de recursos del erario público.

En el caso mexicano, la participación del sector privado cobra importancia a través de la expedición de la Ley para el fomento de la investigación científica y tecnológica de 1999. Dicho instrumento jurídico sienta las bases de las acciones gubernamentales federales para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica. Esta ley establecía los

instrumentos y mecanismos de política científica y tecnológica, hacía referencia al financiamiento público, pero también al privado, tanto nacional como internacional, en los estímulos e incentivos fiscales y las facilidades en materia administrativa y de comercio exterior (Barrueco y Márquez, 2006: 36).

En el año 2002, se presenta otro ejemplo, con la aplicación de este instrumento jurídico mediante una nueva Ley de Ciencia y Tecnología (que sustituyó al de 1999), que estuvo dirigida a cambiar las modalidades de financiamiento del sistema de ciencia y tecnología, como resultado de un acelerado desplazamiento del financiamiento público por el corporativo y las relaciones cada vez más estrechas entre universidad e industria (Lander, 2008: 254). Para los analistas de política de ciencia y tecnología en la región latinoamericana, supone un modelo lineal por demanda, tal como señala Naidorf (2020:30), quien considera que el gasto público en desarrollo tecnológico puede y debe ser compartido con el sector productivo, en tanto eje orientador de las agendas de investigación. Es así, que los instrumentos jurídicos posibilitaron las condiciones para que se empezaran a transferir recursos y capacidades necesarias para la innovación, desde el gobierno u otros agentes relacionados (universidades, entre otros) de los Estados hacia las empresas (Dutrénit, 2008).

Otro ejemplo, donde se privilegia la visión mercantil en la ciencia, es el Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018, cuyo objetivo era hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación, pilares para el progreso económico y social sostenible, a partir de cinco estrategias: 1) Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente hasta alcanzar el 1%. 2) Contribuir a la formación y fortalecimiento de capital humano de alto nivel. 3) Impulsar el desarrollo de las vocaciones de CTI locales para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente. 4) Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento de conocimientos de las IES (Instituciones de Educación Superior) y centros de investigación a la empresa, y, 5) Fortalecer la infraestructura y tecnológica del país.

Bajo estos instrumentos normativos, es como se empiezan a insertar profundas transformaciones políticas e institucionales de la educación superior universitaria. Dichas transformaciones suponen para Ferrari (2005: 298), una profunda redefinición del papel del Estado en materia educativa y de los límites entre lo público y lo privado en el sector. Sin duda alguna, se empiezan a generar nuevas condiciones para detonar o apoyar lo que Heller y Eisenberg (1998 citados en Lander, 2008: 259) denominan "ciencia mercantil", en la cual, el conocimiento científico pasa de ser un bien público a ser propiedad privada. Se empiezan a crear instancias de consulta y de decisión, entre las que sobresalen dos: el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico. El primero, con facultades para establecer políticas nacionales orientadas a sustentar avances científicos, definir prioridades para la asignación del gasto público en ciencia y tecnología, aprobar propuestas de políticas y mecanismos de apoyo a la ciencia y definir esquemas generales de organización para coordinar las actividades de investigación y desarrollo en los diferentes sectores de la administración pública federal. El segundo, como órgano autónomo y permanente de consulta del poder ejecutivo, del Consejo General y de la Junta de Gobierno del CONACYT. Este último, conserva a su cargo la formulación del Programa Sexenal de Ciencia y Tecnología y su integración en colaboración con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (Didou y Remedi, 2008: 50).

5. El sistema científico mexicano y el sector público

La continuidad y discontinuidad del sistema científico mexicano, en relación con la política de ciencia, tecnología e innovación, se explica en razón del tipo de ciencia que se pretende apoyar o impulsar, pero, sobre todo, nos invita a reflexionar sobre quiénes pueden acceder al conocimiento. Implica redefinir la agenda considerando el énfasis en lo público o lo privado. Entonces, la cuestión de quiénes pueden acceder al

conocimiento y a su uso tiene que ver con la naturaleza pública o privada de la ciencia.

Un ejemplo, a nivel mundial con relación a la naturaleza privada de la ciencia y el orden jurídico de la ciencia mercantil, se encuentra en la aprobación de la Ley *BayhDole Patent and Trademar Laws Amendment*, en el año 1980, que de acuerdo con Lander (2008: 252), estaba dirigida a promover la colaboración entre empresas comerciales y organizaciones sin fines de lucro, incluidas las universidades. Se autorizó, por primera vez, que éstas podían patentar y comercializar los productos de las investigaciones realizadas parcial o totalmente con financiamiento federal o de carácter público. Sin embargo, antes de esta ley, los resultados de la investigación financiada por el Estado permanecían como propiedad de éste, o pasaban al dominio público, otorgándose licencias no exclusivas a quienes quisiesen utilizarlos.

En el caso mexicano, sucede algo similar, en donde las leyes que fueron aprobadas bajo el paradigma neoliberal fueron generando las condiciones jurídicas y políticas para detonar una ciencia con orientación hacia el mercado, donde los conocimientos científicos y tecnológicos son patentados y se convierten en propiedad privada; son una mercancía sujeta al mercado, en lugar de ser información compartida de consumo público (Gómez, 2009: 131). Como ejemplo inmediato, podemos hacer referencia a la Ley de Ciencia y Tecnología apobada en el año 2002. Un ejercicio de comparación simple, entre ésta y la nueva Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI) (iniciativa presentada ante el Congreso de la Unión a finales del año 2020 y aprobado en 2023), nos permite identificar diferencias notables en términos de su estabilidad e inestabilidad. En este sentido, identificamos seis campos temáticos o problemáticos diferenciadores del sistema científico mexicano como ejercio de comparación: 1. Política de Estado. 2. Principios normativos. 3. Derecho humano a la ciencia. 4. Agenda de Estado y sus Instrumentos de fomento y apoyo. 5. centros públicos, y finalmente, 6. Centros de información.

En el primer campo temático, identificamos la propuesta de Ley del año 2002, en el que se establecían las bases normativas para impulsar una política de Estado que permitiría sustentar la integración del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, carente de enfoque o perspectiva humanista. En cambio, la Ley del 2023 establece una política de Estado en materia de ciencias humanas, ciencias, tecnología e innovación con función social, caracterizada por ser soberana, humanista, nacional, de largo plazo, participativa, interinstitucional y transversal, con perspectiva de género y enfoque intercultural de territorialidades y derechos humanos, así como, comprometida con la ética, lo social y lo ambiental.

En matera de los principios normativos, la Ley de Ciencia y tecnología de 2002 establece principios normativos que apoyan la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Por su parte, el anteproyecto de Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación de 2023 establece principios normativos para el ejercicio del derecho humano a la ciencia, el carácter público de la ciencia a través de la incorporación de principios como: rigor epistemológico, igualdad y no discriminación, inclusión, pluralidad y equidad epistémicas, interculturalidad y diálogo de saberes, producción horizontal del conocimiento, trabajo colaborativo, solidaridad y beneficio social, objetividad, imparcialidad, transparencia, honradez, paridad de género, renovación periódica y representatividad, responsabilidad ética, social y ambiental. Con relación al derecho humano a la ciencia, detectamos que la Ley del año 2002 no la considera como tal, sin embargo, la Ley del 2023, sí tiene como fundamento el derecho humano a la ciencia, establece sus elementos y principios, así como las obligaciones del Estado para garantizar su ejercicio efectivo y para el goce de otros derechos fundamentales.

La agenda de Estado, en materia de ciencia desde la Ley 2002, establece prioridades del gobierno federal para impulsar la ciencia, tecnología e innovación, pero sin un enfoque integral que permitiera definir asuntos estratégicos o prioritarios hacia los cuales orientar las capacidades del Estado y los recursos

públicos en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación. A diferencia de ésta, la Ley HCTI 2023 establece una agenda de Estado que abarca la llamada "investigación de frontera", así como, la ciencia básica para todas las áreas y campos del conocimiento, como la investigación de incidencia en asuntos estratégicos o prioritarios para el interés público nacional.

Con relación a los instrumentos de fomento y apoyo, se observa que en la Ley 2002, el financiamiento de las actividades de Ciencia Tecnología e Innovación se basó fundamentalmente en la operación de fondos a cargo del CONACyT y de los centros públicos, gestionados a través de contratos de fideicomiso. En cambio, en la Ley 2023, el financiamiento de las actividades de HCTI se basa fundamentalmente en la operación de programas presupuestarios sin la intermediación de fideicomisos. Por ejemplo, de acuerdo con Villanueva (2023), la nueva ley elimina los subsidios a las empresas privadas mexicanas para el desarrollo de sus investigaciones e innovaciones que tenían como fin mejorar sus procesos de producción y comercialización.

En la Ley 2002, se contemplaba una Ley Orgánica del Sistema Nacional de Centros Públicos que fue muy inconsistente en su operación, en cambio, en la Ley 2023 se establecen las bases del Sistema Nacional de Centros Públicos de Investigación Humanística y Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, incorporando órganos de participación y consulta del personal de los Centros Públicos.

Como último aspecto comparativo, encontramos que, a nivel de información, la Ley 2002 contemplaba órganos de información que dependían de un Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, el cual incluía: 1) un registro nacional de instituciones y empresas científicas y tecnológicas. 2. un repositorio nacional de acceso abierto a recursos de información científica, tecnológica y de innovación, de calidad e interés social y cultural y 3) repositorios constituidos por instituciones de educación superior y centros de investigación. Por su parte, la ley 2023 contempla el Sistema Nacional de Información sobre Investigación Humanística y Científica,

Desarrollo Tecnológico e Innovación cuya meta es fortalecer una política de acceso abierto a los recursos de información y al conocimiento generados a través de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, financiados con recursos del Estado y que promueva y garantice el goce de los beneficios y la socialización del conocimiento universal, a través de repositorios digitales y estrategias de comunicación y divulgación, los cuales se caracterizan por las siguientes bases de información: 1) sistemas locales de información en materia de HCTI. 2) un repositorio nacional de acceso abierto a recursos en materia de HCTI constituido, integrado y operado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología. 3) repositorios constituidos por universidades e instituciones de educación superior y centros públicos. 4) un registro nacional de Instituciones Humanísticas, Científicas, Tecnológicas y de Innovación (Villanueva, 2022; 2023).

6. El retorno a la ciencia integrativa

Hasta el momento se ha descrito de forma exploratoria y con un ejercio de comparación simple o básico, las políticas de ciencia y tecnología en dos periodos de gobierno, cuyas intencionalidades jurídicas y políticas definen el tipo de ciencia que se apoya o promueve. Por un lado, una administración pública que sentó las condiciones jurídicas para impulsar un tipo de ciencia que privilegia la idea de innovación enfocado a las necesidades o intereses del mercado, en el que los conocimientos científicos y tecnológicos son patentados y se convierten en propiedad privada; son una mercancía sujeta al mercado y sus leyes. Esto, bajo planteamientos del *paradigma del crecimiento continuo* que, desde el punto de vista de Mercado et al. (2015), está asociado a la aplicación de rigurosos programas de estabilización y ajuste estructural, elemento básico de partida de la estrategia neoliberal, que contribuyó a agudizar brechas sociales, generando alta conflictividad social, permitiendo el resurgimiento de propuestas de políticas que colocaban el énfasis en la inclusión social.

La alternativa al planteamiento de la "ciencia mercantilista", ha sido la que propone las bases de una ciencia más social y humana. Es decir, una propuesta desde un gobierno progresista, que ha sentado las bases jurídicas que pretenden impulsar una ciencia con incidencia social. Propuesta que se asemeja a lo que plantean Daza-Caicedo, Arboleda, Lozano-Borda, Parra y Pallone (2015), con relación a la concepción de ciencia que se pretende transmitir desde el Estado mexicano bajo un modelo denominado: *democrático o de participación pública*, diferente al *modelo del déficit*. El primero, porque pugna por el diálogo público y ubica a la ciudadanía en un primer plano, buscando su participación en la toma de decisiones sobre asuntos tecnocientíficos. El segundo, porque se piensa en actividades en las cuales la ciencia y la tecnología se muestran como un cuerpo de conocimientos certero y seguro sobre el mundo, al que solo tienen acceso unos pocos (los científicos, tecnólogos y personas pertenecientes al mundo de la academia) y donde existiría una población (público *lego*) que no tiene acceso a dicho conocimiento y por lo tanto, se pone énfasis en los contenidos a transferir para su comprensión y valoración (Daza-Caicedo et al,, 2015: 340-341). Con base en estos planteamientos, consideramos que la nueva ley en HCTI 2023 contempla elementos del modelo de participación pública de la ciencia, donde los agentes del Estado mejoran las capacidades políticas de los ciudadanos, como es, por ejemplo, el aumento a la alfabetización científica (Daza-Caicedo et al., 2015: 356-357).

Respecto a nuestra pregunta, sobre ¿cómo se ha venido instrumentando la política de ciencia, tecnología e innovación desde que se promulgó, a finales del año 2020, la ley general en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación? Consideramos que la Ley general de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI), aprobada en 2023, plantea nuevas formas de integrar el conocimiento a partir de la interdisciplinariedad, y que puede ser interpretada desde enfoques como el habermasiano, con relación a la idea de "comunidad ideal de diálogo". Esto, porque las decisiones han de tomarse, igual que para las normas y criterios que rigen el quehacer científico de la comunidad, en procesos de interacción

discursiva, igualitarios y plurales que dan como resultado un consenso. Este proceder filtra los intereses personales y otros sesgos individuales, lo que permite un resultado racional, objetivo y justo (Gómez, 2009: 130). No debemos olvidar que se vive una redefinición del espacio público tanto en los discursos oficiales como en el sentido común de los sujetos. Esta "mutación de sentidos" se asocia a la reconceptualización de la educación, que pasa de ser considerada como un derecho a percibirse como un bien o servicio, asociada a la reestructuración en el rol del Estado, que pone nuevamente a los individuos como responsables de su educación.

Podemos afirmar que se está instalando un discurso de la *res* pública, mediante el cual temas que se instalaron en la esfera privada empiezan a ser considerados nuevamente como cuestiones del interés público y que suponen una especie de apropiación significativa de la ciencia, porque desde algunos planteamientos interesantes, como el que hacen Daza-Caicedo et al., (2015), es imperioso reconocer que los públicos no científicos tienen también conocimientos y experticias (saberes tradicionales) que pueden entrar en diálogo con el conocimiento científico-tecnológico y entender a este último, como una actividad social y contextual en donde el énfasis ya no esté puesto en ejercicios de traducción, sino en la identificación de necesidades y generación de espacios de negociación y conversación.

Consideramos que el tipo de ciencia o ciencias, que se apoya o promueve desde la nueva HCTI 2023, apuntan a la investigación de frontera, así como a la ciencia básica en todas las áreas y campos de conocimiento, la investigación de incidencia en asuntos prioritarios de interés público nacional. La base epistémica de esta nueva política de ciencia y tecnología, a partir de la ley de HCTI 2023, radica en la interdisciplinariedad y en lo que Holling (2000) llama las dos visiones de la ciencia en plena transición. Por un lado, *la ciencia de las partes* (enfoque analítico) y por otro, *la ciencia de la integración de las partes* (enfoque integrador). El primero aporta los ladrillos y el segundo, el diseño arquitectónico. El primero es analítico y esencialmente experimental, reduccionista y mono disciplinario.

El segundo es integrador, sistémico, multiescalar, fundamentalmente interdisciplinario y capaz de combinar múltiples fuentes de evidencias, integra la incertidumbre y la sorpresa como parte de las posibles respuestas (Holling, 2000 citado por Toledo, 2022).

Para García (2006: 22), el asunto de la interdisciplinariedad requiere de un análisis más detallado para deslindarlo de significados equívocos, como identificar ésta como equivalente a la "integración disciplinaria". Coincidimos también, en que los sistemas complejos están constituidos por elementos heterogéneos en interacción, lo cual significa que sus subsistemas pertenecen a los "dominios materiales" de muy diversas disciplinas. El antecedente histórico es la propuesta que realizó, en su momento, Comte, a inicios del siglo XIX, en el que modifica el criterio de clasificación de las disciplinas centrándolo en las relaciones entre los dominios del conocimiento. Ese momento histórico fue fundamental en las numerosas clasificaciones posteriores de las diferentes disciplinas, y que permitió posteriormente, una alternancia de procesos de diferenciación e integración. Esto significa que las disciplinas se fueron desarrollando de manera articulada, y que las formas de articulación también evolucionaron, respondiendo a desarrollos propios dentro de cada disciplina.

Finalmente, consideramos que la visión de Holling (2000), con relación a la ciencia de las partes y la ciencia de la integración de las partes, se complementa con la concepción piagetiana del "sistema de ciencias", entendido en términos de sus dominios circulares y su red de interrelaciones (Morin, 2006: 32), porque como bien argumenta García (2006), el análisis piagetiano muestra el carácter cíclico de las relaciones entre las disciplinas en los dominios *a* y *d*, así como la complejidad de las interrelaciones entre los cuatro grandes grupos de ciencias, dentro de cada dominio. Esto si consideramos lo que el propio autor afirma:

...es Piaget quien comienza por establecer que el término "ciencia" recubre cuatro grandes conjuntos: (ciencias lógico-matemáticas; ciencias-físicas; ciencias biológicas y ciencias psico-sociológicas), en cada uno de los cuales las disciplinas se relacionan

entre sí de manera diferente: a) Dominio material, definido como el conjunto de "objetos" a los cuales se refiere cada disciplina (números, funciones, objetos físicos o biológicos, energía, operaciones mentales, clases sociales). b) Dominio conceptual, definido como el conjunto de teorías o conocimientos sistematizados elaborados por cada ciencia acerca de su dominio material. c) Dominio epistemológico interno, que corresponde al análisis de los fundamentos de cada disciplina, es decir, a la crítica de su aparato conceptual y de las teorías de su dominio conceptual. d) Dominio epistemológico derivado, que analiza las relaciones entre el sujeto y el objeto de conocimiento, es decir, el marco epistemológico más general de los resultados obtenidos por cada disciplina, comparándolo con el de las otras ciencias (García, 2006: 31-32).

Se puede aceptar o rechazar este análisis en sus detalles, pero es indudable que García (2006) echa por tierra, tanto la ingenuidad de las propuestas reduccionistas, como las posiciones irreductibles de quienes ven en la "especificidad" de cada dominio material un obstáculo para el estudio interdisciplinario con una metodología general e integrativa.

7. Conclusiones

Con base en los planteamientos desarrollados en la construcción de este capítulo, consideramos que la obra de Rolando García, con relación al análisis de los sistemas complejos, aporta elementos metodológicos importantes para el abordaje analítico del sistema científico mexicano. Esto, a partir de que define, acota o delimita la noción de “complejo cognoscitivo”, para designar al conjunto de componentes de una totalidad heterogénea. Asimismo, las pautas metodológicas y epistémicas que nos aporta el autor, permite abordar y problematizar al sistema científico mexicano no como una simple descripción de variables o estados, sino como procesos, es decir, porque el sistema científico mexicano o cualquier otro sistema científico no implica abordarlo necesariamente desde sus componentes estáticos, sino dinámicos porque el contexto social en el que está implicado cualquier complejo cognoscitivo está constituido por sistemas de relaciones cambiantes

Coincidimos con García en que la noción de marco epistémico es un componente interesante y esencial en el planteamiento metodológico, porque permite definir, delimitar y orientar el tipo de preguntas conductoras que guían la selección de los componentes del sistema, en nuestro caso, los elementos de tipo jurídico que determinan y condicionan el tipo de ciencia que se impulsa o promueve, y que impacta en los procesos de producción de conocimiento científico.

A partir de los referentes analíticos desarrollados por García, fue posible identificar desde un ejercicio de comparación simple que la política de ciencia y tecnología en México en la actual adinistración, está orientada a satisfacer necesidades sociales mediante mecanismos de incidencia social, y en menor medida a satisfacer los intereses del mercado. Queda pendiente problematizar desde el pensamiento complejo, los retos que tiene el sistema científico mexicano por generar y consolidar las condiciones estructurales por detonar una ciencia que logre garantizar cambios sociales a mediano y largo plazo.

Finalmente, queda abierta la posibilidad de profundizar en otro momeno, en aquellos otros aspectos inherentes a la continuidad y discontinuidad, estabilidad e inestabilidad del sistema científico mexicano que en el presente escrito no se trataron en profunidad. En ese sentido, García (2007) nos permitirá inferir a partir de otras propiedades estructurales del sistema, en este caso referente a la idea de vulnerabilidad (propiedad de una estructura que la toma inestable bajo la acción de perturbaciones) o resiliencia (capacidad para retomar a una condición original de equilibrio después de una perturbación), dado que el propio sistema científico mexicano quedará sujeto en los próximo meses y años al vaivén de la política mexicana.

8. Bibliografía

Alcántara, A. (2005). *Entre Prometeo y Sísifo. Ciencia, tecnología y universidad en México y Argentina*. Pomares.

Arroyo, M. (2005). Concepciones del espacio público y sentido común en la educación superior. En Gentili, P. y Levy, B.

Espacio público y privatización del conocimiento. Estudios sobre políticas universitarias en América Latina, pp. 27-99. CLACSO.

Berrueco, A. y Márquez, D. (2006). El marco jurídico del Sistema de Ciencia y tecnología. En Cabrero, E. Valadés, D. y López-Ayllón, S. (2006). *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*, pp. 35-130, UNAM y CIDE

Chapela, G. (2008). Las prioridades en educación, ciencia, tecnología e innovación. Una perspectiva general del problema. En Valenti, G. Ciencia, *Tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*, (pp. 27-36), FLACSO.

Cimoli, M. (2008). Las políticas tecnológicas en América Latina: una revisión crítica. En Valenti, G. *Ciencia, Tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*, (pp. 57-92), FLACSO.

Daza-Caicedo, S., Arboleda, T., Lozano-Borda, M., Parra, M. y Pallone de Figueiredo, S. (2015) Políticas de popularización y apropiación de la ciencia y la tecnología en América Latina: entre déficit y democracia. el caso de la semana nacional de la ciencia y la tecnología en Brasil, Chile y Colombia. En Arboleda, T. *et al. Mirada iberoamericana a las políticas de ciencia, tecnología e innovación: perspectivas comparadas*, pp. 339-362. CLACSO.

Didou, S y Remedi, E. (2008). Políticas públicas e instituciones de Ciencia y Tecnología en México. En Didou, S y Remedi, E. *De la pasión a la profesión. Investigación científica y desarrollo en México*, pp. 41-70. Casa Juan Pablos.

Dutrénit, G. (2008) Políticas de financiamiento en investigación y desarrollo para endogeneizar la innovación en el sector productivo y empresarial. En Valenti, G. Ciencia, *Tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*, (pp. 137-168), FLACSO.

Fernández-de-Lucio, Ignacio, Vega-Jurado, Jaider y Gutiérrez-Gracia, Antonio (2010), Ciencia e Innovación: una relación compleja y evolutiva, *Ingenio*, número 10, pp.1-30.

Ferrari, P. (2005). Políticas universitarias, estrategias de gestión y privatización del espacio público: los estudios de posgrado y la transferencia de servicios y saberes. Un estudio comparado entre Brasil y Argentina. En Gentili, P. y Levy, B. *Espacio público y privatización del conocimiento. Estudios sobre*

políticas universitarias en América Latina, pp. 295-341. CLACSO.

García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinar*. Gedisa.

García, Rolando (2000). E*l conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.

Gómez, Amparo (2009), "La dimensión individual y colectiva de los sujetos de la ciencia", en Broncano, Fernando y Rosa, Ana (Coord.) *La ciencia y sus sujetos ¿quiénes hacen la ciencia en el siglo XXI?*, México, Siglo XXI editores, UNAM, PP. 114-134.

Holling, C. S. (2000). Theories for sustainable futures. *Conservation Ecology* 4(2): 7. [online] URL: http://www.consecol.org/vol4/iss2/art7/

Lander, E. (2008). La ciencia neoliberal. *Tabula Rasa*, No 9, julio-diciembre, pp.247-283.

Ley de Ciencia y Tecnología. Diario Oficial de la Federación 5 de junio de 2002. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=727648&fecha=05/06/2002#gsc.tab=0

Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, 2023. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMHCTI.pdf

Mercado, A., Vessuri, H. y Córdova, K. (2015). La política científica y tecnológica en Latinoamérica. Convergencias y divergencias frente a apremiantes problemas socioambientales. En Arboleda, T. [et al.]*Mirada iberoamericana a las políticas de ciencia, tecnología e innovación: perspectivas comparadas*, pp. 297-337. CLACSO.

Naidorf, J. (2005). La privatización del conocimiento público en universidades públicas. En Gentili, P. y Levy, B. *Espacio público y privatización del conocimiento. Estudios sobre políticas universitarias en América Latina*, pp. 101-161. CLACSO.

Toledo, V. (2022). La interdisciplina y la sinfonía de la ciencia. La jornada. https://www.jornada.com.mx/2022/09/20/opinion/017a2pol

Valenti, G. (2008). Situando la agenda de los sistemas nacionales de innovación. En Valenti, G. *Ciencia, Tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*, (pp. 13-25), FLACSO.

Valero, C., Molina, A. y Ponce, C. I. (2019). Políticas de ciencia, tecnología e innovación en México: aproximación a su análisis. *Edähi Boletín Científico de Ciencias Sociales y Humanidades del ICSHu*, 8(15), 65-72. https://doi.org/10.29057/icshu.v8i15.5256

Vessuri, H., (2014). Cambios en las ciencias ante el impacto de la globalización. R*evista de Estudios Sociales*, (50),167-173. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81532439017

Villanueva, E. (2022). Nueva ley CONACYT, el debate. https://www.proceso.com.mx/opinion/2022/12/22/nueva-ley-conacyt-el-debate-299095.html

Villanueva, E. (2023). Del CONACYT al CONAHCYT, definiciones. https://www.proceso.com.mx/opinion/2023/5/10/del-conacyt-al-conahcyt-definiciones-306773.html

Villaseñor, G. (2004). *La función social de la educación superior en México. La que es y la que queremos que sea*. UAM/UNAM.

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Comentarios críticos

Carlos Cosentino

Estimados colegas, les comparto estos comentarios que espero puedan enriquecer nuestro intercambio de ideas, así como ayudarnos a pensar colaborativamente en esta aventura que nos propone Leonardo Rodriguez Zoya.

Primeramente, quiero valorar el trabajo descriptivo y analítico que realizaron al presentar el sistema científico mexicano. Para quienes no estamos empapados en el tema, como es mi caso, he podido reconstruir a la distancia la visión que nos comparten. En esta misma línea me parece pertinente señalar la riqueza potencial para el análisis que nos ofrece el pensamiento de Rolando García y que ustedes pudieron dejar plasmado en su escrito.

A partir de la lectura me han surgido algunas reflexiones que me parece interesante compartir con ustedes. Primeramente, considero desafiante poner en tensión dos puntos de vista que pueden orientar el análisis, por un lado, el planteo de pensar el sistema científico mexicano desde la teoría de los sistemas complejos o bien, hacer un salto epistemológico y estructurar el campo de análisis no desde sino con la teoría, lo que implica claramente ya no mirar el sistema desde afuera sino habitar el

campo y estructurarlo con esta visión ontológica y epistemológica que nos presenta García (2006).

En línea con lo expresado en el párrafo anterior y a la luz de reconocer el grado de implicancia nuestro como investigadores, recuperamos la noción de componer el estudio con el "trozo de la realidad" que ustedes definen tomando del amplio campo de desarrollo y producción científica y académica el recorte del sistema en particular, de modo que valoramos esta construcción que hace el investigador sabiendo que esta realidad que define y construye no está fragmentada sino integrada e interrelacionada. Reafirmamos la idea que el sistema es interdefinible en sus interrelaciones y que la lectura de dichas relaciones la realiza quien investiga, incluso como plantea Garcia los límites se van a conocer al final de recorrido en la investigación luego de sucesivas etapas de diferenciación e integración (Piaget, et, al., 1977). Por ello me parece pertinente señalar que en las condiciones de contorno reconocemos un borde entre el objeto de análisis y/o estudio y las demás redes de relaciones con las que interactúa. Como investigadores tomamos decisiones sobre la construcción de este objeto de estudio como algo a definir que no está construido per se sino que es construible por medio de nuestro propio accionar reflexivo.

Por otra parte, me quedo pensando, si no podemos pensar a las políticas públicas como perturbaciones en este sistema que propician el surgimiento de emergentes que plasman ciertas condiciones en y dentro de las interrelaciones entre subsistemas y sistemas. En esta misma línea podemos considerar a la globalización como la resultante de una red de relaciones entre numerosos sistemas y subsistemas que movilizan el funcionamiento del sistema científico entre la vulnerabilidad y la resiliencia como campo de tensiones en el cual los agentes que lo conforman traccionan buscando construir resiliencia y favoreciendo reorganizaciones sucesivas. Recuperó la descripción que presentan sobre el accionar de distintos actores (que podemos imaginar como subsistemas) en torno al proceso de mercantilización, lo que podemos considerar también como una turbulencia que moviliza a determinados agentes y que estos

responden retroalimentando positivamente, negativamente o presentando bloqueos.

A partir de lo cual me pregunto por la noción dinámica del cambio, toda vez que un sistema si no evoluciona se estanca y puede perecer. Por ello recuperar la noción de cambio me parece relevante como ustedes plantean. Recordemos que el sistema presenta una trayectoria que se proyecta en el tiempo, esta trayectoria presenta antecedentes que configuran y condicionan el funcionamiento de este "trozo de realidad" a la vez que enmarca las líneas de acción sucesivas, pero no la determinan ya que sabemos que una de las condiciones de un sistema compleja es la no linealidad. Por ello me parece relevante considerar el estudio del objeto en un momento dado y comprendiendolo como parte de una dinámica mayor.

Confluyendo ambas reflexiones considero que nos podemos preguntar "¿hacia dónde está orientada la política de ciencia, tecnología e innovación, considerando la redefinición del Estado mexicano en materia política, económica, educación?" tanto como ¿Cuál es el accionar de cada uno de los componentes (subsistemas) en la configuración de la política como resultante? Podemos pensar también en las múltiples perturbaciones que se generan hacia el interior del sistema y hacia afuera del sistema en dichas configuraciones. De modo tal que las condiciones de contorno se componen de esta fina membrana donde permea el diálogo de la academia, el sector privado y el sector público y se configura en la respuesta de cada uno de los agentes que la componen. En este punto podemos retomar y profundizar lo planteado por Garcia (2006) en cuanto a los niveles de análisis y niveles de procesos para continuar configurando este objeto de estudio.

De vuestro relato se da cuenta de la capacidad de autoorganización dinámica, no lineal, que opera en relación con los entornos y/o a las condiciones de contorno. Evidentemente este objeto de estudio está en interacción con dicho entorno y las transformaciones que sufre están fuertemente condicionadas por tales interacciones. Ello también da cuenta de la autonomía relativa en general y cómo se posiciona en relación con ella, desarrollando su proyecto e identidad. En este proceso

adaptativo considero válido preguntamos por los cambios sociales y el modo en que sus comunidades se van autoorganizando y evolucionando en conjunto, creando redes internas y externas para fortalecer las interrelaciones que le dan sustento. El orden que se construye en un sistema complejo en un momento dado no está totalmente predeterminado, es creativo, progresivo y transformador. El cambio, la incertidumbre, la apertura e imprevisibilidad forman un basamento desde el cual podemos analizar e interpretar sus dinámicas heterogéneas.

Estimados colegas espero que estas reflexiones les haya favorecido algún diálogo enriquecedor con sus ideas y reflexiones. Estas líneas han sido escritas con dicha intención. En lo personal ha sido un gusto leer vto trabajo.

CAPÍTULO IX

La escuela es un sistema complejo

Marco metodológico y conceptual para comprender las dinámicas de la escuela

Carlos Cosentino*

1. Introducción

El presente trabajo está definido por el marco epistémico de la teoría de los sistemas complejos desarrollado por García (2000, 2006) que permite constituir un diálogo entre este marco epistemológico, una visión ontológica y una propuesta metodológica para acercarse al estudio de la escuela como sistema complejo (Garcia 2006). Desde esta perspectiva, vemos que cada escuela existe como un todo que es mayor que la suma de sus partes y como un tejido de relaciones que involucra las características internas de los individuos, así como las demandas externas de estructuras y sistemas. Condicionada por su historia, por el entorno y por las perturbaciones y/o turbulencias, construye equilibrios que facilitan su continuidad. Tomamos a la

* Universidad de San Andrés. Argentina, ccosentino@udesa.edu.ar

escuela secundaria compuesta de elementos heterogéneos que se interdefinen en de las interacciones. Ello es una representación conceptualizada de una totalidad organizada en la que, los elementos que la componen no son separables y por tanto deben ser estudiados en su concomitancia (Sotolongo & Delgado, 2006). En esencia, presenta un conjunto de situaciones, fenómenos, trayectorias y procesos que se modelan como una totalidad organizada con un modo de operar único y característico (Garcia, 2000, 2006; Koopmans & Stamovlasis 2016; Morrison, 2008).

2. Principios de estratificación y no linealidad

Presentamos dos principios para configurar este trabajo: el *principio de estratificación* y el *principio de no linealidad* de los procesos evolutivos (García, 2006). Con respecto al primer principio, la escuela presenta una especie de disposición anidada de sus elementos que se estructuran en varios niveles de organización. Son semiautónomos y cada uno de ellos tiene sus propias dinámicas que interactúan y también se vinculan entre sí (Weick, 1976). En cuanto al segundo principio, la evolución y el desarrollo proceden de sucesivas reorganizaciones. El factor tiempo y su relación con las propiedades sistémicas son fundamental en cuanto a las condiciones de incertidumbre, vulnerabilidad y resiliencia.

De este modo, la escuela se presenta como una organización dinámica no lineal, impredecible, que opera en relación con los entornos externos (Hetherington, 2013). Mantiene una relativa autonomía de la sociedad en general y se posiciona en relación con ella, desarrollando su proyecto educativo y su identidad. Es capaz de adaptarse a los cambios sociales, organizándose, dando forma a sus comunidades y evolucionando juntos, como una forma de crear redes internas y externas para fortalecer las interrelaciones que soportan el impacto de la turbulencia. (Morrison, 2008, 2010). Podemos considerar como agentes que conforman subsistemas a los estudiantes, los docentes, los directores de escuela, los

supervisores y las familias, en su conjunto, y además de estar interrelacionados, son parte de estas dinámicas y se afectan entre sí (Hetherington, 2013; Morrison, 2010; Ricca, 2012; Snyder, 2013).

Para ilustrar el principio de estratificación, presentaremos cada uno de los componentes de la escuela a continuación y luego consideraremos el principio de no linealidad. Buscaremos a través de las sucesivas reorganizaciones, las interrelaciones y las dinámicas que adopta, incorpora y modela en su evolución (García, 2006; Morrison, 2010; Waldrop, 1992).

En primer lugar, considerando el principio de estratificación (García, 2006), entendemos la escuela como un ente coherente formado por unidades heterogéneas complejas, que se presentan en estructuras anidadas que se subsume unas en otras. En nuestro caso, construyen un conjunto de subsistemas formados por estudiantes, docentes, director de la escuela, supervisores y familias. Están articulados por nodos que están directamente relacionados entre sí. Como sistema, se presentan estratificados, transitando diferentes niveles y procesos en los que identificamos escalas multitemporales (Aguerrondo, 2006, 2014; Contreras et al., 2017; Davis & Sumara, 2005, 2010; Hilpert & Marchand, 2018; Koopmans, 2008, 2016; Pennings et al., 2014; Snyder, 2013; Sotolongo y Delgado, 2006; Steenbeek & Van Geert, 2013).

De acuerdo con el principio de no linealidad (García, 2006), observamos a la escuela como una organización que tiene una trayectoria en el tiempo y que presenta un desarrollo con interrelaciones entre los agentes de los subsistemas, adoptando diferentes dinámicas que buscan construir un proceso de equilibrio estable. Dentro de los flujos dinámicos regulatorios, podemos identificar la autoorganización, la autopoiesis, la emergencia, los bucles de retroalimentación, los atractores y la bifurcación. Estas dinámicas tienden a reflejarse en patrones de interacción social (Maturana et al., 1984; Sotolongo & Delgado, 2006). El sistema tiende a establecer una simultaneidad de dinámicas, interrelaciones y multiestabilidad entre los subsistemas que lo componen. La dinámica entre los

subsistemas está influenciada por perturbaciones intra, trans e intersistema.

3. Escaneo de los agentes como mecanismos autopoiéticos de ajustes internos

Los agentes de un sistema tienden a orientar sus comportamientos en torno a un atractor que se erige como un patrón de interacción social, al sentirse tácita o implícitamente atraído "pre-reflexivamente" hacia él a través de expectativas mutuas (Sotolongo & Delgado, 2006). Por ejemplo, un proyecto educativo, la misión, los valores culturales y las creencias en las escuelas son los atractores que actúan como fuerzas magnéticas que atraen caminos hacia determinados sistemas complejos (Goldstein, 2013). Los agentes de un sistema moldean comportamientos y actitudes que generalmente conducen al surgimiento de expectativas, prácticas y procesos diferentes. El director de la escuela que trabaja y crea respuestas a una perturbación, procede escaneando el sistema para implementar diferentes ideas y prácticas, mientras preserva la integridad fundamental de la misión y los valores de la escuela. Este proceso de escaneo es dinámico y frecuente, favoreciendo la detección de dinámicas y articulando a través de bucles de retroalimentación y formación de patrones, retroalimentación positiva o negativa que favorece la resiliencia o aumenta la vulnerabilidad (Davis & Sumara, 2005, 2010; García, 2006).

4. Perturbaciones y turbulencias en el espacio de fases

Un espacio de fase se define como la multiplicidad de transformaciones factibles de ciertos componentes, procesos y estados en una cierta escala de tiempo (Hollenstein, 2007). Es un espacio virtual de análisis, en el sentido de que sus puntos son en realidad estados, sus líneas son procesos y el paso de unos puntos y /o líneas a otros son transformaciones definidas como un espacio de posibilidades (Hetherington, 2013;

Hollenstein, 2007; Sotolongo & Delgado, 2006). El comportamiento de un sistema en el tiempo (entendido como una secuencia de estados) se puede dibujar como una trayectoria que se mueve en un espacio de fase, en este espacio en el que se reflejan atractores y repulsores, la fuerza del atractor está dada por la profundidad y ancho para atraer la trayectoria. Según Hollenstein, (2007), durante las transiciones de fase, el tamaño, la forma y/o la ubicación de los atractores y repulsores pueden cambiar, creando nuevos patrones de comportamiento. Este período de transición generalmente se caracteriza por un aumento temporal en la variabilidad del comportamiento a nivel micro, lo que lo hace menos estable y predecible. Hollenstein (2007) afirma que el sistema cambia por transformación a nivel estructural reconfigurando el espacio fase, surgiendo del interior del sistema. Sin embargo, puede sufrir sensibilidad a turbulencias externas y perturbaciones del sistema (García, 2006; Koopmans, 2019).

5. Liderazgo Escolar, navegando la no linealidad

Holland (2006) afirma que no existe un único modo de gestión y gobierno para el control del sistema, sino muchos diferentes, distribuidos e interactuando, lo cual es un gran desafío. Cada subsistema se rige por sus propias reglas (estudiantes, familias, supervisores, director de la escuela, etc.) y todos contribuyen al resultado general. Los patrones de comportamiento social son dinámicos; esto presenta un fuerte componente procesual para su análisis. Sotolongo & Delgado (2006) afirman que estamos inmersos en la sociedad, en compañía de los demás y participamos con nuestras acciones en la generación de las condiciones para la producción y reproducción de nuestra vida social.

Desde la perspectiva del director de la escuela, la autoorganización de la escuela es un proceso en el que equipos y grupos se constituyen espontáneamente en torno a problemas. La escuela, a través del accionar de sus actores, tiene capacidad de autoorganización en su conjunto o en partes, pero está

fuertemente condicionada por su historia, por el entorno, por el contexto y por las perturbaciones endógenas o exógenas y/o turbulencias que pueden conducir a ello. Este desequilibrio puede surgir de varias fuentes: diferentes puntos de vista dentro de la escuela, la presentación de reformas, limitaciones de recursos, nuevas oportunidades o cambios en el contexto más amplio, como el sector de la salud (Lichtenstein & Plowman, 2009).

García (2006) y Piaget (1967) denominan al funcionamiento de un sistema un conjunto de actividades organizadas en un doble juego dialéctico de influencia recíproca. Las estructuras no son consideradas formas rígidas en condiciones de equilibrio estático, dice García (2006), sino como el conjunto de relaciones dentro de un sistema organizado que se mantiene en condiciones estacionarias (para determinadas escalas de fenómenos y tiempo) a través de un proceso de regulación dinámico.

El liderazgo escolar presenta varias facetas, por ejemplo, aspectos relacionados con el liderazgo y la gestión y otros aspectos como la resolución de conflictos entre agentes y la construcción de acuerdos que llamamos gobernanza. La idea de gobierno orienta nuestro pensamiento sobre el ámbito del trabajo como espacio de negociación, conflicto y acuerdo. La gestión se relaciona con la coordinación de los recursos necesarios y posibles para realizar tareas de dirección y liderazgo con una acción que oriente, sume y dirija el quehacer conjunto de todos los integrantes de la escuela como sistema (Aguerrondo, 2002; Matus, 2014; Gvirtz, 2020).

La tarea del director de la escuela constituye un apalancamiento crítico en un sistema escolar que incluye múltiples elementos y dimensiones que se interrelacionan (Chapman, & Jones, 2019; Davis & Sumara, 2005; Kershner & McQuillan, 2018; Leithwood, 2009). Formalmente los directores de escuela asumen el rol de líderes que buscan el logro de metas, objetivos y son responsables de su cumplimiento. Este es un proceso de articulación recíproca, contextual y contingente de la gestión hacia el logro de los principios de influencia del proyecto educativo (Elmore, 2008, 2010). Ocurre en “el espacio

entre" las personas cuando interactúan, cuando la red de relaciones conecta a los miembros entre sí, incidiendo en los propósitos, estructuras y culturas en la escuela (Bolívar, 2001; Leithwood, 2009; Sotolongo y Delgado, 2006; Tomicic et al., 2015).

Considerando el marco epistémico, ontológico (García, 2006) desarrollamos un estudio cualitativo durante el 2020 y el 2021 analizando la gestión de los equipos directivos de escuelas secundarias de la provincia de Buenos Aires en momentos en que la pandemia parecía aumentar el grado de vulnerabilidad del sistema. Durante el estudio y en sucesivas aproximaciones al campo, presentamos cuatro conceptualizaciones como parte del análisis: (i) la interrupción de las clases presenciales (sección 6); (ii) las escuelas a distancia y los nuevos problemas de liderazgo (sección 7); (iii) las emergencias y configuraciones mediadas por ensamblajes tecnopedagógicos; y (iv) el estrés y impacto emocional en los actores del sistema (sección 8).

6. La interrupción de las lecciones presenciales

A raíz del brote de COVID-19, el sistema educativo interrumpió las clases presenciales en marzo de 2020 y animó a las escuelas a buscar alternativas para seguir cumpliendo su misión. Observando el accionar de cada escuela en nuestro estudio, a lo largo de la pandemia y en términos de sistemas dinámicos, identificamos tres momentos: *primero reacción*, *gestión de emergencias* y *planificación de la nueva normalidad* (Agasisti & Soncin, 2020; Bautista & Lissen, 2020; Carrillo & Flores, 2020; Leacock & Warrican, 2020). En los primeros cuatro meses de aislamiento (marzo a junio de 2020), hubo una *primera reacción* de cada escuela y del sistema en su conjunto. Los directivos de la escuela buscaban formas que permitieran la continuidad de la vida escolar de forma remota. Aunque la respuesta fue inicialmente positiva, lo que llevó a un discurso optimista sobre el aprendizaje digital y el futuro de la educación, incluso en muchos ámbitos, este cambio global masivo hacia el aprendizaje digital fue visto como una fuente de innovación o

como una oportunidad para acelerar las transformaciones bajo el dicho *"nunca desperdicies una crisis*". Esta visión perdió impulso rápidamente a medida que aumentaba la evidencia de que en el cambio al entorno digital se amplificaron las disparidades educativas y las desigualdades sociales que ya existían (Furman, et al., 2020; Rodríguez- Bailón, 2020; Tawil, 2020). Las escuelas intentaron hacer uso de plataformas educativas, programas de comunicación con las familias y hacer uso de las redes sociales de forma aislada y desconectada. Estas estrategias no formaban parte de un plan o una estrategia para la implementación de ecosistemas digitales (Artopoulos, 2020). En cambio, no hubo ninguna estrategia de educación digital provincial o nacional para desarrollar un modelo de educación a distancia que aproveche las nuevas herramientas. En muchos casos, la conectividad de las escuelas apenas alcanzaba para fines administrativos, presentando serios problemas. Los maestros necesitaban estar conectados desde sus hogares usando sus propios dispositivos que también compartían con sus familias. Comenzó implementando grupos de WhatsApp, reuniones por videoconferencia, luego se generalizó el uso de Zoom y Google Meet, buscando centralmente establecer puentes de comunicación (Álvarez et al., 2020; More, 2020a).

En una segunda etapa, *la gestión de emergencias*, se comenzó a desarrollar la búsqueda de indicadores que permitan medir la vinculación de los niños con la escuela y la participación de los estudiantes. La evaluación de impacto realizada por los directivos conduce a una mayor racionalidad en la búsqueda de soluciones que reduzcan el impacto negativo del aislamiento. Un año y medio después de comenzar el estudio, la mayoría de las escuelas navegaban por esta etapa, investigando los indicadores y probando estrategias operativas híbridas o bimodales. La tercera etapa, *planificando para una nueva normalidad* relacionado con la nueva normalidad y la planificación a medio plazo con la consecuente gestión de planes y recursos para transitar una nueva normalidad parece no materializarse, se observa un salto al presencial "como si volviera a ser normal" sin mediar instancias de planificación ubicadas.

7. Escuelas remotas y los nuevos problemas en el liderazgo

La escuela como sistema está integrada en un sistema educativo aún mayor. La estructura de la red también es crítica. En sistemas altamente centralizados, como el que estamos analizando en Argentina, las escuelas se vuelven vulnerables porque sus elementos tienen limitada autonomía y capacidad para responder a las circunstancias cambiantes del entorno (Davis & Sumara, 2010). Si bien los directivos de las escuelas tuvieron que tomar decisiones de manera inmediata, muchas de ellas fueron mediadas o restringidas por la intervención de los supervisores o por el vacío en las normas que protegen la actuación del directivo de la escuela. Estos problemas presentan enormes desafíos a los directores de escuela: la búsqueda de herramientas en un estado de incertidumbre constante, llevar a cabo la gestión de una institución escolar a distancia, manejar nuevas formas de trato con los estudiantes y miembros del equipo docente, el impacto emocional en cada miembro de la comunidad escolar, así como la relación con las familias y el acompañamiento del alumnado en situación de riesgo y con necesidades educativas especiales. Al igual que los docentes, los directores necesitan apoyo para poder gestionar y liderar, sobre todo cuando un mundo exterior turbulento impacta de lleno en la vida escolar y muchos dicen no haber recibido formación al respecto (Espinosa Castro, 2020; Roache et al., 2020).

Se expusieron problemas de gobierno, gestión y liderazgo. Nuevas *condiciones institucionales básicas* definidas como organización del tiempo, organización del espacio, agrupación de estudiantes y clases presenciales se implementan compulsivamente en entornos virtuales (Aguerrondo, 2006; Artopoulos et al., 2020). Estos nuevos ensambles tecnopedagógicos impactaron en la pedagogía, influyendo en la forma de abordar los contenidos, presentar los recursos, agrupar a los estudiantes, establecer un horario, evaluar e interactuar en la virtualidad. También plantearon grandes preguntas sobre las evaluaciones, las entregas de los estudiantes y los modos de

calificación. Estos son temas emergentes que debemos seguir investigando.

Para seguir trabajando durante la pandemia, los actores de la escuela realizaron una búsqueda decidida para recuperar el statu quo. En ese sentido, el uso de Zoom, por ejemplo, en el que identificamos que se buscaba implementarlo de la misma manera que las lecciones presenciales. El statu quo opera como un atractor que tiende a estabilizar el sistema al recrear formas tradicionales de clase en nuevos escenarios (Davis & Sumara, 2010). La escuela oscila entre formas innovadoras, respuestas nuevas y tradicionales, aplicaciones socializadoras y comunicaciones horizontalizadoras entre los miembros de la escuela, directores y docentes en busca de soluciones a los problemas. Resaltamos la importancia de analizar los procesos transformadores emergentes que surgen en y a partir de las interacciones (Doll, 2012), esto le da movilidad al sistema, lo hace dinámico, sus partes se entrelazan y evolucionan de manera impredecible en el tiempo (Elmore, 2010).

Los directores de las escuelas se encontraron con la necesidad de ampliar y mejorar la comunicación a través de varios canales como el uso de WhatsApp, Zoom, correos electrónicos, etc. para tener retroalimentación sobre el progreso de las clases, la cobertura y el desempeño de los estudiantes. Observamos que el director de la escuela propuso varios canales de comunicación para supervisar la tarea y gobernar la escuela. El uso de WhatsApp aparece como un recurso privilegiado, pero llegando a finales del año 2020 se detectaron altos niveles de saturación que llevaron a los principales a restringir su uso.

8. Emergencias y configuraciones mediadas por ensamblajes tecnopedagógicos

Las escuelas secundarias adoptaron una forma de enseñanza a distancia, construyendo formas de organizar la comunicación apoyándose en plataformas digitales. Como dijimos anteriormente, observamos una reacción, la escuela como sistema se “recrea” en varios montajes que presentan nuevas

tramas, otras formas de relacionar y articular a los actores, los dispositivos y las plataformas. Cada escuela situada en su contexto y con sus propios recursos busca estrategias a seguir, hay un apoyo cruzado entre los miembros del equipo docente y entre escuelas. La figura del supervisor aparece como mediador de estas prácticas, pero sin apoyo formal de los niveles superiores. Es un proceso intenso de autoorganización emergente (Artopoulos, 2020; Dussel, 2017; Fenwick & Edwards, 2010; Maggio, 2021). Como segunda medida tendiente a gestionar la crisis, la tendencia mundial es buscar en los medios virtuales canales para seguir operando de forma masiva, configurando nuevos ensamblajes configurando una escuela a la distancia (Artopoulos et al., 2020). El director de la escuela, los docentes, los estudiantes, las familias y las organizaciones supervisoras desarrollan nuevas prácticas mediadas por ensamblajes tecnopedagógicos (Beech & Artopoulos, 2012; Maggio, 2021; Mulcahy, 2011).

Ante la modificación de las condiciones institucionales básicas (CBI *condiciones básicos institucionales*), se implementaron modelos híbridos de aprendizaje (More, 2020a). En esta nueva conformación del CBI, los directores y docentes de las escuelas enfrentaron un acelerado cambio de modelo, adaptando nuevas estrategias didácticas, implementadas por diversos soportes, aplicaciones y plataformas. La virtualización se comportó como una extensión del aula presencial, apoyada principalmente en la comunicación que se estableció en herramientas tecnológicas como Facebook, WhatsApp, correo electrónico y Google Drive, que son solo herramientas de comunicación, pero no como recurso didáctico. Detectamos otros recursos implementados en los que los docentes necesitaban más formación: Zoom, WhatsApp Web, Google Classroom y Facebook. Aquellos profesores con mayor desarrollo de competencias digitales fueron capaces de seleccionar los medios y recursos más adecuados, pudiendo captar la atención de los alumnos. En este sentido, también observamos un cambio en la valoración que docentes y directores de escuela tenían de los estudiantes como nativos digitales. Reflexiones sobre la autonomía de los estudiantes, las

habilidades para organizarse en el estudio y en el cumplimiento que se había dado por sentado en los primeros momentos de implementación y que había que reconceptualizar nuevamente (Gómez Caride, et al., 2021; Moorhouse et al., 2020; Mulenga & Marbán, 2020; Van Nuland et al., 2020).

Observamos que esta colonización de plataformas (Cuoldry & Mejías, 2019) mediatiza las relaciones al moldearlas y moldear los comportamientos de los actores. Parece esencial enfatizar que el mundo de los medios conectivos no es neutral, cada plataforma intentará moldear la experiencia del usuario, las tendencias y los patrones de uso. Al respecto, observamos que en esta migración masiva a plataformas hubo poco análisis crítico para su elección y un gran efecto de contagio entre escuelas (Artopoulos et al., 2020; Dijck, 2016, Dijck & Poell 2018). Finalmente, observamos dificultades en cuanto a la seguridad y privacidad de los datos de niños y adolescentes, millones de datos de niños y adolescentes fueron entregados a empresas multinacionales sin que nadie hubiera mediado o regulado dicha actividad (Gonçalves, 2020; Mladenova et al., 2020; Mohamad Nasri et al., 2020; More, 2020a; Roy et al., 2020).

9. Estrés e impactos emocionales en los agentes del sistema

En este desarrollo del sistema en cuanto a su capacidad de autoorganización esta condicionada por las perturbaciones que estresan, lo emocional, aparece como una sensación de superación ante la excesiva presencia de recursos digitales y la falta de acompañamiento y apoyo desde el nivel central. emergente (Fidan & Balcı, 2017; Mitleton- Kelly, 2003). En este sentido, detectamos una serie de dificultades que podemos considerar similares: por un lado, las que identifican problemas relacionados con el planteamiento de las clases online, la resistencia al uso de nuevos entornos o el agotamiento que generan, en todos los ámbitos. Las entrevistas destacan tres momentos de 2020: un primer momento de euforia con la

recarga de tareas, un segundo momento de mayor equilibrio con la carga de tareas y las correcciones y seguimientos de casos con problemas de conectividad y un tercer momento de interés decreciente, el motivación y participación en las propuestas de clase. En este momento, es recurrente la mención de las cámaras apagadas de los estudiantes y la incertidumbre de los docentes y directores de las escuelas para hacer frente a esta demanda (Ardini & Corzo, 2020; Hammond & Hiller, 2020). Los cuerpos docentes y directores de las escuelas muestran un estrés sumado a una enorme tensión e incertidumbre, ya sea por la inmediatez de las medidas, la falta de planificación, supervisión y capacitación de apoyo, conectividad o disponibilidad de dispositivos. Muchos docentes han impartido clases desde sus celulares, así como los directores supervisaban las clases con sus celulares y uso de sus propios datos (Akinwumi & Itobore, 2020; Zhang, 2020).

10. Conclusiones

Los hallazgos del estudio dan cuenta de las interrelaciones entre los nodos del sistema, emergencias y bloqueos, bifurcaciones y circuitos de retroalimentación. En la implementación de las condiciones institucionales básicas, se observa una capacidad de autoorganización del sistema en busca de la estabilidad. Las dificultades reportadas muestran la magnitud del impacto del COVID-19 en la convivencia escolar y en la dirección, gobierno y gestión de la escuela.

Detectamos las clases presenciales como uno de los principales atractores. Todas las acciones que se llevaron a cabo estuvieron orientadas hacia este atractor, apoyándose en modalidades alternativas como las ensambles tecnopedagógicos. La idea del derecho a la educación se encontraba ilusoriamente en las plataformas. Los bucles de retroalimentación que son constantes en la interacción cara a cara, cuando se produce el aislamiento, pierden algo de su ciclicidad e inmediatez y se crean realidades paralelas a partir de la interpretación de respuestas a través de otros canales mediados. Estos están

saturados en la búsqueda de reconexión y la información está entrecortada. Las familias aparecen con una fuerte presencia como formas de restablecer la conexión y esto también favorece las distorsiones. Hubo un cambio en la configuración del sistema. La escuela se armó en la plataforma como una "muleta" que permitió transitar esa transición, pero nunca como un cambio profundo en el núcleo pedagógico. Las intervenciones del directivo de la escuela funcionaron como bucles de retroalimentación que generaron procesos de autoorganización resiliente. Las dinámicas que componen los procesos descritos se reflejan en la configuración de nuevos patrones de comportamiento. Identificamos que existe un rango de tolerancia en el que cada subsistema tolera estas perturbaciones, en caso de que la perturbación sea de gran intensidad, el subsistema se desestabiliza y busca la forma de autoorganizarse en relación a los subsistemas más cercanos. Las escuelas se adaptaron a estos cambios ya la vez que aumentaba la heterogeneidad entre escuelas de un mismo sistema, tendía a aumentar la homogeneidad dentro de cada una, los ensambles tecnoeducativos funcionan como un corsé. El tiempo de presencia escolar es interrumpido y recreado en otros medios como plataformas donde se superpone el tiempo biográfico y el tiempo de la interacción alumno-profesor. Las interacciones se escapan del horario escolar creando una sensación de tiempo continuo 24/7.

La escuela como sistema complejo coevoluciona a través de mecanismos de equilibrio, adaptación y desarrollo que le permiten autoorganizarse, fortaleciendo las redes de relaciones intra e intersistemas. La fuerza del impacto fue de tal magnitud que superó el umbral de absorción posible, generando un replegamiento de cada subsistema sobre sí mismo, que lejos de suponer una posibilidad de cambio o innovación, sino que busca dinámicas que aseguren un funcionamiento similar al del camino recorrido. (Artopoulos et al., 2020; Rivas et al., 2020; Maggio, 2021).

11. Bibliografía

Agasisti, T. y Soncin, M. (2020). Educación superior en tiempos convulsos: sobre el impacto de Covid-19 en Italia. *Estudios en Educación Superior, 46* (1), 86–95.
https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1859689

Aguerrondo, I. (2002). Cómo planifican las escuelas que innovan. Papeles de los editores

Aguerrondo, I. (2006). Cómo piensan las escuelas que innovan. Papeles de los editores

Aguerrondo, I. (2014). Planificación y complejidad educativa: gestión de reformas educativas. *Cadernos de Pesquisa*, *44* (153), 548–578. https://doi.org/10.1590/198053142910

Akinwumi, FS e Itobore, AA (2020). *Gestión de la educación en un entorno peculiar: un estudio de caso de la respuesta de Nigeria al COVID-19. 48* (2), 92–100.

Álvarez, H., Arias, E., & Bergamaschi, A. (2020). Educación en tiempos de coronavirus. *Revista de información y modelado químico, 53* (9), 1689-1699. Obtenido de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-educacion-en-tiempos-del-coronavirus-Los-sistemas-educativos-de-America-Latina-y-el-Caribe-ante- COVID-19.pdf

Ardini, C., & Corzo, L. (2020). *Herramientas de comunicación digital en contexto COVID 19. El impacto en la relación entre estudiantes e instituciones educativas en Argentina. 11,* 98-122.

Artopoulos, A., Huarte, J. y Rivoir, A. (2020). Plataformas de simulación y aprendizaje. *Propuesta Educativa, 1,* 1–16.

Artoupulos A. (2020) COVID-19: *¿Qué hicieron los países para continuar con la educación a distancia?* Observatorio Argentino de Educación.

Bautista, AS y Lissen, ES (2020). E-learning en 15 días. Desafíos y renovaciones en la Educación Primaria y Secundaria de la República de Croacia durante la crisis del COVID-19. ¿Cómo hemos introducido el aprendizaje a distancia? *Revista Española de Educación Comparada, 36* (36), 181–195. https://doi.org/10.5944/REEC.36.2020.27637

Haya, J. y Artopoulos A. (2012). *La teoría del actor-red y la educación comparada*. Udesa

Bolívar, A. (2001, enero). Los centros educativos como organizaciones que aprenden: una mirada crítica. Contexto

Educativo: Revista Digital *de Investigación y Nuevas Tecnologías*, *4*.

Carrillo, C. y Flores, MA (2020). COVID-19 y formación docente: una revisión de la literatura sobre prácticas de enseñanza y aprendizaje en línea. *Revista Europea de Formación del Profesorado, 43* (4), 466–487. https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1821184

Chapman, C., Ng, D. y Jones, M. (2019). Liderazgo educativo en la escuela: Once miradas. JOSÉ WEINSTEIN y GONZALO MUÑOZ. Universidad Diego Portales (CEDLE)

Contreras Torres, F., Barboza Ramírez, D., & Castro Ríos, GA (2017). La Organización como Sistema Complejo: Implicaciones para la Conceptualización del Liderazgo. *criterio libre, 10* (16), 193. https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.16.1179

Couldry, N., & Mejías U. (2019). Los Costos de Conexión. Cómo los datos están colonizando la vida humana y apropiándose de ellos para el capitalismo. Prensa de la Universidad de Stanford.

Davis, B. y Sumara, D. (2005). Ciencia de la complejidad e investigación acción educativa: Hacia una transformación pragmática. *Investigación Acción Educativa, 13* (3), 453–466. https://doi.org/10.1080/09650790500200291

Davis, B. y Sumara, D. (2006). Complejidad y educación. Routledge.

Davis, B. y Sumara, D. (2010). "Si las cosas fueran simples...": Complejidad en la educación. *Revista de evaluación en la práctica clínica, 16* (4), 856–860. https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2010.01499.x

Denzin N. & Lincoln Y. (2013) *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa

Dijck, J. van (2016). *La cultura de la conectividad: Una historia crítica de las redes sociales*. Siglo XXI.

Dijck, J. van y Poell, T. (2018). "Plataformas de redes sociales y educación". En J. Burgess, A. Marwick y T. Poell (Eds.). *El manual SAGE de redes sociales* (págs. 579 – 590. Sage.

Muñeca, NOSOTROS (2012). *Conferencia - Shanghai 2010: Prologomena*. *9* (1), 1–2.

Düssel, I. (2017). Sobre la precariedad de la escuela J. Larrosa (ed.), Elógio da Escola (87-111). Ed. Auténtica.

Elmore, Ricardo (2008). *El liderazgo como práctica de superación*. En B. Pont, D. Nusche y D Hopkins (Eds.) *Mejorando el liderazgo escolar*. París. OCDE. 2, págs. 37,68. http //www. ocde.org

Elmore, R. (2010). *Mejorar la escuela desde el aula.* Obtenido de www.fundacionchile.cl/educacion

Espinosa Castro, T. (2020). COVID-19 y riesgos para estudiantes desfavorecidos: un análisis de la cobertura de los medios desde una perspectiva de psicología cultural. *educación intercultural, 31* (6), 661– 670. https://doi.org/10.1080/14675986.2020.1800922

Fenwick, T. & Edwards R. (2010) Una forma de involucrarse, no una teoría sobre cómo pensar. En *Teoría del actor-red en la educación* (págs. 1 – 23). Routledge.

Fidan, T. y Balcı , A. (2017). Administrar las escuelas como sistemas adaptativos complejos: una perspectiva estratégica. *Revista Electrónica Internacional de Educación Primaria, 10* (1), 11–26. https://doi.org/10.26822/iejee.2017131883

Furman, M., Larsen, ME y Weinstein, M. (2020). ¿Cómo seguir dando clases cuando las clases se suspenden por una emergencia? *Documento N ° 2. Proyecto Educativo Preguntas: ¿Qué sabemos de Educación?* CIESA.

García, R. (2000). *Conocimiento en construcción,* Gedisa

García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Gedisa

Goldstein, J. (2013). Complejidad y filosofía. Reimaginando la emergencia: Parte 1. *Emergencia: Complejidad y Organización*, *15* (2), 78–104.

Gómez Caride, E.; Furman, M. Larsen y Weinstein, M. (2021). Regreso a clases en 2021: preguntas, lecciones aprendidas y desafíos para el nuevo año escolar. *Documento N ° 14. Preguntas Educativas: ¿Qué sabemos de Educación?* CIESA.

Gonçalves, SP (2020). La educación en el contexto de la pandemia: Una mirada al caso de Portugal. *revista Romaneasca Pentru Educación Multidimensionala*, *12* (1Sup2), 78–85. https://doi.org/10.18662/rrem/12.1sup2/249

Gvirtz, S. (2020) *Las nuevas tecnologías tienen que ir acompañadas de nuevas pedagogías*. Panorama OEI. Disponible: https://panorama.oei.org.ar/silvina-gvirtzlasnuevas-tecnologias-tienen-que-veniracompanadas-de-nuevas-pedagogias/

Hammond, L. y Hyler, ME (2020). Preparando a los educadores para la época de COVID... y más allá. *Revista Europea de Formación del Profesorado, 43* (4), 457–465. https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1816961

Hetherington, L., (2013). Pensamiento complejo y metodología: el potencial del 'estudio de caso complejo' para la investigación

educativa. *Complicidad: una revista internacional de complejidad y educación, 10* (1), 71–85.

Hilpert J. & Marchand G. (2018) Investigación de sistemas complejos en psicología educativa: alineando teoría y método. *Psicóloga Educativa*, *53* (3), 185-202, DOI: 10.1080/00461520.2018.1469411

Holanda, JH (2006). Estudiar sistemas adaptativos complejos. *Revista de Ciencia y Complejidad de Sistemas, 19* (1), 1–8. https://doi.org/10.1007/s11424-006-0001-z

Hollenstein, T. (2007). Cuadrículas de espacio de estado: análisis de la dinámica a lo largo del desarrollo. *Revista Internacional de Desarrollo del Comportamiento, 31* (4), 384–396. https://doi.org/10.1177/0165025407077765

Kershner, B. y McQuillan, PJ (2018). Escuelas adaptativas complejas: Liderazgo educativo y cambio escolar. *Complicidad: una revista internacional de complejidad y educación, 13* (1), 4–29. https://doi.org/10.29173/cmplct23029

Koopmans, M. y Stamovlasis, D. (2016). *Sistemas dinámicos complejos en educación*. Saltador.

Koopmans, M. (2018). Perspectivas sobre la complejidad, su definición y aplicaciones en el campo. *Complicidad: una revista internacional de complejidad y educación, 14* (1), 16–35. https://doi.org/10.29173/cmplct27611

Koopmans, M. (2019). La educación es un sistema dinámico complejo: Desafíos para la investigación. *Revista de Educación Experimental, 88* (3), 358–374. https://doi.org/10.1080/00220973.2019.1566199

Leacock, CJ y Warrican, SJ (2020). Ayudando a los maestros a responder al COVID-19 en el Caribe Oriental: Cuestiones de preparación, equidad y atención. *Revista de Educación para la Enseñanza, 46* (4), 576–585. https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1803733

Leithwood, K. (2009). ¿Cómo liderar nuestras escuelas? En *Fundación Chile*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Lichtenstein, BMB y Plowman, DA (junio de 2009). El liderazgo de emergencia: una teoría de liderazgo de sistemas complejos de emergencia en niveles organizacionales sucesivos. *El Liderazgo Trimestral*, *20* (4), 617–630. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2009.04. 006

Maggio, M. (2021). *Educación en pandemia*. Paidós

Maturana, H., Francisco, R. y Luifiu, VG (1984). *La base biológica del entendimiento humano*. Obtenido de http://www.lumen.com.ar

Matus, C. (2014). *Adiós señor presidente*. UNLa

Mitleton- Kelly, E. (2003). Sistemas complejos y perspectivas evolutivas de las organizaciones: La aplicación de la teoría de la complejidad a las organizaciones. En *Diez principios de complejidad e infraestructuras habilitadoras.* Obtenido de http://psych.lse.ac.uk/complexity/Papers/Ch2final.pdf

Mladenova, T., Kalmukov, Y. y Valova, I. (2020). Covid 19-Una de las principales causas de la transformación digital en la educación o simplemente una prueba de evaluación. *revista TEM, 9* (3), 1163-1170. https://doi.org/10.18421/TEM93-42

Mohamad Nasri, N., Husnin, H., Mahmud, SND y Halim, L. (2020). Mitigación de la pandemia de COVID-19: una instantánea de Malasia sobre las estrategias de afrontamiento para la formación inicial de docentes. *Revista de Educación para la Enseñanza, 46* (4), 546–553. https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1802582

Moorhouse, BL, Lee, J. y Herd, S. (2020). Brindar apoyo profesional remoto en la escuela a los maestros durante el cierre de escuelas causado por la pandemia de COVID-19. *Aprendizaje: investigación y práctica, 7* (1), 5–19. https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1825777

Más, R. (2020a, julio). *Respuesta a la COVID-19: aprendizaje híbrido.* UNESCO.

Más, R. (2020b, junio). *Respuesta al COVID-19: estrategia de aprendizaje a distancia. En apoyo de la Coalición de Educación Global Covid 19.* UNESCO.

Morrison, K. (2008). La filosofía educativa y el desafío de la teoría de la complejidad. *Filosofía y Teoría de la Educación, 40* (1), 19–34. https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2007.00394.x

Morrison, K. (2010). Teoría de la complejidad, dirección y gestión escolar: Preguntas para la teoría y la práctica. *Gestión Educativa Administración y Liderazgo, 38* (3), 374–393. https://doi.org/10.1177/1741143209359711

Mulcahy, D. (2011) Reconsiderando cómo aprenden los docentes: un enfoque sociomaterial basado en la práctica. Actas de la Conferencia de la Asociación Australiana para la Investigación en Educación 1-12.

Mulenga, EM, & Marbán, JM (2020). ¿Es COVID-19 la puerta de entrada para el aprendizaje digital en la educación matemática? *Tecnología Educativa Contemporánea, 12* (2), pág. 269. https://doi.org/10.30935/cedtech/7949

Pennings, HJM, van Tartwijk, J., Wubbels, T., Claessens, LCA, van der Want, AC y Brekelmans, M. (2014). Interacciones profesor-estudiante en tiempo real: un enfoque de sistemas dinámicos. *Enseñanza y Formación del Profesorado, 37*, 183–193. https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.07.016

Piaget, J. (1967). *Logique et connaisance científico,* Gallimard

Piaget, J., & García, R (1982) *Psicogénesis e historia de la ciencia.* SXXI

Ricca, B. (2012) Más allá de los métodos de enseñanza: un enfoque de la complejidad. *Complicidad: una revista internacional de complejidad y educación*, *9* (2), 31-51.

Rivas, A. (2020) Los directores de escuela como agentes de justicia en Podestá, ME & Abregú, V. (Comps.) *Los directores de plomo en acción: transformando la escuela.* Aique.

Roache, D., Rowe-Holder, D. y Muschette, R. (2020). Transición al aprendizaje a distancia en línea en la era COVID-19: un llamado para el liderazgo calificado en las instituciones de educación superior (HEI). *Estudios Internacionales en Administración Educativa, 48* (1), 103–110. https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=tfh&AN=144943131&site=eds-live&scope=site&custid=flo1

Rodríguez - Bailón, R. (2020). La desigualdad vista a través del espejo del COVID-19. *Revista de Psicología Social, 35* (3), 647–655. https://doi.org/10.1080/02134748.2020.1796298

Roy, H., Ray, K., Saha, S. y Ghosal, AK (marzo de 2020). Un estudio sobre las percepciones de los estudiantes para las sesiones de clases invertidas en línea basadas en la aplicación Zoom sobre anatomía organizadas durante el período de bloqueo de la época de COVID-19. *Revista de Investigación Clínica y Diagnóstica*, 1–5. https://doi.org/10.7860/jcdr/2020/44869.13797

Samaja, J. (2004) Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Eudeba.

Snyder, S. (2013). Lo simple, lo complicado y lo complejo: reforma educativa a través de la lente de la teoría de la complejidad. *Documentos de trabajo sobre educación de la OCDE*, 96, 1–33. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/5k3txnpt1l nr-es

Sotolongo, C & Delgado D. (2006) *La revolución contemporánea del conocimiento y la complejidad social*. CLACSO.

Stake R, (1995) *Investigación con estudio de caso*. Morata.

Steenbeek, H. y Van Geert, PLC (2013). El surgimiento de las trayectorias de enseñanza-aprendizaje en la educación: un enfoque de sistemas dinámicos complejos. *Dinámica no lineal, psicología y ciencias biológicas*, *17* (2), 233–267

Tawil, S. (2020). Seis meses de crisis: Reflexiones sobre los esfuerzos internacionales para aprovechar la tecnología para mantener la continuidad del aprendizaje. *Documento de antecedentes para la Semana del aprendizaje móvil 2020 - @UNESCO, 7*. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374561

Tomicic, A., Martínez, C., Pérez, JC, Hollenstein, T., Angulo, S., Gerstmann, A. & Krause, M. (2015, marzo). Estrategias de regulación discurso-voz en la interacción psicoterapéutica: Un análisis de la dinámica del espacio-estado. *Fronteras en Psicología*, *6*, 1–17. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00378

Van Nuland, S., Mandzuk, D., Tucker Petrick, K. y Cooper, T. (2020). COVID-19 y sus efectos en la formación docente en Ontario: una perspectiva de sistemas adaptativos complejos. *Revista de Educación para la Enseñanza, 46* (4), 442–451. https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1803050

Waldrop, M. (1992). *Complejidad: La ciencia emergente al borde del orden y el caos*. Simón y Schuster

Weick, K. (1976) Las organizaciones educativas como sistemas débilmente acoplados. *Ciencia administrativa trimestral*, *21*, 1-19.

Zhang, W., Wang, Y., Yang, L. y Wang, C. (2020). Suspender las clases sin dejar de aprender: la política de gestión de emergencias educativas de China en el brote de COVID-19. *Journal of Risk and Finance* Management*,* 13 (3), 55.

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Comentarios críticos

Christian Ponce Crespo
Amelia Molina García
José Luis Andrade

Estimado Carlos:

Queremos reconocer que el escrito aporta elementos de análisis y reflexión muy interesantes y pertinentes para abordar la escuela como sistema complejo. De ahí la importancia de problematizar la escuela desde sus propias lógicas, y que mejor, que desde las aportaciones epistemológicas y metodológicas que nos propone Rolando García.

Primero. Identificamos que la propuesta logra provocar desde las primeras líneas al definir a la escuela desde un marco de análisis con un encuadre epistemológico, una visión ontológica y propuesta metodológica a partir de dos principios, 1. el de estratificación y, 2. el de no linealidad de los procesos evolutivos. El primero vinculado con elementos que se estructuran por diversos niveles de organización que son semiautónomos, con dinámicas propias que interactúan y se vinculan entre sí, y el segundo, por sucesivas reorganizaciones condicionadas y determinadas por el factor tiempo y las condiciones de incertidumbre, vulnerabilidad y resiliencia.

Segundo. Cuando se aborda el principio de no linealidad, por ejemplo, se afirma que la escuela como *organización en desarrollo presenta interrelaciones entre los actores de los subsistemas adoptando distintas dinámicas que procuran construir un proceso de equilibrio estable en el tiempo*. Nuestra pregunta es la siguiente, ¿es posible pensar dentro del principio de la no linealidad, en que la escuela sea considerada como una organización con un nivel de consolidación? ¿Y de qué factores dependería esa consolidación, qué otras características o atributos o lógicas de interacción se tendrían que presentar en el sistema complejo para que ello se dé, si es que posible ese otro escenario?

Tercero. Al momento de abordar el factor tiempo y su relación con las propiedades sistémicas, se afirma que son fundamentales porque se explican debido a las condiciones de incertidumbre, vulnerabilidad y resiliencia, por lo que, la escuela se presenta como una organización dinámica no lineal, impredecible, que opera en relación con los entornos externos. En ese mismo sentido, nos cuestionamos ¿qué tanto el sistema complejo (escuela) en Argentina está abierto a la posibilidad de ciertos cambios o transformaciones ante las condiciones de incertidumbre que experimentan no solo en el plano curricular, sino también en la micropolítica de la escuela o en la forma en como se orienta la política educativa?

Cuarto. La siguiente afirmación nos llama la atención: "la escuela mantiene una relativa autonomía de la sociedad en general y se posiciona en relación con ella, desarrollando su proyecto educativo y su identidad". En México, por ejemplo, hablar de la sociedad es hablar de muchos agentes, instituciones, sindicatos de maestros (SNTE y la CNTE) empresarios, medios de comunicación, las redes sociales, y que se convierten en factores que condicionan y en ocasiones limitan el alcance de la política educativa. En Argentina, ¿cómo podemos explicar con más detalle, esa relativa autonomía y posicionamiento que mantiene la escuela como sistema complejo frente a la diversidad de micro-condiciones sociales)?

Quinto. La siguiente cita: *los agentes de un sistema tienden a orientar sus comportamientos en torno a un atractor*

que se erige como un patrón de interacción social, al sentirse tácita o implícitamente atraído "pre-reflexivamente" hacia él a través de expectativas mutuas, nos hace pensar que se coquetea con una perspectiva funcionalista, es decir, al querer problematizar a la escuela como sistema complejo se maneja de manera implícita elementos conceptuales propios del funcionalismo, pensando por ejemplo, en la idea parsoniana de complementariedad de expectativas del sistema.

Sexto. La cita siguiente: *La virtualización se comportó como una extensión del aula presencial, apoyada principalmente en la comunicación que se estableció en herramientas tecnológicas como Facebook, WhatsApp, correo electrónico y Google Drive, que son solo herramientas de comunicación, pero no como recurso didáctico.*

Consideramos que los recursos didácticos en cualesquiera de sus formas o presentaciones, si pueden facilitar la realización del proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal forma que facebook por ejemplo, puede contribuir a que los estudiantes logren el dominio de un conocimiento o un saber determinado al proporcionarle experiencias sensoriales representativas de dicho conocimiento o saber. Facebook como dispositivo pedagógico formativo, puede tener sentido si y solo si, los estudiantes al apropiarse de dichos recursos didácticos de manera efectiva logran desarrollar o potencializar el interés o la disposición por conocer o saber sobre un determinado tópico. Lo contrario sería que los estudiantes al no tener disposición, es decir, interés, motivación y expectativas por conocer, el dispositivo pedagógico formativo (facebook) no cumpliría su función.

Séptimo. Finalmente, identificamos en una parte del escrito la idea cambio en la complejidad, por ejemplo, la siguiente tesis nos dice lo siguiente: *Hubo un cambio en la configuración del sistema. La escuela se armó en la plataforma como una "muleta" que permitió transitar esa transición, pero nunca como un cambio profundo en el núcleo pedagógico*. Entonces consideramos que la idea de cambio en la complejidad o en el sistema complejo no solo remite a cambio de pensamiento, también a un cambio en el lenguaje, en la cultura de pensamiento, en los modos de ser de los docentes,

estudiantes, directivos, pero a caso, nos preguntamos también, ¿no será más bien que el sistema complejo (escuela) coquetea con dos formas o sentidos del cambio?, es decir, un cambio en si (pasiva) y un cambio para si (activa), porque el primero denota o suena como una paradoja del propio sistema, muy relacionado al *gatopardismo* de Giuseppe Tomasi di Lampedusa, *que cambie todo para que nada cambie,* y el segundo, más próximo a la idea de trasformación de las prácticas docentes, escolares?

Estimado colega Carlos, esperamos que estas reflexiones en forma de preguntas abonen y enriquezcan al diálogo constructivo del escrito.

Un cordial saludo y fraterno.

Atentamente,

Christian Ponce, Amelia Molina y José Luis Andrade.

Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

CAPÍTULO X

La construcción de una perspectiva compleja para la formación universitaria en ciencias ambientales

Elsa Marcela Guerrero[*] y Dora Luján Coria[**]

1. Introducción

El capítulo está orientado a contar el proceso de formación que acompaña las etapas de planificación y elaboración de un plan de tesis en estudiantes de grado en la Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Se abordan cuestiones de la formación académica en investigación y de la planificación de un trabajo final de grado relacionado con la adquisición de un enfoque fundamentado en la perspectiva de Rolando García. Se describen y analizan las estrategias formativas e instancias de reflexión que se diseñaron en proyección a la formación de los futuros profesionales de las ciencias ambientales con el

[*] Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, emarguerr@gmail.com
[**] Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, kucoria@gmail.com

propósito que se familiaricen con un pensamiento crítico, multidimensional e integrado de la realidad.

En ese marco, desarrollaremos el capítulo en torno a dos ítems. El primero de ellos describe cómo las ciencias ambientales se acercaron a las teorías sistémicas y de la complejidad para constituirse en el marco epistemológico y ético que propone la formación universitaria en el contexto de la Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental, y el otro comprende el eje vivencial de la experiencia compartida y construida en las asignaturas Diseño y Metodología de la Investigación y el taller de tesis que adoptaron como enfoques disciplinares el abordaje lo sistémico y complejo en clave ambiental y aportan caminos de acción en la construcción de un lenguaje común en el entendimiento y resolución de las problemáticas ambientales actuales.

Respecto al primer eje de análisis, cabe señalar que el interés en el abordaje integrador en las ciencias ambientales se dispara frente a la crisis ambiental. La emergencia de nuevos problemas de conocimiento en las ciencias ambientales a mediados del siglo XX fue un factor clave en la búsqueda de respuestas epistemológicas y metodológicas a problemáticas globales como los desastres ambientales, la crisis alimentaria, la pobreza, las asimetrías sociales para afrontar la crisis energética y la degradación de los recursos naturales, entre otras. La necesidad de resolver estos problemas generó un espacio epistémico propicio para el acercamiento de las ciencias ambientales a los enfoques sistémicos, y en particular a la teoría de sistemas complejos. Esta reconceptualización de las relaciones sociedad-naturaleza permitió un aparato teórico orientado a dar respuesta a los análisis reduccionistas de los enfoques analítico-parcelarios que privilegian la creación de abstracciones desespacializadas y desnaturalizadas en las ciencias sociales y, lideraba los tratamientos sectoriales en total desconexión con los fenómenos sociales y humanos en el caso de las ciencias naturales (Morales, 2012).

En ese contexto, investigar un problema ambiental desde la complejidad implica considerar el medio físico-biológico, la producción, la tecnología, la organización social, la economía y

se caracterizan por la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada, a la cual García (1994) denomina sistema complejo. Y requiere, además, la articulación de las diversas disciplinas involucradas, a fin de obtener un estudio "integrado" de esa compleja problemática.

En ese sentido, el paradigma de la complejidad marca una nueva forma de interpretar la realidad y, por ende, un cambio en la manera de explicar la dinámica de los sistemas ambientales, lo cual representa también un desafío en la forma de entender los desequilibrios ambientales que surgen de la interacción entre los componentes sociales y naturales que integran estos sistemas, así como la búsqueda de soluciones para enfrentarlos. En ese marco de planteamientos a nivel teórico-conceptual centrados en procesos holísticos e integradores, la formación universitaria requiere también de nuevos métodos de investigación y estrategias diferentes, que aborden los análisis de la dinámica ambiental en su sentido más amplio, desde una perspectiva integradora, crítica y éticamente comprometida que permita configurar la red de interacciones entre los procesos sociales y naturales, que caracterizan a estos sistemas complejos (Páez et al 2010). La adquisición de un pensamiento sistémico facilita el entendimiento de la complejidad inherente a los sistemas ambientales, y la comprensión de la realidad. De allí la importancia de desarrollar en los estudiantes capacidades en el relacionamiento e interacción de diversos fenómenos y tratar de explicarlos a través de los conocimientos que aportan todas las disciplinas.

Sin embargo, se hace necesario señalar que en las últimas décadas han emergido otras perspectivas que cuestionan la ciencia moderna occidental y hegemónica y proponen enfoques de análisis, explicación y acción situados en contextos geográficos y políticos diferentes y no hegemónicos. En general, estas corrientes de pensamiento intentan diferenciarse respecto a la naturaleza y el entendimiento de los problemas ambientales que, aunque globales, pueden ser diferentemente comprendidos respecto a su génesis y resolución en esa parte del planeta. Estas perspectivas adoptan conceptos como transdisciplinariedad y

decolonización para abordar la producción de conocimiento científico en el Sur.

Respecto a lo experiencial, en el año 2001 y en el marco del dictado de la asignatura metodología de la investigación iniciamos el proceso de construcción de un espacio de formación de grado, que luego se articuló con la creación de un taller no curricular, con lo cual se logró potenciar las condiciones para desarrollar una propuesta en la que coparticipan profesores de la carrera y los estudiantes trabajan durante tres cuatrimestres en un ejercicio de lecturas críticas, de discusiones en torno a la aplicabilidad de las categorías teóricas en cuanto al análisis de la realidad en términos de complejidad y en la factibilidad de proponer proyectos de tesis, con fuertes hipótesis de trabajo vinculadas a la intervención profesional.

Para llevar adelante la experiencia se diseñó un dispositivo fundado en las premisas de la pedagogía crítica y orientadores de producción mediante los cuales los estudiantes procesualmente y de manera colectiva, recorren las diferentes instancias del derrotero que desde las propias filiaciones epistémicas les permite interpelar-se, pensar sus propias rupturas epistemológicas, la cosmovisión acerca de las ciencias y su participación como futuros profesionales en la transformación de la realidad.

El dispositivo también cuenta con diferentes actividades individuales y grupales y con un sistema de evaluación que contempla tres instancias: la evaluación, la autoevaluación y la coevaluación aplicada a profesores y estudiantes.

También se ha evaluado el impacto de la propuesta, no sólo en el marco de las actividades académicas sino también en cuanto a los efectos que la misma produce en el desempeño profesional de los estudiantes que participaron de este espacio.

En este sentido, se ha difundido la experiencia a través de escritos en instancias de congresos y publicaciones en revistas especializadas como así también aplicando la propuesta en otros espacios académicos de la universidad. Al respecto cabe destacar, que, en este espacio, muchos graduados han decidido formarse como docentes, o investigadores, extensionistas

también proyectando lo aprehendido en sus recorridos profesionales.

2. Nuevos problemas de conocimiento y el rol de las ciencias ambientales frente a ese desafío

En *Nada Nuevo Bajo el Sol*, John Mc Neill, (2001) define al siglo XX como un siglo peculiar, una especie de bisagra en la historia ambiental del planeta. Reconoce que muchos de los problemas ambientales actuales no son nuevos, sino que han estado sujetos a una aceleración en los efectos ecológicos que los volvieron importantes en *magnitud e intensidad*. Es decir, que cambiaron las escalas y la importancia de los efectos de los impactos convirtiendo lo ambiental en una crisis a nivel global. Y en relación con esas dos cuestiones, los problemas ambientales adquirieron la categoría de globalidad como así lo indica Leff (2004). Problemáticas como la deforestación dejaron de ser algo local y específico para comprender millones de hectáreas deforestadas en el Amazonas. Los efectos del cambio climático se tradujeron en el retraimiento de los glaciares del mundo constituyéndose a la vez en un riesgo en la seguridad alimentaria mundial provocando sequías e inundaciones sin precedentes y comprometiendo la producción de alimentos. Otros fenómenos como la creciente pérdida de biodiversidad erosionan la diversidad ecológica del Planeta y reducen la disponibilidad de recursos genéticos a escala mundial, tanto para las generaciones presente como para futuras, siendo ejemplos de los procesos de globalización de las problemáticas ambientales acontecidas en este siglo.

Muchos referentes a nivel internacional y latinoamericano (Mc Neill 2001, Costanza et al 1998, Daly, 1997, Gallopin, 2003, Leff 1996, 2003, Martínez Alier, 2001, Toledo, 1990) han propuesto soluciones para avanzar en los problemas de conocimiento asociados a crisis ambiental y afrontar las limitaciones teóricas y metodológicas a nivel disciplinar para su abordaje.

Galafassi (2000), identifica en la ecología un rol temprano en la búsqueda de soluciones teóricas y metodológicas tendientes a resolver los problemas ambientales a través del concepto de ecosistema como unidad ecológica fundamental. Bajo este concepto el hombre es incluido en su relación con la naturaleza. Fue Eugene P. Odum (1977) quien, a mediados del siglo pasado, explicó la relación entre los seres vivos y el ambiente en términos de flujos de materia y energía centrado en el concepto de ecosistema y la teoría de la termodinámica. De esta forma el principio de la energía en los sistemas ecológicos vino a ordenar el pensamiento de muchos autores (por ej. Brown, 1970; Singer, 1970; Lugo y Morris, 1982; Sarmiento, 1984).

De esta forma el uso de sistemas como recurso metodológico-explicativo en ciencias ambientales en parte tiene como origen las contribuciones de Odum (1977) y el concepto de ecosistema, pero también, se nutrió del desarrollo de la cibernética, que influyó en las teorías funcionalistas de varias ciencias sociales como la antropología, la sociología y la economía. Bajo este enfoque la realidad se explica e interpreta bajo una interpretación ontológica asentada en el ecosistema, en donde naturaleza y sociedad son solo partes componentes de una realidad mayor que las engloba y define sus principios por igual (Galafassi, 2000).

Toledo (1999) sitúa en los años de 1970 el surgimiento de un nuevo enfoque orientado a integrar las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales y humanas como una necesidad de explicación multidimensional o integradora de problemas emergentes asociados a la crisis ecológica. Coincide con otros referentes, que fue la ecología la que nutrió a otros campos disciplinares, dando como resultado el surgimiento de un abanico de "especializaciones" que articulan diferentes campos de conocimiento y que denominó "disciplinas híbridas", como reacción al proceso de compartimentalización y especialización excesiva de las ciencias "clásicas" (ver figura 1). Estos campos de conocimiento presentan dos características específicas: contienen e involucran los alcances epistemológicos

y metodológicos de la ecología, y tienen como objeto de estudio el concepto de ecosistema.

Bajo esas especializaciones pueden identificarse la economía ambiental, sociología ambiental, antropología ecológica, geografía ambiental, ecología política, historia ambiental, economía ecológica, la ecología política, entre otras.

No obstante, es necesario decir, que estas disciplinas híbridas no han transitado con igual énfasis sus etapas de crecimiento, desarrollo e institucionalización. Al interior de cada especialización es posible identificar tensiones epistemológicas, diversidad de enfoques –en un abanico que comprende miradas más biocéntricas hasta a otras perspectivas antropocéntricas. En muchas –antropología ecológica, ecología humana, geografía ambiental, etc.– es posible identificar la influencia de las teorías evolucionistas y funcionalistas y la recurrencia a integrar lo social y natural recurriendo al uso de las teorías evolutivas y los enfoques sistémicos. No obstante, otras han demostrado incapacidad para despegarse de las teorías generales de las disciplinas "madres" y cierta tradición empírica de los temas abordados (ver figura 1).

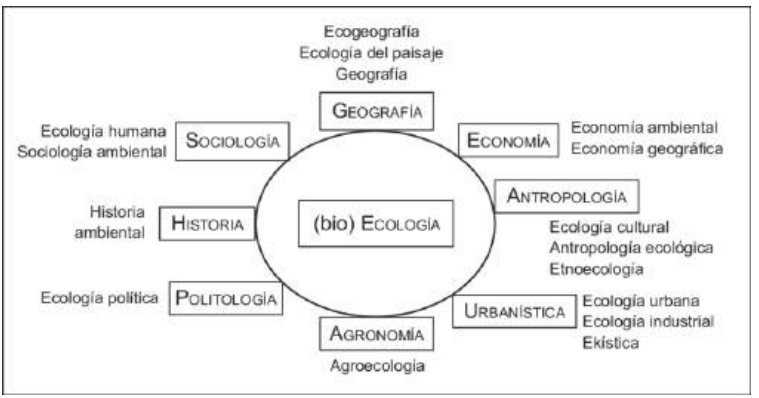


Figura 1. Disciplinas híbridas resultantes de la integración de la Ecología biológica con otras áreas del conocimiento. Fuente: adaptado de Toledo, 1999.

La mayoría han resultado ser productivas respecto al aporte de estudios empíricos, el impacto de sus publicaciones y

la periodicidad y crecimiento en la realización de eventos científicos específicos –congresos, jornadas, etc. (Vessuri, 2000, Dunlap, 2002, Duran, 2002).

En ese marco y en un análisis más general respecto a esta diversidad de especializaciones, pueden identificarse dos perspectivas de abordaje o enfoques de las cuestiones ambientales: 1. El enfoque del excepcionalismo/exencionalismo (Dunlap 2002 y Abruzzi, 1996), que propone abordar lo ambiental considerando las características diferenciales de los humanos respecto al resto de la naturaleza, esencialmente considerando las capacidades humanas del lenguaje, la tecnología, la ciencia y la cultura que las dejan exentas de la naturaleza o las hace excepcionales respecto a otros organismos vivos no humanos y 2. El enfoque del Nuevo paradigma ecológico (NPE) una mirada biocéntrica con fuerte presencia de las teorías ecológicas y biológicas, donde las teorías de sistemas han cobrado mayor presencia, especialmente asociadas al concepto de ecosistema y a la reconceptualización de conceptos provenientes de las teorías evolutivas -nicho, especialización, estrategias adaptativas, vulnerabilidad, resiliencia, etc.- que son reinterpretados y aplicados al estudio de la evolución de comunidades humanas sujetas a los estamentos de las leyes naturales y la construcción de instituciones culturales como mecanismos de coevolución y coadaptación (Marten, 2010, Norgaard 2002).

No obstante, para Leff (2003:18) en ese abanico de especializaciones, la ecología política cumple un rol diferente porque involucra la construcción de un nuevo campo de saber basado en la acción -un compromiso militante- y en el aporte de teorías desde diferentes disciplinas y la define como un campo teórico-práctico, la construcción de un nuevo territorio del pensamiento crítico y de la acción política a contracorriente de diversas disciplinas, pensamientos, éticas, comportamientos y movimientos sociales.

3. Un abordaje temprano de la complejidad y lo inter-multidisciplinario de las ciencias ambientales

En relación con las teorías de los sistemas complejos deben considerarse los aportes de Edgar Morin (1982), Rolando García (1994) y Enrique Leff (1996) –aunque por vías muy diferentes– reconocen que las problemáticas ambientales obligan a repensar de qué forma se conoce el mundo, a criticar el modo hegemónico de las ciencias naturales, y a proponer nuevos vínculos de las ciencias entre sí y con el aporte además de otros saberes presentes en el territorio. Bajo esa mirada, tanto el concepto de interdisciplinariedad como el de holismo resultan ser claves bajo la perspectiva de la complejidad y de lo ambiental. Como categoría de análisis cabe señalar que los tres autores trabajan la noción de complejidad como una matriz central en el abordaje de las problemáticas ambientales, y aportan herramientas teóricas y procedimentales sobre el rol de las ciencias naturales en el contexto de la interdisciplinariedad (Klier et al 2017).

Para Morin (1996), lo natural no se encuentra divorciado de lo social porque considera que existe un principio de complejidad que denomina auto-eco-relacional. Cualquier elemento del mundo no es un objeto aislado, sino que forma parte de un sistema mayor que lo contiene, por lo que se encuentra en constante interacción con otros elementos del sistema, así como con el sistema completo. Tomar conciencia de esa multiplicidad es lo que nos permite desarrollarnos como sujetos humanos (en un sentido integral del término) y no sólo como simples objetos. Así, una visión diferente del mundo (basada en el pensamiento complejo) supone un cambio en la manera en que afrontamos la vida. Ello implica no solo una postura/ruptura epistemológica sino fundamentalmente una de naturaleza ética.

Para el autor la ecología, coincidentemente con otros autores que ya se han analizado, es la primera ciencia que trata del sistema global constituido por constituyentes físicos, botánicos, sociológicos, microbianos, cada uno de los cuales depende de una disciplina especializada. Por todo ello, el

conocimiento ecológico necesita una policompetencia en estos diferentes dominios y, sobre todo, una aprehensión de las interacciones y de su naturaleza sistémica (Morin, 1996:6). Bajo esta propuesta reconoce el surgimiento de un "pensamiento ecologizado".

García (2006) critica algunas afirmaciones de Morin tildándolas de ser oscurantistas y no justificables de acuerdo con el desarrollo histórico de la ciencia. Sostiene que ni la física de Newton está en ruinas, ni "la física nueva" (suponiendo que Morin se refiere a la Relatividad y a la Mecánica Cuántica) "emergieron como oscurantismo y desorden". Para García el extraordinario auge de las neurociencias constituirá en contradicción con el análisis de Morin, uno de los casos más claros de cómo se desarrolla la ciencia moderna. Más allá de eso reconoce que Morin contribuyó a demoler las bases del racionalismo tradicional y sostiene que en la complejidad lo que está en juego son las relaciones entre el "objeto" y las disciplinas que intervienen en el estudio. Como aporte teórico - metodológico propone abordar lo ambiental desde un marco interdisciplinario, ya que en los sistemas complejos convergen en los "...dominios materiales de muy diferentes disciplinas..." (García 2006: 33).

Respecto a la posibilidad de integrar la ecología con otras disciplina, Leff (2008), resulta ser más crítico respecto a los otros dos autores y sostiene que el proyecto interdisciplinario que se funda en la ecología -como ciencia por excelencia de las interrelaciones- se inspiró en el pensamiento de la complejidad basado en una ecología generalizada para articular las diferentes disciplinas y campos de conocimientos, aunque manteniendo una voluntad unificadora, no indaga los obstáculos paradigmáticos y los intereses disciplinarios que resisten e impiden tal vía de re-totalización holística del saber. Para él, el proyecto interdisciplinario fracasa en su propósito de crear una ciencia ambiental integradora, de ofrecer un método para aprehender las interrelaciones, interacciones e interferencias entre sistemas heterogéneos, y de producir una ciencia transdisciplinaria superadora de las disciplinas aisladas (Leff, 2008: 198).

Bajo esas premisas Leff (2003) introduce otro elemento explicativo, la dimensión ética-política al enfoque de la complejidad cuando sostiene que el significado de nuevos saberes y una nueva racionalidad solamente es posible mediante la reconstrucción de un nuevo orden, que supere la economización y cosificación de la naturaleza, mediante una racionalidad ambiental ajena a la concepción modernista. Y agrega que la problemática ambiental no es ideológicamente neutra, puesto que la génesis está dada por un proceso histórico marcado por la expansión del modo producción capitalista, por los patrones tecnológicos generados por la racionalidad económica guiada por el propósito de maximizar ganancias en el corto plazo, por la división del trabajo y el intercambio desigual entre países. Por ello, los efectos económicos, ecológicos y culturales de la problemática ambiental son desiguales y diferenciados entre las regiones, los grupos sociales y las naciones (Leff, 2000:30).

De esta manera, de acuerdo con Leff (2007) la complejidad ambiental remite a un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza. Esto implica la necesidad de tomar partido ética e ideológicamente dado el origen del pensamiento ambiental y el de las ciencias de la complejidad que surgieron contemporáneamente con la crisis ambiental, allá por los años sesenta del siglo XX. En ese contexto, la emergencia de nuevos campos de saber ha generado un espacio epistémico para la articulación de ciertas disciplinas teórico-prácticas orientadas a resolver la crisis ambiental.

4. Los enfoques complementarios a Rolando García y la resistencia en la perspectiva ambiental latinoamericana

Como se mencionó en la introducción, los enfoques de sistemas y de la complejidad no escapan a la influencia del enfoque dominante de la ciencia y de cómo se valida ciencia en Occidente. En ese sentido, hace unas décadas emergieron enfoques críticos al análisis de la crisis ecológica que acontece en el Sur. Estas perspectivas están orientadas a contrarrestar la

producción de conocimiento científico oficial y hegemónico, y a la ciencia occidental moderna, eurocéntrica o convencional, y que generalmente se considera como universal y única.

Estos enfoques surgieron fuera de la influencia directa de Europa y los Estados Unidos, y generalmente en comunidades científicas que priorizan la revalorización y recreación de los conocimientos ancestrales, tradicionales, endógenos o mal denominados también locales, profundizando la reflexión epistemológica y el análisis ontológico y gnoseológico (Delgado y Rist 2016).

En ese contexto, la perspectiva del diálogo de saberes y el diálogo intercientífico, son los instrumentos centrales de la investigación científica revolucionaria que permiten abrir un puente entre la ciencia occidental moderna eurocéntrica y las ciencias endógenas o indígenas, cuestionando la universalidad, la cuantificación-medición y la experimentación de todo proceso de investigación como la única perspectiva, que está todavía en pleno proceso de desarrollo, especialmente en comunidades científicas del Sur (Delgado y Rist, 2016).

Sánchez Vázquez, (2019) denomina a esta corriente como la ciencia de la resistencia con énfasis en el estudio de conflictos socioambientales, considerando un abordaje que combina perspectivas interdisciplinares de la ecología política y la perspectiva decolonial, y platea la posibilidad de generar vías alternativas de construcción de conocimiento que expliquen la apropiación uso y control de los recursos naturales de la región.

Boaventura de Sousa Santos, (2018) la llamó Epistemologías del Sur en referencia a la producción y validación de los conocimientos anclados en las experiencias de resistencia de todos los grupos sociales que sistemáticamente han sufrido la injusticia, la opresión y la destrucción causada por el capitalismo, el colonialismo y el patriarcado. Las Epistemologías del Sur se relacionan con los saberes que emergen de las luchas sociales y políticas y no pueden ser separados de esas luchas. Por lo tanto, no son epistemologías en el sentido convencional de la palabra. Su objetivo no es estudiar el conocimiento o la creencia justificada como tal, por no mencionar el contexto histórico y social en el que ambos

emergen (la epistemología social también es un concepto controvertido).

En este enfoque el diálogo de saberes y el diálogo intercientífico, son ahora los principales instrumentos de la investigación científica revolucionaria que permiten abrir un puente entre la ciencia occidental moderna eurocéntrica y las ciencias endógenas o indígenas, cuestionando la universalidad, la cuantificación-medición y la experimentación de todo proceso de investigación como la única perspectiva, que está todavía en pleno proceso de desarrollo, especialmente en comunidades científicas del sur (Delgado y Rist, 2016).

Un ejemplo en ese sentido es la propuesta del Buen Vivir y la Bioética que hace aportes importantes a problemas actuales provenientes del proyecto de la Modernidad, como, por ejemplo, las relaciones de poder, la pobreza, el deterioro ambiental, el consumo, el sentido de comunidad, la lucha por la supervivencia y otros de igual o mayor relevancia. Dichos problemas se pueden articular y proyectar de manera dialógica y complementaria desde las perspectivas y aportes de estos tres campos (López, L. 2014).

Un aporte importante en la reconceptualización de la relación entre las ciencias y la sociedad fue realizado por Funtowicz y Ravetz (1993) quienes bajo el concepto de "ciencia post normal" propusieron diferenciar e innovar las formas de hacer ciencia, de acuerdo con distintos niveles de incertidumbre, complejidad e intereses en decisiones. Se requiere un cambio gradual desde la ciencia aplicada, "orientada hacia una misión", hacia la facilitación "en función de proporcionar servicios al diálogo societal" (Delgado y Rist, 2016).

No obstante, seguro hemos dejado temas y cuestiones por abordar en referencia a lo que sigue a la propuesta de Rolando García y la complejidad, simplemente ha sido un pantallazo rápido y breve que muestra el estado de arte en el abordaje de lo ambiental desde perspectivas integradores, críticas y situadas en un territorio con historia propia.

Los siguientes apartados se describen los procesos de construcción de espacios formativos en el ámbito de la

formación universitaria de profesionales desde una mirada integradora, sistémica y crítica.

5. La experiencia

5.1. Los antecedentes

Desde que se creó la carrera de Diagnóstico y Gestión Ambiental (1996) en la Facultad de Humanidades (UNCPBA[46]) y hasta el segundo cuatrimestre de 2001, la asignatura Metodología de la Investigación (MI) que se ubica en cuarto año de la carrera, fue dictada con programas compartidos con estudiantes de Ciencias de la Educación y de las licenciaturas en Historia, Geografía, y Educación Inicial.

En este marco, la bibliografía, las cuestiones epistemológicas y metodológicas, de MI eran generalistas y consecuentemente no consideraban las lógicas y contenidos de los diferentes campos disciplinares en las actividades de aplicación.

5.2. Los fundamentos

Considerando a los mencionados antecedentes, nos propusimos diseñar un programa de MI en el marco de la especificidad de la Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental y con el propósito de contribuir con el desarrollo de un perfil de egresados, en clave de integración de teorías y prácticas situadas (Lave et alt., 2009).

En esta dirección determinamos los contenidos del programa en la perspectiva epistemológica y metodológica de la complejidad (García, 2006), los principios de la Ciencia Posnormal (Funtowicz y Ravetz, 2000) y en línea con los contenidos disciplinares. Es así como nos centramos básicamente en los conceptos de *integración (teoría y práctica)*

[46] Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

e integralidad (en relación con las tres funciones de la universidad) para la comprensión situada de los problemas de riesgo ambiental global.

La propuesta no descuida la reflexión sistemática sobre las cuestiones ético y políticas, y tampoco aquellas relacionadas al propósito de contribuir con el proceso de decolonización de las prácticas en la formación universitaria (Castro Gómez, 2007).

Asimismo, es necesario explicitar que el concepto *sistemas globales complejos (SGC),* en el marco de nuestra propuesta es un concepto directriz, organizador y transversal, sobre cuyas premisas se articulan transversalmente a las diferentes dimensiones de los contenidos del programa de MI.

Sin redundar en citas puntuales y sobre la base de los presupuestos que fundamentan los SGC en tanto método y perspectiva epistemológica (García, 2006), destacamos las premisas sobre la complejidad que nos permiten introducir a los estudiantes en un enfoque no lineal y no fragmentario, y en el que priorizamos la correspondencia entre las mediaciones conceptuales y el análisis de la *realidad compleja*; la relación necesaria entre objeto de *estudio y disciplinas* –presupuesto que a la vez nos permite abordar la reflexión sobre la interdisciplinariedad–; la inseparabilidad entre *el* sistema y la delimitación concreta de una parte de ese sistema a estudiar –principio de *interdefinilidad* que nos da la oportunidad para que los estudiantes contrapongan la cosmovisión reduccionista de la ciencia y el *enfoque sistémico, sintético y humanístico que permite reconocer a los sistemas naturales como complejos y dinámicos* (Funtowicz y Ravetz, 1993)–; el carácter muldimensional de la realidad –punto de apoyo para introducir la reflexión y discusión sobre la importancia de las ciencias sociales y en consecuencia la necesidad de comprender que independientemente del dominio específico de cada disciplina, los hechos que estudian, son la resultante de procesos históricos–. El abordaje desde la complejidad, es el recurso clave para diseñar y articular nuestras estrategias didácticas y nos permite introducir a los estudiantes en la discusión de principios claves para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, tales como: no naturalizar la metodología sólo

como un recetario de procedimientos, visibilizar la necesidad de la construcción de un contexto teórico afín a los objetivos de la investigación*, discutir* la no neutralidad de la producción científica y sus implicancias, comprender las mediaciones necesarias *para leer la realidad y las relaciones entre hechos y teoría* (García, 2006).

Asimismo, relacionar los *principios básicos para el estudio Sistemas Globales Complejos (SGC),* es un disparador para trabajar la contraposición entre el reduccionismo analítico y la *nueva ciencia paradigmática* (Funtowicz y Ravetz, 1993*)* cuyos principios, entre otros, son el diálogo interactivo (en lugar de la deducción formalizada); la explicitación de los valores, la necesidad de fundamentar sus explicaciones considerando las dimensiones espacio/tiempo/historia, reconocimiento de incertidumbres éticas y cognoscitivas asociadas a la resolución de problemas relacionados a los riesgos ambientales globales; la participación de la *comunidad de pares extendida* ponderando el diálogo de saberes*,* que legitiman la inclusión de los diferentes actores sociales para favorecer la construcción de conocimiento entre ciencia y comunidad.

5.3. La propuesta

El equipo de cátedra se integró con dos docentes, una de ellas especialista en ciencias ambientales, con el propósito de integrar contenidos del campo disciplinar con los de la MI; y una metodóloga con amplia experiencia en el trabajo interdisciplinar. Dichos contenidos, se desarrollan en base a tres ejes interrelacionados: epistemológico, metodológico y disciplinares y se recuperan contenidos del plan de estudios: disciplinares, técnicas cualitativas y estadística, con el propósito de avanzar en el manejo de las herramientas y técnicas específicas, requeridas tanto para la planificación como para la ejecución de procesos de investigación y/o de intervención profesional en el campo de las ciencias ambientales.

En cuanto a las estrategias didácticas, centradas en actividades personalizadas y colaborativas, se complementan

con instancias de evaluación de los diferentes momentos del proceso de enseñanza y aprendizaje,

Asimismo, para facilitar las actividades tanto de lectura como de aplicación, diseñamos herramientas, entendidas como recursos heurísticos (Coria y Massuco, 2015) mediante las cuales los estudiantes son orientados *"a producir"* desde sus propias lógicas e incluso estimulados a diseñar sus propias micro estrategias de aprendizaje (Coria et al., 2006).

En cuanto a la evaluación, en tanto *permanente* y *transversal* a la cursada, involucra al equipo docente y los estudiantes en un proceso con diferentes instancias complementarias tales como: evaluación de aprendizajes (de docentes a estudiantes), de enseñanza (de estudiantes a docentes); autoevaluación y de coevaluación (entre estudiantes/ entre docentes). Para ello se utilizan diferentes instrumentos e indicadores que tienen como objetivo evaluar tanto procesos como productos de manera integral.

6. El taller: un espacio para pensar la tesis

El taller de tesis resultó de la vacancia de un espacio específico para acompañar a los estudiantes en la producción del plan del trabajo final de graduación; como el taller de tesis no está incluido en el plan de estudios, debimos acordar criterios académicos y administrativos para su reconocimiento como seminario *optativo.*

En cuanto a los fundamentos, contenidos, perspectiva pedagógica y estrategias didácticas, el taller recupera la mirada integral de MI, pensados en este caso en la lógica de la producción de la planificación del plan de tesis.

En este sentido, los objetivos del taller de tesis (TT) se centralizan en diseñar un *plan de investigación* que valide el *trabajo final de graduación.* El proceso de planificación se desarrolla durante dos cuatrimestres, en los cuales no sólo se diseña el plan de trabajo, sino que también se abordan cuestiones específicas de la producción científica; se propician discusiones sobre los enfoques y perspectivas en las ciencias

ambientales *contemporáneas* como así también se reflexiona sobre las dimensiones ético y políticas que atraviesan tanto la producción de conocimiento como las prácticas profesionales.

Un objetivo no menos importante, es trabajar sobre las especificidades de la escritura científica y sus normas, para lo cual se proponen orientadores específicos tanto para la organización de la escritura como para su autocorrección (Guerrero y Guiñirgo, 2022).

El acompañamiento de los talleristas, lo asumen las profesoras coordinadoras, integrantes de la dirección de la carrera y profesores/consultores. La propuesta de conformar *un equipo docente para acompañar a los tesistas* presupone una *mirada alternativa* a *la vigilancia y es* entender al taller, también como un espacio formativo y significativo de experiencias subjetivas, pero también colectivas.

Un aspecto interesante para destacar es que al incorporar al taller *la mirada disciplinar experta* de profesores de la carrera, los talleristas intercambian y discuten los avances de sus *planes,* las diferentes perspectivas disciplinares y su posibilidad de integrarlas, para de esta manera, definir la delimitación del tema de tesis y su tratamiento tanto teórico como metodológico.

Cabe mencionar que estos profesores, la mayoría de las veces se constituyen en directores o codirectores de las tesis y que hay casos de tesistas que desarrollan sus tesis en proyectos dirigidos por quienes los dirigen. Esta modalidad de trabajo redunda en la optimización de los tiempos para la presentación y aprobación del plan. De esta manera a la finalización del taller, la casi totalidad de los planes están aprobados y habilitan al inicio de la producción de la tesis.

Destacamos también, que un número significativo de tesistas ha radicado luego sus tesis doctorales en los mencionados proyectos; en otros casos han puesto en acción los resultados de sus tesis de graduación en actividades profesionales tanto públicas como privadas, y también hay tesistas que han pasado a formar parte de la actual planta docente de la Licenciatura.

Una vez producido el plan de tesis, el mismo se presenta y se discute con profesores y pares; el objetivo de esta actividad es

fortalecer la oralidad como estrategia de argumentación en clave de síntesis y en tanto lógica diferente a la de la escritura. Como ya dijimos, en cuanto a la escritura, asumimos que en general los estudiantes universitarios afrontan dificultades para escribir y en consecuencia llevar adelante los procesos de lectura y escritura académica (Tinto, 1993) por lo que nos encontramos entonces con un punto de partida para la producción y la escritura que no es igual en todos los casos. Situación que se busca compensar en el taller mediante orientadores para favorecer el ejercicio de la escritura autónoma.

Asimismo, muchas veces durante el tiempo del taller se resuelven cuestiones vinculadas a la verificación de factibilidad para abordar el estudio del tema elegido, en términos de acceso a fuentes, trabajo de campo, disponibilidad de tecnología, entre otros recaudos *a priori* que eviten obstáculos y consecuentes demoras a la hora de las instancias propias de la investigación.

Incluso en algunos casos, ya aprobado el taller y habilitado el inicio de la tesis, por razones estacionales, el tesista no puede iniciar el trabajo de campo, pero aprovecha ese tiempo, para avanzar en la escritura provisoria de algunos capítulos de la tesis, como, por ejemplo: estado de arte, marco/contexto teórico, metodología, sistematización de la bibliografía entre otros.

Respecto de las herramientas de trabajo, nos queda por decir que además de las aportadas por el equipo docente, se han diseñado otras *ad hoc*, respondiendo a las observaciones que nos aportan los tesistas para mejorar su uso y aplicaciones, una instancia más en la construcción colectiva en el espacio del taller, en el que los talleristas son protagonistas y coparticipes de la propuesta.

Durante el desarrollo del taller, la producción se monitorea en varias instancias, entre otras: durante los encuentros presenciales, de manera sincrónica *On line*, a través de envíos por correo electrónico. En los encuentros presenciales se realizan presentaciones, debates, intervenciones, simulacros de defensa del plan de tesis entre otras actividades, que son insumos para el seguimiento individual y colectivo.

Una vez aprobado el plan de tesis por la dirección, se formaliza administrativamente y a partir de este momento queda habilitado el desarrollo de la tesis

También consideramos necesario explicitar, que no están ajenas a nuestra preocupación, aquellas cuestiones que se relacionan con los procesos de evaluación y acreditación de la producción académica (vg. CONEAU[47]) en el nivel macro y los procesos de evaluación a nivel interno (Jurados). En este sentido, trabajamos en la construcción de criterios de evaluación, tanto de los procesos de diseño y producción de tesis, como del producto final.

En cuanto a los resultados alcanzados por el taller desde 2001 y hasta el año 2022, realizamos un sistemático registro, tanto de los egresos como de su impacto en relación con los recorridos realizados por nuestros graduados, sean ellos académicos, de inserción en el Sistema Científico Técnico y como profesionales en ámbitos públicos y privados (ver datos consignados en tablas 1 y 2).

Dicha información ha sido presentada tanto en eventos académicos como en publicaciones y hasta 2015 contamos con un "observatorio" (radicado en la Sociedad Argentina de Información, SAI) en el que difundimos anualmente los logros de cada edición del taller y los resultados del seguimiento de nuestros graduados.

A continuación, sintetizamos los principales datos registrados entre 2001 y mayo de 2017.

Año egreso	Cantidad de tesis defendidas
2001	2
2002	0
2003	6
2004	9
2005	11
2006	8

[47] Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria

2007	8
2008	17
2009	9
2010	17
2011	12
2012	8
2013	6
2014	5
2015	13
2016	6
2017	3
2018	10
2019	9
2020	10
2021	6
2022	5

Tabla 1 Egresos entre 2001 y 2022. Elaboración propia

Desde que se habilitó el taller no se producen "cuellos de botella" entre el número de estudiantes habilitados para producir sus tesis y las tesis que se defienden en tiempo y forma.

En cuanto a de los egresados, sabemos que en muchos casos se desempeñan en el sistema científico, consideramos como investigadores, personal de apoyo (CIC, CONICET) a la investigación, becarios y docentes universitarios, en muchos casos doctorandos y en otros ya doctorados.

En el caso de egresados que trabajan en la actividad pública, se constata que hay egresados que se desempeñen en el INTI, INTA, Ministerio de ambiente y desarrollo sustentable y en el ministerio de ambiente de la Provincia Buenos Aires. Y en el caso de la actividad privada que cumplen tareas como encargados de la gestión ambiental y seguridad e higiene de empresas de cemento, cerámicas, elaboración de productos alimenticios, transportadoras de gas, producción de energía, pesca, entre otros.

Tesistas en total (2001-2023)	Total, de egresados	Egresados sistema científico	Egresados en el sistema público	Egresados en el sistema privado
218	138 (63%)	35	12	10

Tabla 2. Los resultados en números. Fuente: elaboración propia

El taller no sólo tuvo efectos al interior de nuestra carrera, sino que trascendió la Facultad de Humanas y el nivel de grado, con diferentes modalidades, pero conservando la propuesta original y con la participación del mismo equipo- al que se incorporaron egresados formados en nuestra línea de trabajo. Se replica en la licenciatura de Producción de Alimentos (Facultad de Ciencias Veterinarias UNCPBA), hasta 2017 en la Maestría de Teledetección (Facultad de Agronomía UNCPBA), actualmente en el Doctorado de Ciencias Aplicadas con mención en Ambiente y Salud (Facultad de Ciencias Exactas UNCPBA) y en ámbitos de otras universidades nacionales, por iniciativa de egresados que se desempeñan en ellas.

7. Cierre sin clausura

Trabajar colaborativamente con profesores, estudiantes y egresados de la carrera, no sólo dio por resultado la creación de los espacios de MI y TT caracterizados por su orientación en el campo de las ciencias ambientales, sino que también deja una impronta en nuestros modos de enseñar y de aprender, de pensar las cuestiones ambientales, de compartir proyectos con otros espacios académicos, de investigación, de la comunidad. Entre muchas sinergias se pueden mencionar la presentación a proyectos con otras unidades académicas y así articulan disciplinas como las ciencias exactas, las ciencias veterinarias y las hídricas entre otras.

También se ha favorecido la formación de recursos humanos de grado y posgrado a través de codirecciones, dictados de seminarios, y otras actividades que permiten y favorecen el dialogo interdisciplinar.

La síntesis de la experiencia que presentamos en esta oportunidad tiene un historial, y también un compromiso de continuidad, nuevos desafíos en los que se jueguen las fortalezas de los logros alcanzados, pero sin cristalizarlos.

8. Bibliografía

Abruzzi, W (1996). *Ecological Theory and the Evolution of Complex Human Communities*. Traducción: Guerrero, M. La Teoría Ecológica y la Evolución de las Comunidades Humanas Complejas.

Alier, J. M. (2021). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria.

Santos, B. D. S. (2018). Introducción a las epistemologías del sur. *Epistemologías del sur*, 25-61.

Brown, H. (1970). Human materials production as a process in the biosphere. *Scientific American*, *223*(3), 194-209.

Castro Gómez (2007) *Decolonizar la universidad. La hybris del punto cero y el diálogo de saberes. En El giro colonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*. Universidad Javeriana, Bogotá.

Coria, D. (1999). *Taller de Trabajo Final: en clave de crónica pedagógica*. *Rev. Propuestas* UNLM, Año V Nro.9, San Justo 1999 (pág.59 a 85).

Coria, D. (2001). La metodología es más que una palabra. Encuentro de Comunicación Social IV Endicom-Enpecom-II Expocom Red MERCOSUR, Montevideo, Mayo 2001.

Coria, D. (2003). "LAS TRES T". Primer Simposio virtual sobre tutores-tesis-tesistas en www.sai.com.ar (junio de 2003).

Coria, D. (2004). Construcción de significados y sentidos en la enseñanza y el aprendizaje de la Metodología de la Investigación Social (M.I.S). *VI Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Coria, D. y Saino (2006) Sentidos y significados en Educación Superior Universitaria, Vol. 4 *Nro. 1 RAHYCS, SAI.*

Coria, D. L. (2008). ¿Qué lugar ocupa la tesis en nuestras universidades nacionales? *Tram [p] as de la Comunicación y la Cultura*. Nº6 pp.33-34. Facultad de Periodismo y comunicación social, UNLP.

Coria, D. y Massuco, B. (2015) *¿Esto es un manual? Propuesta integral 3 T(t),* Paraná, Entre Ríos, Editorial Fundación la Hendija "Colección La Universidad Pública, pública

Cornejo, I y Rufer, M (2020) Horizontalidad: Hacia una Metodología crítica. CLACSO, México.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1998). The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. *Ecological economics*, *25*(1), 67-72.Daly, H. E. (1994). Fostering environmentally sustainable development: four parting suggestions for the World Bank. *Ecological Economics*, *10*(3), 183-187.

Daily, G. C. (1997). Introduction: what are ecosystem services. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*,

Delgado, F., y Rist, S. (2016). *Ciencias, diálogo de saberes y transdisciplinariedad. Aportes teórico-metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo*. AGRUCO-UMSS-CDE.

Dunlap, R (2002). Evolución de la sociología del medio ambiente: breve historia y valoración de la experiencia estadounidense. En *Sociología del Medio Ambiente*. Una perspectiva Internacional. Redclift, M. y Woodgate, G (coord.). Edit. Mc Graw Hill. Cáp. 1. Pág. 3-26

Durand, L (2002) la relación ambiente-cultura en la antropología: Recuento y perspectivas. *Nueva Antropología,* setiembre, vol. XVIII, Nº 61, México, Pág. 169-184.disponible en: https://antroporecursos.files.wordpress.com/2009/03/durand-l-2002-la-relacion-ambiente-cultura-en-antropologia-recuento-y-perspectivas.pdf

Freire, P., & Faúndez, A. (1986). *Hacia una pedagogía de la pregunta. Conversaciones con Antonio Faundez.* Buenos Aires: Ediciones La Aurora.

Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, *25*(7), 739-755.

Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (2000). *La ciencia posnormal: ciencia con la gente* (Vol. 160). Icaria editorial.

Galafassi, G. (2000). La articulación sociedad-naturaleza y la problemática ambiental: una aproximación a su análisis. In *Paperpresented at theII Congreso Virtual de Antropología y Arqueología, Ciudad Virtual NAyA*.

Gallopín, G. C. (2003). *A systems approach to sustainability and sustainable development*. ECLAC.

García, R. (1994). I*nterdisciplinariedad y sistemas complejos. Ciencias sociales y formación ambiental.* Barcelona: Gedisa, 85-125.

García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.

Guerrero M. y Guiñirgo F. (2022) El proceso de construcción social de conocimiento en la etapa final de la formación de grado (Inédito).

Harrison Brown (1970). La producción humana de materiales como un proceso en la Biosfera. En: *Scientific American*: La Biosfera. Madrid, Alianza, 1970.

Klier, G. R., Busan, T. E., & Di Pasquo, F. M. (2017). Lo complejo en las problemáticas ambientales: propuestas epistemológicas y conservación de la biodiversidad.

Lave, J. (2009). The practice of learning. *Contemporary theories of learning*, 200-208.

López, L. S. (2014). Buen vivir, decolonialidad y bioética. Discusiones, aportes y articulaciones. *Polisemia*, *10*(17), 86-94. López, L. S. (2014). Buen vivir, decolonialidad y bioética. Discusiones, aportes y articulaciones. *Polisemia*, *10*(17), 86-94.

Leff, E. (1996). Environmental knowledge and Education. *Dimensions of Sustainability; Smith, P., Tenner, A., Eds*.

Leff, E. (2000). Pensar la complejidad ambiental. *La complejidad ambiental*, 7-53. Leff, E. (2003) La ecología política en América Latina: un campo en construcción. Reunión del Grupo de Ecología Política de CLACSO, en Panamá, los días 17 – 19 de marzo de 2003 y que fue publicado previamente en Polis, *Revista de la Universidad Bolivariana*, v. 2, n. 5, p. 125-145.

Leff, E (2004) *La racionalidad ambiental*. Editorial siglo XXI

Leff, E. (2007). *Aventuras de la Epistemología Ambiental: De la articulación de Ciencias al Diálogo de Saberes*. Siglo XXI.

Leff, E. (2008). *Discursos sustentables*. Siglo xxi.

Leff, E. (2011). Sustentabilidad y racionalidad ambiental: hacia" otro" programa de sociología ambiental. *Revista mexicana de sociología*, 73(1), 5-46.

López, L. S. (2014). Buen vivir, decolonialidad y bioética. Discusiones, aportes y articulaciones. *Polisemia*, *10*(17), 86-94. Lugo, A. & G. Morris. (1982). *Los sistemas ecológicos y la humanidad*. Washington, OEA, 1982.

Lugo, A. E., & Morris, G. L. (1982). *Los sistemas ecológicos y la humanidad* (Vol. 23, p. 82). Secretaría General de la

Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Marten, G. G. (2010). *Human ecology: Basic concepts for sustainable development*. Routledge.

Morales, I. C. (2012). Geografía y Ciencias Sociales: de las relaciones sociedad-naturaleza a los estudios ambientales. *Revista geográfica venezolana*, 53(2), 299-306.

Morin, E., *El Método*, Editorial Cátedra, Madrid, 1982.

Morin, E. (1996). El pensamiento ecologizado. Gazeta de Antropología N° 20. Texto 20-02. 20 pp.

Naredo, J.M., "El oscurantismo territorial de las especialidades científicas", en González, A.J. y Gonzáles de Molina, M. (eds.), *La tierra. Mitos, ritos y realidades*, Anthropos Editorial, 1992, 109-144 pp.

McNeill, J. R. (2001). *Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world (the global century series)*. WW Norton & Company.

Norgaard, R. (2002). Una sociología del medio ambiente co-evolucionista. En *Sociología del Medio Ambiente*. Una perspectiva Internacional. Redclift, M. y Woodgate, G (coord.). Edit. Mc Graw Hill. Cáp.1. 167-178.

Odum, E. P. (1977). The Emergence of Ecology as a New Integrative Discipline: Ecology must combine holism with reductionism if applications are to benefit society. *Science*, *195*(4284), 1289-1293.

Orrego Echeverría, I. (2016). Aproximaciones ético-epistémicas para la fundamentación de la educación ambiental en perspectiva ecosófica Atenas, vol. 2, núm. 34. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=478054643003

Páez, H. G., Arana, A., Arreaza, E., & Vizcaya, W. (2010). Educación para el Desarrollo Sostenible. Una Propuesta de Formación de Capital Social en Venezuela.

Piaget, J. (1987) *Psicología y Pedagogía*. Ariel, Barcelona.

Rodríguez, L. (2017). *Complejidad, interdisciplina y política en la teoría de los sistemas complejos,* de Rolando García. Civilizar Ciencias Sociales y Humanas, 17(33), 221-242. doi: 10.22518/16578953.910

Sánchez Vázquez, L. (2019) ¿Ciencia de resistencia? Monitoreos ambientales participativos en contextos de conflicto ambiental. Reflexiones desde una mirada decolonial, Revista

de Paz y Conflictos, 12 (2), 57-79. doi: https://doi.org/10.30827/revpaz.v12i2.10399

Santos, B. D. S. (2014). La refundación del estado en América Latina. *Reinventar la izquierda en el siglo XXI: hacia un diálogo Norte-Sur*, 281-297

Tinto, V. (1993). *Leaving college. Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition*. Chicago: University of Chicago Press.

Toledo, V.M. (1990), The ecological rationality of peasant production, In: M. Altieri and S. Hecht, eds., *Agroecology and Small Farmer Development*, CRC Press, pp. 51-58.

Toledo, V. M., Alarcón-Chaires, P., & Barón, L. (1999). Estudiar lo rural desde una perspectiva interdisciplinaria: una aproximación al caso de México. *Estudios agrarios*, *12*, 55-90.

Samaja, J. (1999). *Epistemología y metodología*. Eudeba.

Sarmiento, G. (1984). *Los ecosistemas y la ecósfera*. Barcelona, Blume, 1984.

Singer, S. (1970). La producción humana de energía como un proceso en la Biosfera. En: *Scientific American*: La Biosfera. Madrid, Alianza, 1970.

Vessuri, H (2000). Antropología y Ambiente. *En Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo.* Leff, E (comp.). Cáp. V. Pág. 174-195. Editorial Siglo XXI. México.

Vygotsky L. (1978). *Mind in society.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

DIÁLOGOS REFLEXIVOS

Comentarios críticos

María Valentina Soria
María Griselda Henríquez
Graciela Noemí Nozica

Antes que nada, queremos expresar un agradecimiento a Marcela y Dora por el trabajo presentado, ya que en este momento en el que la educación pública, gratuita y laica se encuentra en tela de juicio como también el sistema científico tecnológico, poner en palabras los esfuerzos de muchos docentes por mejorar la calidad educativa brindando a los estudiantes espacios de reflexión y acción para sus carreras (en este caso sus tesis) nos brinda la oportunidad de visibilizar el trabajo cotidiano que se pone en marcha para el éxito de nuestros estudiantes, en cualquier ámbito o rama de estudio.

Ahora sí, entrando al análisis del capítulo, el mismo se estructura en dos partes. La primera describe cómo las ciencias ambientales se acercaron a las teorías sistémicas y de la complejidad y, la segunda, presenta la experiencia que significó la creación de un taller de tesis extracurricular para la carrera de grado Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental que acompaña a la asignatura Diseño y Metodología de la Investigación, materia transversal a varias carreras.

Ahora bien, estas dos partes no necesariamente se evidencian conectadas en la lectura general y, en este sentido, trataremos de poner de manifiesto el porqué de esta advertencia a la vez que aportar algunas ideas que pretenden ser nuestra cooperación en este proceso colectivo que significa trabajar con la complejidad.

En esta organización destacamos que la primera parte resulta muy interesante para posicionarse en el pensamiento epistemológico del estudio del Ambiente. Los títulos 2 y 3 quizás dificultan la lectura, encontrando que sus contenidos pueden leerse "de corrido" y refieren a la misma cuestión quedando en claro el posicionamiento epistémico.

Sin embargo, se advierte cierta ausencia, algo que falta en este recorrido, asociado a los nuevos posicionamientos que se están poniendo en discusión en América Latina sobre la denominada "Crisis civilizatoria", su origen, sus consecuencias, la mirada sobre el pensamiento ambiental latinoamericano, que pone en debate los paradigmas tradicionales, centrando el dialogo en los saberes ecológicos y creatividad de los pueblos relacionados con el manejo cultural de la naturaleza y la ética del cuidado de la vida, es decir una clara necesidad de cambio en los modelos económicos, productivos, culturales, tecnológicos y por supuesto científico. Por ello, recuperar un autor que citan gratamente, creemos es de suma importancia, ya que pone en discusión si el Ambiente es un objeto científico, incluso un objeto inter-científico. En este sentido Leff (2000) se pregunta y se responde:

> ¿Es el Ambiente un Objeto Científico Interdisciplinario?...
>
> La interdisciplinariedad teórica –entendida como la construcción de un "nuevo objeto científico" a partir de la colaboración de diversas disciplinas, y no sólo como el tratamiento común de una temática–, es un proceso que se ha consumado en pocos casos de la historia de las ciencias (pp. 3).

> Lo ambiental aparece como un campo de problematización del conocimiento, que induce un proceso desigual de "internalización" de ciertos principios, valores y saberes "ambientales" dentro de los paradigmas tradicionales de las ciencias. Este proceso tiende a generar especialidades o disciplinas ambientales, métodos de análisis y diagnóstico, así como nuevos instrumentos prácticos para normar y planificar el proceso de desarrollo económico sobre bases ambientales. Sin embargo, esta orientación "interdisciplinaria" hacia objetivos ambientales no autoriza la constitución de un nuevo objeto científico –el ambiente–, como dominio generalizado de las relaciones sociedad-naturaleza (pp. 5).

Esto pareciera ser crucial, en un momento en que las ciencias en general deben replantearse sus métodos tradicionales, disyuntivos, para el abordaje de sus estudios y, en particular, en la temática ambiental, donde lo interdisciplinario y sistémico va al hueso de la discusión y quizás de la solución. Por eso, tal como lo comentan las autoras, para Enrique Leff el proyecto interdisciplinario fracasa en su propósito de crear una ciencia ambiental integradora, de ofrecer un método para aprehender las interrelaciones, interacciones e interferencias entre sistemas heterogéneos, y de producir una ciencia transdisciplinaria superadora de las disciplinas aisladas (Leff, 2007: 198), porque no logra realizar la construcción de un nuevo objeto científico, no ya desde la mirada de diferentes disciplinas en común, sino a partir de la comunión y colaboración de diversas disciplinas. Por esto, pareciera necesario abocarse al replanteo de lo que entendemos por Ambiente, más allá de las consideraciones iniciales en las cuales aparece su significado asociado a los problemas ambientales.

La segunda parte aborda la experiencia de llevar al aula el posicionamiento epistémico que las autoras proponen. Aquí se

vislumbra una dificultad para conectar la primera parte con la experiencia pedagógica. Si bien, en la introducción se deja en claro que, y cito… "Para llevar adelante la experiencia se diseñó un dispositivo fundado en las premisas de la pedagogía crítica y orientadores de producción mediante los cuales las/os estudiantes procesualmente y de manera colectiva, recorren las diferentes instancias del derrotero que desde las propias filiaciones epistémicas les permite interpelar-se, pensar sus propias rupturas epistemológicas, la cosmovisión acerca de las ciencias y su participación como futuros profesionales en la transformación de la realidad", no queda clara la forma en que esta se realiza. Esto se evidencia en la ausencia de detalle de los contenidos y de cómo los mismos se resuelven en el aula. Hay una extensión excesiva de cuestiones formales referidas a temas vinculados a la institucionalización de la propuesta que no suma a la comprensión de cómo se vincula, por ejemplo, los Sistemas Globales Complejos de Rolando García a los temas ambientales. Quizás hubiera sido interesante dar algún ejemplo en referencia a alguna temática ambiental elegida por algún/a estudiante.

Las autoras organizan las estrategias en dos conjuntos de herramientas, las que son de *organización* y las que son de *orientación*. Las primeras son aquellas clásicas que estructuran la presentación de un plan de investigación. Las segundas creemos vincularlas a lo que Rolando García (2006) denomina la "pregunta orientadora", es decir aquella que acompaña los fundamentos teóricos y metodológicos y justifica las anticipaciones de sentido de la tesis.

En cuento a la propuesta pedagógica, posicionada en la pedagogía crítica, es interesante destacar algún autor que suma a la interpretación de este concepto, considerando que quizás no todes (lectores) están vinculados a temática. Por ello, reflexiones como las de Elena Achilli (2013) sumen en este sentido. Esta autora, si bien trabaja con temas docentes desde la antropología educativa, interpela la necesidad de estudios dialécticos/complejos en contraposición a los disyuntivos, para separarse del pensamiento hegemónico y recuperar/reconocer en los "sujetos, sus prácticas, sus experiencias, los modos de construcción de los diferentes espacios, las diversas relaciones y

las diferentes modalidades de conflictividad" (pp. 38). Creemos que esto permitiría descartar el reduccionismo del concepto de "ambiente", reconocido sólo desde sus problemáticas, para ir por una construcción del concepto en la conformación de equipos interdisciplinarios que permitan trabajar en el largo plazo, cosa que se ha logrado en este proyecto de taller, tal como lo muestran los datos aportados en el capítulo. Trabajar en el largo plazo permite sostener y multiplicar, algo que en la actualidad está subvalorado, y donde, además, predomina la "burocratización que apunta más a la reproducción del conocimiento disponible" (Achilli, 2013, pp. 36).

Finalmente hay que destacar dos cosas: primeramente, el haber logrado trabajar con profesores de diversas asignaturas y comprometerlos en ese quehacer; en segundo término, es interesante revisar los datos que se muestran, lo que permite evaluar no solo el grado de impacto del taller sino de los egresados en la inserción laboral porque, en definitiva, las y los docentes tenemos la gran responsabilidad de lograr profesionales comprometidos y cuyo nivel les permita sumarse a diversos equipos de trabajo.

Bibliografía

Achilli, E. (2013). Investigación socioantropológica en educación. Para pensar la noción de contexto. En N. Elichiry (comp.), *Historia y vida cotidiana en educación: perspectivas interdisciplinarias* (pp. 33-47). Buenos Aires, Argentina: Manantial.

Leff, Enrique (Coord.) (2000). ***Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo.*** Extracto del ensayo publicado en "*Ambiente y Articulación de Ciencias*". Siglo XXI Editores, 2º edición, México, 1986. Consultado el 02 octubre 2023. https://www.researchgate.net/publication/48212492_Los_problemas_del_conocimiento_y_la_perspectiva_ambiental_del_desarrollo?enrichId=rgreq-a4ebe59fd8ce7b338934799737c4c420-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzQ4MjEyNDkyO0FTOjMzMjQyNDI0NTQ2NTA5MUAxNDU2MjY3NTI0OTkz&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Leff, Enrique (2007). La Complejidad Ambiental, *Polis,* 16. [En línea], consultado el 02 octubre 2023. http://journals.openedition.org/polis/4605

APARTADO I

Resúmenes de capítulos

Capítulo I *En búsqueda de la razón perdida. Un inesperado encuentro con la complejidad*

Hernán Solari, Alejandro Romero y Mario Natiello

Rolando García nos enseña que el marco sociopolítico determina en alguna medida el marco epistémico e influye igualmente en la estructura social del campo científico. Una recorrida por los acontecimientos principales, para la civilización europea, desde el presente hasta mediados de siglo XIX nos permiten poner a prueba esta tesis. En lugar de una "historia de las ideas", una narrativa histórica simplificadora que desvincula los cambios a nivel civilización de los cambios en las ideas científicas y la organización del campo científico, mostraremos los vínculos, e incluso la intencionalidad, con que los cambios en ciencia se han producido en los niveles más profundos: cambios en la episteme. En nuestro recorrido nos detendremos en la globalización (circa 1990), las postrimerías de la segunda guerra mundial (circa 1958), el período entre las dos guerras mundiales (circa 1930) y el periodo de apogeo de la revolución industrial (circa 1880). En todos los casos

mostraremos cómo hubo decididas intervenciones desde la política que fueron dando forma a la ciencia-realmente-practicada (o ciencia normal) de la actualidad y cómo la participación de la razón crítica en ciencia se fue deteriorando a lo largo de este periodo. Rescataremos también las ideas de dos autores poco frecuentados en epistemología: Charles Peirce y William Whewell, últimos representantes de la concepción que Morin denomina "racionalismo ilustrado" y mostraremos como algunas de las ideas de complejidad rescatadas mucho después por Piaget y García forman parte de esta tradición. Argumentaremos que la concepción del "racionalismo ilustrado" toma como modelo a los organismos vivos, autónomos, que responden a una teleología interna mientras el movimiento que se lanza con la revolución industrial responde al modelo de la máquina, heterónoma, es decir a una teleología externa de la cual resulta el hombre masa y la forma masiva de la ciencia, la ciencia normal.

Palabras clave: razón, Rolando García, marco epistémico, racionalismo ilustrado, sociogénesis

Capítulo II *El problema de la objetividad en una perspectiva sistémico-constructivista*

Gastón Becerra y José Antonio Castorina

En este capítulo nos interesa explorar las condiciones de posibilidad de la objetividad en el constructivismo de Jean Piaget y Rolando García, y en la teoría de los sistemas complejos propuesta por este último, considerando también algunas revisiones posteriores. Para esto, discutimos dos sentidos de la objetividad: el que sostiene que un conocimiento es objetivo si refiere a la realidad; y el que lo entiende como resultado de los acuerdos de la comunidad científica. Al respecto de cada sentido, indagamos las posiciones de Piaget y García – particularmente, la idea de una objetividad como proceso, y la manera en que ubican el rol de los

valores sociales en la ciencia, con la categoría de marco epistémico– sintetizando sus aportes y señalando vías de exploración y revisión. Finalmente, argumentamos acerca de la compatibilidad de los dos sentidos de la objetividad, proponiendo que se refuerzan en el tratamiento dado por la perspectiva constructivista y sistémica.

Palabras clave: objetividad, constructivismo, sistemas complejos, realismo epistemológico, valores sociales

Capítulo III *Rolando García bifronte: entre Piaget y los Sistemas*

Roberto Follari

García trabajó tanto epistemología piagetiana como teoría de sistemas, pero no tematizó sus diferencias y compatibilidades mutuas. Este artículo sostiene que ambas coexistieron durante toda la obra de ese autor, y que la primera remitió a intereses conceptuales, mientras la segunda a tareas profesionales de consultoría, teorizadas con otros parámetros. Se asume que entre ambas posturas existen algunas convergencias en sentido amplio (ser antiempiristas, ser relacionales), pero también considerables distancias. Se analiza críticamente la noción de "dialéctica" en García, lejana de la tradición hegelo/marxista: las nociones relativas al marxismo son vagas en el autor, tanto en lo teórico como en lo político. Se advierte también que la noción según la cual la historia del pensamiento científico occidental es homóloga al desarrollo ontogenético de las funciones de la inteligencia, resulta problemática por ser esquemática, y también por suponer un desarrollo evolutivo y siempre progresivo por parte de las ciencias.

Palabras clave: epistemología genética, teoría de sistemas, dialéctica, interdisciplina, Rolando García

Capítulo IV *El problema de una teoría de los sistemas complejos. Contribuciones desde la obra de Rolando García*

Carlos E. Maldonado

Este capítulo discute un problema: no existe a la fecha una teoría de la complejidad. A partir de este reconocimiento, el texto explora las posibilidades de desarrollar una a partir de los trabajos de R. García. El autor argentino avanza algunas ideas interesantes. De un lado, elabora una crítica al pensamiento complejo de Morin, pero rescata opciones a partir de Le Moigne. Al mismo tiempo, se reclama sucesor de la obra de Piaget, mientras que atiende, al mismo tiempo, a algunos de los autores centrales de las ciencias de la complejidad. El capítulo afirma que existen elementos en García que pueden conducir a resolver el problema identificado. Se elabora una historia del problema, sus alcances y limitaciones. Al final se señala que América Latina puede contribuir a resolver uno de los problemas fundamentales en complejidad y se argumenta cómo y por qué.

Palabras clave: complejidad, constructivismo, Piaget, modelo teórico, América Latina

Capítulo V *La expectación y la complejidad como principios de la actividad científica (formación, investigación e intervención)*

Juan de la Cruz Argañaraz

El trabajo parte de conjeturar ontológicamente la complejidad en la actividad científica como principio no prescriptivo exponiendo tres problemas: Poincaré, Duhem y Gödel. A ello se correspondería razonablemente un principio metódico, la expectación, tampoco prescriptivo sino de prudencia. Se expone la larga y olvidad historia de la expectación que, aunque sistematizada por

Hipócrates para la Medicina griega es previa a él e impregna tanto la enseñanza de Sócrates como la Ética de Aristóteles. El capitalismo global fue promoviendo paulatinamente el intervencionismo tecnológico y el galenismo que, aunque cancelado por siglos, hoy domina las prácticas en Medicina y Salud mental por la rentabilidad de capital que genera. Tal oposición entre expectación hipocrática e intervencionismo galénico rebasan el ámbito de las prácticas de salud ya que implican posiciones adversas en cualquier actividad científica, sus intervenciones, en el uso del poder, la concepción del saber y la ética.

Palabras clave: complejidad, expectación, ética. tecnociencia

Capítulo VI *Un modelo metodológico para el estudio situado de los procesos cognitivos en las organizaciones*

Gustavo Montenegro e Ivana Schroeder

El capítulo presenta un conjunto de elementos relativos al modo en que la perspectiva epistemológica y metodológica de Rolando García, se integra con recursos metodológicos de la teoría fundamentada y la investigación acción, como base para el estudio sistemático de los procesos cognitivos y del fenómeno mental en el marco de la dinámica de la interacción cotidiana en equipos y organizaciones.

Además de las proposiciones que fundamentan las razones y beneficios de la estrategia de integración metodológica asumida, se expone una síntesis de los elementos más significativos aportados por cada una de las perspectivas. Es decir, a partir de la puesta en diálogo entre la perspectiva constructivista de sistemas complejos, la teoría fundamentada, y la investigación acción, exponemos una breve sistematización de convergencias y complementariedades entre los fundamentos

aportados por cada una de perspectivas en el marco del propósito de nuestra investigación.

Palabras clave: sistemas complejos, aprendizaje organizacional, cognición distribuida, modelo metodológico, estudios organizacionales

Capítulo VII Fundamentos metodológicos del diseño desde la epistemología genética-constructivista y los sistemas complejos de Rolando García

Francisco Platas López

El presente texto propone criterios metodológicos susceptibles de ser aplicados en el *diseño complejo* basados en la epistemología genética constructivista y los sistemas complejos de Rolando García. Se parte de los retos que enfrentan las disciplinas proyectuales ante el rebasamiento cognoscitivo del actual momento histórico. Para enfrentar tal rebasamiento, se valora la influencia de la obra de Rolando García en las disciplinas proyectuales. A partir de ahí, se desarrollan criterios y presupuestos ónticos, epistémicos y metodológicos del diseño *complejo* como una nueva posibilidad de acceder a un mejor entendimiento de la disciplina proyectual. Se presentan, finalmente, algunas aplicaciones y se plantean, de manera crítica, los límites y retos de la propuesta teleológica del *diseño complejo*.

Palabras clave: diseño complejo, Rolando García, metodología, epistemología genética constructivista, sistemas complejos

Capítulo VIII Condiciones de contorno del sistema científico mexicano: entre la continuidad y discontinuidad

Christian Ponce Crespo, Amelia Molina García y José Luis Andrade

Para analizar al sistema científico mexicano, como un sistema complejo, nos apoyamos en los elementos y estructuras propios de la estrategia metodológica y epistemológica propuesta por Rolando García. Esto, a partir de la categoría "condiciones de contorno del sistema", para dar cuenta del funcionamiento del sistema científico mexicano, considerando el principio: "condiciones de continuidad o discontinuidad". Cabe señalar que no se intenta analizar de forma profunda las interrelaciones que se dan a nivel de las diversas disciplinas científicas, más bien, intentamos analizar de forma exploratoria las condiciones jurídicas que condicionan el funcionamiento del sistema científico mexicano. Para ello, hacemos un acercamiento analítico desde las políticas de ciencia y tecnología, que históricamente han impulsado una ciencia con orientación hacia el mercado o ciencia neoliberal, en contraste con aquellas de orientación estratégica hacia lo social o ciencia humanista o cercana al y con el ser humano.

Palabras clave: sistema complejo, políticas de ciencia y tecnología, sistema científico mexicano, ciencia neoliberal, ciencia humanista

Capítulo IX *La escuela es un sistema complejo: marco metodológico y conceptual para comprender las dinámicas de la escuela*

Carlos Cosentino

Este trabajo presenta los avances de una investigación en curso en Argentina sobre los desafíos del equipo directivo de la escuela secundaria en la gestión frente a las perturbaciones y turbulencias del COVID-19. Las preguntas que guían nuestro estudio son: ¿Las perturbaciones que impactan en la escuela y las interrelaciones entre los subsistemas generan una desestabilización tal que genera en el sistema una transformación profunda? ¿Cómo el equipo directivo cataliza las dinámicas de la complejidad en momentos en que la pandemia configura una nueva realidad? ¿De qué modo las decisiones que toma el equipo directivo en articulación con otros actores generan en la escuela una dinámica adaptativa, una innovación transformadora o un punto posible en el medio de ambas? ¿Qué patrones se van configurando y se equilibran una vez pasada esta coyuntura?

Palabras clave: educación, complejidad, gestión, liderazgo, escuela

Capítulo X *La construcción de una perspectiva compleja en la formación universitaria en ciencias ambientales*

Elsa Marcela Guerrero y Dora Luján Coria

Los procesos de formación de grado en ciencias ambientales comparten con otras disciplinas universitarias problemáticas y estrategias similares. No obstante, es posible diferenciar lógicas y procesos específicos del campo disciplinar que posibilitan la construcción de espacios de formación desde una perspectiva holística, integradora e interdisciplinar.

El presente trabajo sintetiza la experiencia de enseñanza y aprendizaje en cuyo marco se diseñó un dispositivo que articula las dimensiones teórica-metodológicas disciplinares y los recursos procedimentales necesarios para el desarrollo de un programa de formación de grado en la carrera de ciencias ambientales de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Palabras clave: ciencias ambientales, teorías de la complejidad, formación universitaria, perspectiva integradora, estrategias metodológicas

APARTADO II

Índice de autores

Andrade Lara, José Luis Horacio

Profesor investigador del Área Académica de Ciencias de la Educación de la UAEH. Miembro del Cuerpo Académico de Estudios Comparados en Educación en las líneas de Política educativa, sujetos sociales, gestión y desarrollo institucional, y Estudios sociales y culturales en educación, con los temas. Globalización e impacto en las instituciones de educación superior, Flexibilidad educativa. Educación y Pobreza. Mtro. en Enseñanza Superior y Licenciado en Sociología por la UNAM. Miembro de la Red Internacional de Complejidad (InComplex).

Argañaraz, Juan de la Cruz

Dr. en Psicología. Tesis: "Reconstrucción racional de las teorías psicológicas y psicopatológicas de S. Freud con la metodología de los programas de investigación científica (MPIC)". Prof. Adjunto dedicación exclusiva Cátedra de Psicoanálisis Fac. de Psicología U. N. de Córdoba. Docente investigador categoría III. Director de los Proyectos de investigación subsidiados por Secyt U. N. C. "Epistemología e historia crítica de la clínica" de 2014 a 2023. Autor de libros: "El freudismo reformista (1926-1976): en la Política y la Literatura, la Medicina y la Psicología" (2007) Editorial Brujas. "Psicopatología y Psicoanálisis: una perspectiva desde Lakatos" (2007) Editorial

Brujas. “Ruptura y continuidad de Lacan con Freud desde Lakatos” (2012) Editorial de la Fac. de Filosofía y Humanidades. U. N. de Córdoba.

Becerra, Gastón

Licenciado en Sociología y Doctor en Filosofía por la Universidad de Buenos Aires, y Magister en Epistemología e Historia de la Ciencia por la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Se desempeña como investigador asistente en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, y como docente en las carreras de Sociología de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad de Flores.

Castorina, José Antonio

Profesor de Filosofía por la Universidad Nacional de La Plata, Magister en Filosofía por la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico, y Doctor en Educación por la Universidad do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Se ha desempeñado como Investigador Principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, y es Profesor Emérito de la Universidad de Buenos Aires.

Coria, Dora Luján

Doctora en Ciencia Política por la Universidad del Salvador (2002) y Licenciada en Antropología por la UBA (1975). Profesora Emérita de IUSAM de APdeBA (2021); Desde 1982 Profesora de Metodología de la Investigación e Investigadora en Universidades Públicas y Privadas y cumplió diferentes funciones de gestión (Secretaria de Investigación FACSO-UNLZ, Sec. Académica Maestría de Metodología de la Investigación FACSO UNSJ y Directora de Investigación en el IUSAM de APdeBA).

Registra numerosas publicaciones, y es cofundadora de la Primera Cátedra Libre de Extensión Universitaria Paulo Freire (Facultad de Ingeniería- UNICEN).

Es directora de la Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales de la Sociedad Argentina de Información. Ha

recibido menciones de diferentes Instituciones entre ellas el Premio Mario Bonino (2017). Actualmente es asesora metodológica en el C.G.E. (E.R) y profesora de posgrado en las Universidades Nacionales del Centro PBA y de Mar del Plata.

Cosentino, Carlos

Candidato a Doctor en Educación por la Universidad de San Andrés. Licenciado en educación en la UBA. Especialista en Didáctica en la UBA y en Recursos Humanos en la Universidad de Palermo. Ha cursado la Maestría en Didáctica en la UBA, el MBA en management estratégico en la Universidad de Palermo y la Diplomatura superior en gestión educativa en FLACSO. Forma parte del equipo docente del seminario de Extensión "El desafío de gestionar una buena escuela" a cargo de la Mg Victoria Abregú, "Directores Líderes en acción" y "Supervisores líderes en acción" a cargo de la Mg María Eugenia Podesta y docente en el seminario "Gestión del cambio escolar profundo" de la Especialización en la "Dirección escolar para la transformación educativa" en Universidad de San Andrés. Es fundador y director de la Escuela Secundaria Humanos.

Follari, Roberto

Doctor y Licenciado en Psicología por la Univ. Nacional de San Luis. Profesor titular jubilado de Epistemología de las Ciencias Sociales (Univ. Nacional de Cuyo, Fac. Ciencias Políticas y Sociales).

Ha sido asesor de UNICEF y de la CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria). Ganador del Premio Nacional sobre Derechos Humanos y universidad otorgado por el Servicio Universitario Mundial. Ha recibido la distinción Juana Azurduy del Senado de la Nación (año 2017) y el Doctorado Honoris Causa del CELEI (Chile, año 2020). Ha sido declarado profesor emérito de la Univ. Nacional de Cuyo.

Autor de 15 libros publicados en diversos países, y de unos 150 artículos en revistas especializadas en Filosofía, Educación y Ciencias Sociales. Ha sido traducido al alemán, el inglés, el italiano, el idioma gallego y el portugués. Uno de sus

principales libros se denomina “Teorías Débiles”, y ha sido editado por Homo Sapiens (Rosario, Argentina). En la misma editorial ha publicado posteriormente “La selva académica (los silenciados laberintos de los intelectuales en la universidad)” y “La alternativa neopopulista (el reto latinoamericano al republicanismo liberal)”.

Guerrero, Elsa Marcela

Doctora en Geografía (2019, Universidad del Salvador, Argentina), Master en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano GADU (1999, UNMDP), Master en Economía Ecológica y Gestión Ambiental (2000 UAB, ESPAÑA) y Profesora y Licenciada en Geografía (1986 y 1990, UNICEN). Es Profesora titular exclusiva en el Departamento de Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN, Argentina. Es Directora del Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA). Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN desde el año 2006. Es editor Revista Estudios Ambientales https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-ambientales/. Ha escrito libros, capítulos de libros y muchos artículos en revistas internacionales reconocidas. E integra varios comités editoriales de revistas científicas y es miembro de la Asociación Argentina Uruguay de Economía Ecológica (ASAUEE).

Maldonado, Carlos Eduardo

Ph.D. en Filosofía por la KU Leuven (Bélgica), Post-doctorado como *Visiting Scholar* en la Universidad de Pittsburgh (EE.UU.); Postdoctorado como *Visiting Research Professor* en la Catholic University of America (Washington, D.C.), *Academic Visitor*, Facultad de Filosofía, Universidad de Cambridge (Inglaterra). Profesor Titular, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque. *Doctor Honoris Causa*, Universidad de Timisoara (Rumania), 2015. *Doctor Honoris Causa*, otorgado por la Universidad Nacional del Altiplano (Puno, Perú (2019). *Doctor honoris causa*, El Colegio de Morelos (México), 2022. El CEDES (UAEM) en el marco del Doctorado en Sostenibilidad crea la Cátedra “Carlos Eduardo Maldonado” en

Complejidad y Sostenibilidad (2019). El Colegio de Morelos crea la Cátedra en Complejidad Carlos Eduardo Maldonado, 2021. La Red Redalc con base en la Universidad de Atacama, Chile crea la Cátedra de Complejidad con Enfoque en Problemas: Carlos Eduardo Maldonado, 2023.

Molina García, Amelia

Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCyT, del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE), de la Red Nacional de Investigadores en Educación y Valores (REDUVAL) y de InComplex (Red Internacional de Complejidad). Sus áreas de investigación son: formación para ciudadanía (desde el nivel básico hasta la educación superior), los procesos e indicadores en la conformación de la cultura política juvenil y la formación para la investigación, producción de conocimiento y Educación Superior. En la UAEH, es Profesora-Investigadora de Ciencias de la Educación, miembro del Cuerpo Académico: Estudios Comparados en Educación, coordinadora de Investigación, Desarrollo e Innovación en el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades y editora del Edähi Boletín Científico de Ciencias Sociales y Humanidades. https://orcid.org/0000-0002-8268-8421

Montenegro, Gustavo

Licenciado en Psicología y Doctor en Administración y Políticas Públicas (Universidad Nacional de Córdoba). Dirige proyectos de investigación vinculados a la gestión del desarrollo y el cambio organizacional, y en temáticas asociadas a los procesos de innovación y aprendizaje en organizaciones y equipos. Su trayectoria docente incluye la capacitación y formación en temáticas vinculadas al desarrollo de personas, equipos y organizaciones. Docente de la Facultad de Psicología y en la Especialización en Psicología del Trabajo y las Organizaciones (UNC). Docente del Instituto de Ciencias de la Administración ICDA (UCC), en la Maestría en Dirección de Empresas, en la Especialización en Dirección Pública, en la

Especialización en Dirección Estratégica de Recursos Humanos y en Programas de Formación Directiva. Cuenta con más de 20 años de experiencia en asesoría técnica en procesos de cambio en organizaciones diversas, entre ellas: pymes, empresas familiares, grupos de producción cultural, organizaciones sociales, organizaciones del sector público, instituciones educativas, sociedades emprendedoras, entre otras.

Natiello, Mario

Profesor titular de matemática aplicada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Lund, Suecia. Se ha dedicado a la teoría de sistemas dinámicos, donde ha escrito dos libros en colaboración con Hernán Solari. Más recientemente se ha ocupado de dinámica estocástica de poblaciones y en la actualidad se dedica a cuestiones de epistemología orientada a los fundamentos de la física.

Platas López, Francisco

Doctor en Ciencias y Artes para el Diseño, miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México, profesor de tiempo completo definitivo de la Universidad Autónoma del Estado de México, profesor de posgrado en la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, y miembro de la Global Community (International) Scholar, Society for the History of Technology (SHOT). Entre sus reconocimientos están: Premio Especial de la ONU para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, Diseña México, 2020; Leadership Facilitator, ONU y la Organización Mundial de Diseño en el Desafío de diseño para la equidad de género en Asia y el Pacífico; Premio Nacional de Diseño en 2018; Profesor seleccionado como integrante de la exposición: Una Gran Universidad: Universitarios Destacados de la Universidad Autónoma del Estado de México. Su línea de investigación es diseño complejo para la vida cotidiana, la vulnerabilidad y el riesgo.

Ponce Crespo, Christian Israel

Doctor en Pedagogía (Universidad Nacional Autónoma de México). Maestro en Ciencias Sociales (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales) y Licenciado en Sociología (Universidad Autónoma Metropolitana). Reconocimiento en el perfil deseable del programa para el desarrollo profesional docente. Miembro de la Red Internacional de Complejidad (InComplex) y de la Red Nacional de Investigadores en Educación y Valores. Profesor del Área Académica de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pertenece al Cuerpo Académico Estudios Comparados en Educación y cultiva las siguientes líneas de generación y aplicación del conocimiento: 1. Política educativa, sujetos sociales, gestión y desarrollo institucional y, 2. Estudios sociales y culturales en educación. Participa en proyectos de investigación relacionados con prácticas científicas y producción de conocimiento en los niveles de pregrado y posgrado, interdisciplinariedad y formación para la investigación.

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 el desarrollo 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.

Romero Fernández, Alejandro Guillermo

Es argentino, Licenciado en Filosofía por la Universidad Central de Venezuela, miembro de la Asociación Latinoaméricana de Filosofía y Ciencias Sociales ASOFIL, y de la Fundación Proyecto Económico y profesor de la Universidad de Buenos Aires. Ha publicado varios artículos en revistas nacionales y extranjeras. Participó de los libros "Memoria de la deuda" (Carlos Juliá, ed. Biblos, Buenos Aires 2001); "Latinoamérica en diálogo" (Alzuru y Bracho compiladores, ed. Faces, UCV, Caracas 2008); "Fragmentos de un hacer" (Jonatan Alzuru compilador, ed. Bid&Co, Caracas 2010), y "Diálogos Interdisciplinarios en torno a la Pandemia de COVID 19" (AAVV, ed. CONICET-RITS, Buenos Aires, 2023). Es coautor de los números 9 y 10 de la revista-libro "Peronistas para el Debate Nacional" (ediciones CEPAG, Buenos Aires, 2009 y 2010). Y es autor de "Poder ¿qué?: aproximaciones filosóficas para una reconstrucción del vivir en común."(Circular ediciones, Buenos Aires, 2018). Formó parte del Centro de Estudios Socioeconómicos y Sindicales CESS, fundado por el Movimiento de Trabajadores Argentinos y de la Secretaría de DDHH de la Corriente Federal de Trabajadores. Coordinó el grupo de reflexión interdisciplinaria de PROSAHI, Hospital Italiano. Ha participado de distintos congresos y grupos de trabajo en el país y en el exterior.

Schroeder, Ivana

Licenciada en Psicología (UNC) y Especialista en Gestión de Organizaciones sin fines de Lucro (UCC). Codirige proyectos de investigación vinculados a la gestión del desarrollo y el cambio organizacional, y en temáticas asociadas a los procesos de innovación y aprendizaje en organizaciones y equipos. Su trayectoria docente incluye la capacitación y formación en temáticas vinculadas al desarrollo de personas, equipos y organizaciones. Docente en Facultad de Psicología (UNC), y Facultad de Ciencias de la Salud (UCC). Docente del Instituto de Ciencias de la Administración ICDA (UCC), en Maestría en Dirección de Empresas, Especialización en Dirección Pública, Especialización en Dirección Estratégica de Recursos Humanos y Programas de Formación Directiva; y Maestría en

Agronegocios y Alimentos, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UCC). Cuenta con más de 15 años de experiencia en asesoría técnica en procesos de cambio en organizaciones diversas, entre ellas: pymes, empresas familiares, grupos de producción cultural, organizaciones sociales, organizaciones del sector público, instituciones educativas, sociedades emprendedoras, entre otras.

Solari, Hernán

Es licenciado y doctor en física por la Universidad de Buenos Aires, habiendo estado ligado a ella como docente auxiliar y profesor por 39 años. Sus estudios fueron evolucionando desde la hidráulica aplicada hasta la filosofía, pasando por la física nuclear (pura y aplicada), física de los lasers, matemática aplicada, ecología y eco-epidemiología-matemática. Publicó dos libros sobre sistemas dinámicos ambos en colaboración con Mario Natiello y el primero de ellos también con Gabriel Mindlin. Introdujo y dictó los primeros cursos de Dinámica no-lineal y de Sistemas complejos en la FCEN-UBA. Actualmente es investigador del IFIBA (UBA-CONICET) y forma parte de la Red de Investigaciones Traslacionales en Salud (RITS) del CONICET desde donde impulsa la mirada interdisciplinaria.

Rolando García (1919-2012) fue uno de los pioneros del pensamiento latinoamericano de los sistemas complejos, contribuyó al desarrollo de la epistemología genética junto a Jean Piaget, lideró la gestión pública de la ciencia y la tecnología en la Universidad de Buenos Aires entre 1958 y 1966 y fue uno de los primeros en investigar el cambio climático.

La ciencia y la política tienen serias limitaciones para pensar y comprender los problemas complejos de las sociedades contemporáneas. La investigación interdisciplinaria de sistemas complejos propuesta por Rolando García ofrece una alternativa teórica y práctica para construir una nueva alianza entre las ciencias y la política.

Esta obra colectiva constituye un esfuerzo sistemático por desarrollar creativamente los planteos más originales de Rolando García: la relación entre ciencia y política, conocimiento y acción, universidad y educación, interdisciplina y complejidad, epistemología y ética, sociedad y futuro, ciencia y democracia. Se trata de una apuesta epistemológica y política para actualizar y resignificar la vigencia y el legado del pensamiento de Rolando García y el enfoque de los sistemas complejos como interfaz crítica y constructiva entre la ciencia, la política y la sociedad en el siglo XXI.

CEL
Comunidad Editora Latinoamericana

ISBN 978-987-48927-5-1

Colección Conocer y actuar en la complejidad