



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA DE POSTGRADO**

**SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. APROXIMACION A
LA COMPLEJIDAD SOCIOCIENTIFICA CONTEMPORANEA**

El caso de la Antropología Social chilena entre los años 1989 y 2011.

Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Sociales

RONALD CANCINO SALAS

**Director:
DR. Manuel Vivanco**

Santiago de Chile, Julio 29 del año 2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que esta tesis es producto de mi propio trabajo y que no contiene ningún material aceptado para la obtención de otros grados en otras instituciones. Tampoco contiene material redactado anteriormente y/o publicado por otras personas, a excepción de los elementos citados con las debidas referencias.



firma

Ronald Cancino Salas

AGRADECIMIENTOS

He de agradecer al Programa de Becas de Doctorado Nacional de Conicyt, por la beca recibida. Quizás el modelamiento permita responder la pregunta, inventada hace unos años en Asamblea de estudiantes de Doctorado en FACSO: ¿Capital Humano Avanzado o Avance del Capital?

A mi familia. A mi amada esposa, quien ha sabido escuchar mis obsesiones e insistentes y delirantes relatos de avances y retrocesos. Me animó a girar algo el rumbo, y dejar así fluir el cráneo.

A mis hijas Sofía Cancino y Emilia Cancino, quienes en sus etapas de vida, se acercan a la ciencia y el arte.

A mi profesor Director de Tesis, el Dr. Manuel Vivanco, por su apertura, apoyo y certeros, pero complejos, comentarios. Me ha hecho comentarios que, luego de un año, he visto nacer en mi texto.

A Juan Razeto, amigo ya, con quien hemos compartido intensas sesiones de modelamiento y programación.

A mis compañeros de generación de doctorado. Especialmente al grupo de los ROBOT: el Dr. Aníbal Corrales y el Dr. Juan Jiménez.

A mis amigos científicos de la Araucanía, con quienes hemos compartido conversaciones, debates y lecturas. Especialmente al Dr. Mauricio García y a Marco Berland.

A mis padres, quienes me han recibido de brazos abiertos en cada viaje e inculcaron esto de estudiar. A mis hermanos y sus familias. Especialmente a mi hermana Javiera Cancino, quien me ha ayudado a representar modelos gráficamente. A Gabriel, mi sobrino, que ha nacido cuando termino esta tesis. Siento no haber estado ahí. Estaba en mundos simulados.

A mis compañeros del Grupo de Estudios Complejidad, Cultura, Ciencia y Tecnología del Centro de Investigaciones Sociales del Sur, con quienes compartimos intereses y voluntades. Especialmente a José Coloma, mi tesista de Magister, quien articula incansablemente teoría, metodología y praxis. A Juan Carlos Imio, y Luis Ortiz, quienes en sus distintas etapas formativas han delirado con estos temas. Algún día estarán en estas.

A la música, que me ha acompañado horas de horas. En especial, a David Bowie, vuelto Blackstar este 2016. El modelo aquí presentado debió llamarse Blackstar.

BECAS

La presente tesis, y la formación doctoral asociada, ha sido apoyada por el Programa de Becas de Doctorado Nacional de Conicyt, 2011-2015.

“Al haber perdido su gran sueño unificador, la ciencia actual ha llegado a ser más permeable a lo que es exterior a ella, tiene una mayor relación de interacción con su exterior...Sus proposiciones son poco separables del medio en el que son enunciadas. Y ella misma parece inseparable, en su totalidad y en su movimiento, de una forma de cultura determinada que la hace posible y mantiene su desarrollo.”

*George Balandier (1991),
El desorden. La teoría del caos y las ciencias sociales, (pág. 40).*

ÍNDICE DE CONTENIDO

PRESENTACION. HACIA LA COMPLEJIDAD SOCIOCIENTIFICA.....	11
EL PROBLEMA: la complejidad de los sistemas de ciencia y tecnología	16
CAPÍTULO 1. GRADIENTES DE COMPLEJIDAD SOCIOCIENTÍFICA. LOS ESTUDIOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.	26
Presentación. Dos hipótesis sobre los estudios de la ciencia	27
Gradientes de complejidad en los estudios sociales de la ciencia. Anillos neutrales, constructivistas y complejos en los estudios de la ciencia	31
1. Un anillo exterior. Enfoques generalistas y fundacionales. El conocimiento y sus condicionantes sociales en Mannheim y Durkheim-Mauss.....	31
2. Un anillo normativo. Fundamentos sociológicos de una sociología de la ciencia.....	35
3. Un anillo relativista y constructivista.	37
4. Un anillo complejo en los estudios de la ciencia	45
5. Conclusiones del capítulo. Requerimientos y posibilidades para una modelación sistémica, adaptativa y compleja de la ciencia.....	51
CAPÍTULO 2. LA CIENCIA COMO SISTEMA ADAPTATIVO COMPLEJO.	54
1. Convergencias teóricas: mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales.....	55
2. Descripción general del modelo teórico	56
2.3.1 La noción de agente y redes de agentes	60
2.3.2. Procesamiento y decisiones sociocognitivas:	60
2.3.3. Sobre los marcos normativos	61
2.3.4. Autorreferencialidad y Heterorreferencialidad en ciencia.	63
2.3.5. El conocimiento científico como fenómeno emergente:	64
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE MODELADO Y SIMULACION SOCIAL DE SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS DE CIENCIA Y TECNOLOGICA.	66
1. Requerimientos metodológicos	67
2. Metodologías en uso en los estudios de la ciencia y la tecnología.....	68
3. Requerimientos técnicos. La modelación basada en agentes: Simulación Modal por Escenarios.....	70
4. La noción de agente.	75
5. Etapas, métodos y técnicas utilizadas	77
6. Protocolo de Grimm para la modelación basada en agentes	79
6.2. Visión General	79
6.3. Entidades, atributos y escalas	80
6.3.1. Estructura del modelo (niveles).....	80
7. Diseño Conceptual.....	85
8. INICIALIZACION DEL MODELO SAC-CT.....	90
CAPITULO 4. RESULTADOS. EL MODELO SACCT-1 EN MARCHA. LA ANTROPOLOGIA SOCIAL CHILENA COMO SISTEMA ADAPTATIVO COMPLEJO	99
1. Presentación.....	100
2. La antropología social chilena. Una pregunta en el debate: ¿un campo consolidado o en consolidación?.....	102
3. Lo Emergente. Heterogeneidad en la antropología social chilena, diversificación de Líneas de Investigación científica y especialización intra líneas de investigación.	111
Líneas tradicionales y consolidadas	119
Líneas de investigaciones consolidadas, tradicionales y pequeñas:	124
Líneas de investigaciones nuevas y consolidadas.....	126
Líneas de investigación con poca sostenibilidad.....	129
Líneas de investigación nacientes.....	132

4. Panorama sintético: especialización y colaboración.	134
5. La explicación de lo emergente. Simulación social de redes, aprendizaje, memoria y evolución de líneas de investigación.	141
6. Redes complejas de investigación y publicación: la activación de mecanismos sociales y cognitivos en la antropología social chilena (1988-2011)	146
6.1. De los agentes a los micro-redes sociales, de los temas a las redes de investigación, de las palabras a las micro redes de publicación	146
6.2. Estrategias adaptativas y decisiones sociocognitivas de los agentes en la antropología social chilena (1988-2012)	152
Líneas de investigación tradicionales y consolidadas:	156
Líneas de investigaciones consolidadas, tradicionales y pequeñas:	158
Líneas de investigaciones nuevas y consolidadas.....	160
Líneas de investigación con poca sostenibilidad.....	161
Líneas de Investigación nacientes	163
7. Aprendizaje y memoria cognitiva: un efecto macro de los mecanismos y las estrategias adaptativas.	165
8. Sobre la evolución: Autorreferencialidad y Heterorreferencialidad	167
9. Discusión de Resultados	173

CONCLUSIONES. SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA: MECANISMOS MORFOGENETICOS MULTINIVELES, APRENDIZAJE Y RETROACCION.....	179
i. Diseño de Modelos de gestión de datos e información científica y tecnológica para los estudios de la ciencia y la simulación social en estudios de la ciencia.....	183
ii. Articulación a procesos de diseño y gestión de políticas de ciencia, tecnología e innovación.	184
iii. Construcción de una teoría general sobre la ciencia en la óptica de la complejidad sociocientífica:.....	185
iv. BIBLIOGRAFIA.....	186

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características y mecanismos de la complejidad sociocientífica	18
Tabla 2. Etapas Modelo SACCT-1	77
Tabla 3. Número de agentes para inicialización Modelo SACCT-1.....	91
Tabla 4. Distribución de agentes por instituciones	91
Tabla 5. Distribución de agentes según ubicación geográfica	92
Tabla 6. Indicadores para la Modelación de Sistemas Adaptativos Complejos de ciencia y tecnología.....	95
Tabla 7. Número de proyectos y publicaciones, Antropología Social Chilena (1988-2011)	113
Tabla 8. Indicadores de Red cognitiva, Proyectos Fondecyt y publicaciones en la Antropología Social Chilena, 1988-2011.....	113
Tabla 9. Indicadores de red de agentes, Proyectos Fondecyt y publicaciones en la Antropología Social Chilena, 1988-2011.....	113
Tabla 10. Tipos de Líneas de Investigación en la Antropología Social Chilena (1988-2011).....	118
Tabla 11. Indicadores de redes Proyectos Fondecyt y Publicaciones en la Antropología Social Chilena (1988-2011).....	119
Tabla 12. Indicadores de especialización y colaboración científica según Líneas de Investigación.....	137
Tabla 13. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados	155
Tabla 14. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación tradicionales y consolidadas	156
Tabla 15. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación tradicional y consolidada.....	157

Tabla 16. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas.....	159
Tabla 17. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación consolidada, tradicional y pequeña.....	159
Tabla 18. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación nuevas y consolidadas.....	160
Tabla 19. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigaciones nuevas y consolidadas.....	161
Tabla 20. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación con poca sostenibilidad.....	162
Tabla 21. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación con poca sostenibilidad.....	162
Tabla 22. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación nacientes.....	163
Tabla 23. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación con poca sostenibilidad.....	163

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de proyectos y publicaciones por período.....	93
Gráfico 2. Número de proyectos y publicaciones en la Antropología social chilena (1988-2011),.....	118
Gráfico 3. Indicadores de red, temas de proyectos de investigación, Antropología social chilena (198-2011), según líneas de investigación.....	118
Gráfico 4. Indicadores de red, palabras clave-publicaciones, Antropología social chilena (198-2011), según líneas de investigación.....	118
Gráfico 5. Especialización y colaboración científica en proyectos Fondecyt de Líneas de Investigación en la Antropología social chilena (1988-2011).....	138
Gráfico 6. Especialización y colaboración científica en proyectos Fondecyt de Líneas de Investigación en la Antropología social chilena (1988-2011).....	138
Gráfico 7. Número de Agentes-proyectos.....	147
Gráfico 8. Número de micro-redes de grupos de proyectos de investigación.....	147
Gráfico 9. Número de agentes-publicaciones.....	147
Gráfico 10. Número de redes de autoría en publicaciones.....	147
Gráfico 11. Densidad agentes proyectos.....	149
Gráfico 12. Modularidad Agentes proyectos.....	149
Gráfico 13. Densidad agentes publicaciones.....	149
Gráfico 14. Modularidad agentes-publicaciones.....	149
Gráfico 15. Densidad Temas Proyectos Reales Y Simulados.....	150
Gráfico 16. Densidad Palabras Publicaciones Reales Y Simulados.....	150
Gráfico 17. Modularidad Temas Proyectos Reales Y Simulados.....	151
Gráfico 18. Modularidad Palabras Publicaciones Reales Y Simulados.....	151
Gráfico 19. Aprendizaje Científico, Potencial y acervo de conocimiento en la antropología social chilena (1988-2011).....	166
Gráfico 20. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Real.....	170
Gráfico 21. Mecanismos Autorreferenciales según Escenario Real y Simulados.....	170
Gráfico 22. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Baja Integración Cognitiva y Socio Históricos (BIC-SH).....	171
Gráfico 23. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Alta Integración Cognitiva y Socios Históricos (AIC-SH).....	171
Gráfico 24. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Baja Integración Cognitiva y Socio Contingente (BIC-SC).....	171
Gráfico 25. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Alta Integración Cognitiva y Socio Contingentes (AIC-SC).....	171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo Teórico Sistemas Adaptativos Complejos de Ciencias y Tecnología.	59
Ilustración 2. Simulación Modal de Escenarios.....	73
Ilustración 3. Organización interna de un agente científico-técnico	76
Ilustración 4. Flujo de procesos de las operaciones del Modelo SACCT-1	89
Ilustración 5. Red De Temas Proyectos Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)....	114
Ilustración 6. Red De Palabras Publicaciones Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)	114
Ilustración 7. Red De Agentes Proyectos Global, Antropología Social Chilena (1988-2011) .	115
Ilustración 8. Red De Agentes Publicaciones Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)	115
Ilustración 9. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Comunicad Andina, Antropología social chilena (1988-2011).	122
Ilustración 10. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Comunicad Andina, Antropología social chilena (1988-2011).....	122
Ilustración 11. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Sociedad Mapuche, Antropología social chilena (1988-2011).....	122
Ilustración 12. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Sociedad Mapuche, Antropología social chilena (1988-2011).....	122
Ilustración 13. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Identidad-Género, Antropología social chilena (1988-2011).	123
Ilustración 14. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Identidad-Género, Antropología social chilena (1988-2011).....	123
Ilustración 15. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Kawesqar, Antropología social chilena (1988-2011).	125
Ilustración 16. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Comunicad Andina, Antropología social chilena (1988-2011).....	125
Ilustración 17. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Religiosidad, Antropología social chilena (1988-2011).	125
Ilustración 18. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Religiosidad, Antropología social chilena (1988-2011).....	125
Ilustración 19. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Jubilados, Antropología social chilena (1988-2011).	127
Ilustración 20. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Jubilados, Antropología social chilena (1988-2011).....	127
Ilustración 21. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Migraciones, Antropología social chilena (1988-2011).	127
Ilustración 22. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Migraciones, Antropología social chilena (1988-2011).....	127
Ilustración 23. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Conflictos Socioambientales, Antropología social chilena (1988-2011).	128
Ilustración 24. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Conflictos socioambientales, Antropología social chilena (1988-2011).	128
Ilustración 25. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Paisajes estuariales, Antropología social chilena (1988-2011).	130
Ilustración 26. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Investigación Paisajes estuariales, Antropología social chilena (1988-2011).	130
Ilustración 27. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Educación, Antropología social chilena (1988-2011).	130
Ilustración 28. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Educación, Antropología social chilena (1988-2011).....	130
Ilustración 29. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Semiologías contemporáneas, Antropología social chilena (1988-2011).....	131
Ilustración 30. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Semiologías contemporáneas, Antropología social chilena (1988-2011).	131
Ilustración 31. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Cooperativismo, Antropología social chilena (1988-2011).	131
Ilustración 32. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Cooperativismo, Antropología social chilena (1988-2011).....	131

Ilustración 33. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Balleneros, Antropología social chilena (1988-2011)	132
Ilustración 34. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv Balleneros, Antropología social chilena (1988-2011).....	132
Ilustración 35. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Conflictos Patrimoniales, Antropología social chilena (1988-2011).	133
Ilustración 36. Metodología de Simulación modal de escenarios	142
Ilustración 37. Agentes	147
Ilustración 38. Red Compleja De Agentes	147
Ilustración 39. Estrategias adaptativas de agentes y redes de agentes científicos en escenarios de simulación.....	154
Ilustración 40. Modelación sistémica del proceso morfogénico de emergencia del conocimiento científico. El caso de la Antropología social chilena (1988-2011).....	176
Ilustración 41. Modelo de procesos para la gestión de datos de investigación e información científica en estudios de la ciencia.	183

PRESENTACION. HACIA LA COMPLEJIDAD SOCIOCIENTIFICA.

1. En la actualidad, la ciencia experimenta transformaciones en diversos niveles. Por un lado, las tecnologías de la información y el propio desarrollo científico, generan un escenario de patrones de colaboración científica y configuración de redes globales de investigación que han transformado las bases organizacionales de la ciencia. Por otro, las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), en sus diversos modos y enfoques -de sistemas, de triple hélice, de modos de producción de conocimiento, entre otros- intentan orientar las trayectorias científicas a prioridades o escenarios locales, nacionales y/o globales deseados. Desde la lógica normativa del ideario moderno se incentiva a la ciencia al desarrollo de soluciones tecnocientíficas para las señales de problemas y oportunidades¹. Junto a ello, las nuevas modalidades de captura, almacenamiento, procesamiento y diseminación de datos de investigación e información científica, transforman la producción –si es que no la naturaleza misma– del conocimiento científico². En síntesis, se trata de una transformación en los modos de organización, producción, distribución e impacto del conocimiento científico-técnico.

2. Todo esto, hace comprensible las crecientes aproximaciones sobre la complejidad, en los diversos modos de entender este concepto, del fenómeno científico-técnico en aquellas sociedades que estarían en tránsito, o habrían logrado ya arribar a la llamada sociedad del conocimiento. Se trata, de hecho, de la pregunta por las características de esa llamada sociedad del conocimiento. Desde aproximaciones sobre el cambio en la estructura de la industria (Bell, 1992), la noción de valor-conocimiento (Sakaiya, 1995), el cambio del rol y estructura de la información (Castells, 2002), la comprensión del conocimiento como productor de riesgos (Beck, 1998), el conocimiento

1 Hay aquí una secuencia de modelos de concepción de la relación ciencia, tecnología y desarrollo, marcados por una profunda asimetría y normatividad teórica en la comparación entre sociedades. Los modelos de infraestructura y transferencia de tecnologías, institucionalidad, pobreza y sustentabilidad, y competitividad, requieren modelos de concepción de sociedad, o cultura, para definir su normatividad. Esta referencia a lo cultural, es siempre asimétrica en la óptica del desarrollo. Cfr. Vessuri y Cancino (2016) *Science and Technology in Development*. Oxford Encyclopedia of Anthropology (en prensa).

2. El conocimiento no se produce hoy tan solo en la observación de lo "real", ni en su observación mediada tecnológicamente, sino que además, los científicos pueden disponer de los datos de otros, y en red, construir colectivamente ese "real". La ciencia parece estar cambiando su propia naturaleza, hoy se investigan fenómenos producidos tecno-científicamente.

como dispositivo auto organizador en el seno de la sociedad contemporánea (Luhmann, 1996; Leydesdorff, 2001), es que se han multiplicado en las ciencias sociales explicaciones sobre estas transformaciones. Por ello, se hace comprensible que en diversos campos de investigación (al menos, en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, en la epistemología, en los estudios de política), se haga presente, si bien de modo polisémico, el problema de la complejidad.

3. Al interior del campo de los estudios sociales de la ciencia, se trata de lo que podría denominarse una “gradiente de complejidad en la relación ciencia-sociedad”. La mirada Mertoniana sobre la neutralidad y autonomía de la ciencia (Merton, 1987, 1980), es discutida en un desplazamiento de la investigación desde la lógica relativista radical (Bloor, 1976), a enfoques constructivistas (Knorr-Cetina, 1981) a la estructura de campos científicos (Bourdieu, 2003), y a enfoques centrados en la dinámica de controversias científico-técnicas, ya sea en una lógica de primer orden (Bijker, Hughes y Pinch, 1987) o de segundo orden (Latour, 2008). En estas líneas de investigación, se busca dar cuenta de los mecanismos sociales que hacen comprensible el resultado de la actividad científica. Es en estos nuevos enfoques donde es posible identificar esfuerzos por develar los mecanismos que hacen comprensible la ciencia no tan solo como un resultado, sino como un fenómeno emergente, en la noción de la complejidad de la comunicación del conocimiento científico (Leydesdorff, 2000) y, en las aproximaciones desde la óptica de los Sistemas Adaptativos Complejos para modelar la dinámica del cambio científico (Gilbert, 1997; Pyka, Gilbert y Arwheiler, 2007).

4. En la epistemología, se observa también una progresiva consideración de mecanismos que van comprendiéndose como fenómenos complejos. Desde la mirada internalista de Popper (quien abre también un enfoque evolucionista “internalista”), a la consideración de la noción de Paradigma en Kuhn (1983), así como en la mirada sobre un espacio de cambio variable en Lakatos (1987), se abren enfoques que conciben los mecanismos que incidirían en la evolución de las teorías científicas. Así, en la Epistemología Evolucionaria, se concibe la existencia de mecanismos cognitivos en las relaciones entre

variación/selección, entendida como un “mecanismo de variación ciega y retención selectiva” (Campbell, 1999, 1988), donde la ciencia deviene en un espacio multijerárquico de cambios operados en mecanismos cibernéticos recursivos de variación/selección. En Hull (1988), se concibe el mecanismo de selección de teorías, como un proceso autoorganizador, donde convergen las relaciones entre el individuo científico, su comunidad y los mecanismos de selección de teorías científicas. Aquí, la noción de complejidad opera como la existencia de un espacio científico jerárquico, donde la cooperación/competencia genera variaciones en las estrategias de selección de teorías científicas.

5. Por otra parte, en la literatura de gestión de la ciencia y la tecnología, ha existido una secuencia de modelos que orientan el modo como incidir en las prioridades científicas, en las modalidades de colaboración científica, o en las prioridades tecnológicas e industriales. Es en el paso de concepciones neoclásicas del cambio técnico a miradas que observan la relación entre componentes sociotécnicos y socio institucionales en los paradigmas tecnoeconómicos, donde emerge el problema de la no linealidad en la relación entre las dimensiones tecnológicas, y científicas, y las dimensiones sociales. Así, es en la noción de path dependence (Dosi, 1982) y la consideración en la economía evolucionaria de los skills y mecanismos de variación/selección del cambio técnico (Nelson y Winter, 1982), donde comienza a concebirse el problema de la complejidad. De este modo, se explora en la literatura, respecto de la utilidad de las ciencias de sistemas para el análisis y gestión de políticas de ciencia, tecnología e innovación. Se propone aquí su utilidad –especialmente la modelación– para indagar en el futuro de la ciencia y la tecnología, y para la evaluación de impactos sociales y el análisis de la aceleración del cambio técnico y científico (van den Beselaar, Borner y Scarnshorst, 2012).

6. Pareciera entonces que ocurre con la ciencia (y el conocimiento sobre ella) algo clave en la contemporaneidad. Lo que puede denominarse el **desplazamiento de las bases del conocimiento**, implica que no solo ha cambiado la inserción o inscripción social de la ciencia, si no también sus bases epistémico-cognitivas. Ocurre un “doble movimiento” en la ciencia

contemporánea. Cambia su modo de mirar, cambia aquello que mira: la ciencia nace como espacio explicativo y promesa de despliegue de lo moderno, pero en su desarrollo, la promesa genera la puesta en cuestión de lo prometido. Es lo que Dupuy ha denominado la lógica de la “contraproductividad” (Dupuy, 1979). La mirada sobre la complejidad de las relaciones ciencia-sociedad, cobra aquí una dimensión nueva: el conocimiento como mecanismo reflexivo de descripción de la sociedad, otrora espacio de legitimación y producción de novedad respecto de la sociedad (motor del progreso y liberación), ahora se concibe como el espacio de producción de amenazas a la propia promesa previamente construida. Así, se hacen comprensibles las nociones de científicización reflexiva (Beck, 1998) y la transformación del conocimiento en “Bestia” (Badiou, 2005), amenaza productora de violencia (Zizek, 2008), creadora de fragmentación sociotécnica (Jameson, 1991).

7. Se trata entonces de lo siguiente: la ciencia, como fenómeno contemporáneo, resiste las descripciones unívocas, pues articula siempre una doble operación: se trata de agentes, que se articulan en un marco institucional, tensionados por las dinámicas de la sociedad en las cuales están insertos y la creciente internacionalización; pero también se trata del conocimiento producido, sus dinámicas cognitivas de transformación, y sus efectos e impactos en la sociedad. Lo producido –conocimiento–, vuelve a actuar sobre aquellos que lo producen, pero también sobre la sociedad. Allí radica la complejidad sociocientífica.

8. El conocimiento es un fenómeno emergente –emerge de las relaciones entre agentes científicos y entre estos y los contenidos cognitivos, que operan en marcos institucionales diversos–, retroacciona sobre los agentes, su marco institucional, el conocimiento y las propias tensiones sociales. Lo emergente en este sentido, es un fenómeno empírico, aquello que observamos en lo social. En ciencia, se trata de la estructura del conocimiento científico, y su dinámica. Es respecto de esto, que la tesis doctoral propone construir una aproximación teórica y metodológica sobre el problema de la complejidad en las relaciones ciencia-sociedad: la complejidad sociocientífica. Se propone que, **en la emergencia del conocimiento científico, operan en conjunto dos clases de**

mecanismos: heterorreferenciales y autorreferenciales. Los primeros, refieren a procesos activados desde los marcos institucionales que regulan e incentivan la actividad científica, mientras que los segundos refieren a los procesos que los agentes científicos generan a partir de sus propios intereses sociocognitivos. El primero, es la tensión de la política científica, el segundo, la huella del hallazgo de conocimiento. Por ello, la ciencia en la sociedad aparece como un entramado de conocimientos, redes de colaboración, patrones de especialización, reglas e incentivos, entre las cuales emerge la estructura cambiante del conocimiento científico.

9. La noción de Sistemas Adaptativos Complejos (Holland, 2004) permite indagar en la relación entre mecanismos que producen el conocimiento científico como fenómeno emergente: las interacciones entre agentes (redes de agentes) y las clasificaciones (redes de contenidos de conocimiento), se vinculan mediante mecanismos auto y heterorreferenciales, que concurren en la producción de conocimiento. En el modo como se articulan estos mecanismos, operan procesos de adaptación (los agentes modifican sus estrategias para establecer redes y seleccionar contenidos de conocimiento) y aprendizaje (los agentes al vincularse, incorporan en su memoria, agentes y contenidos de conocimiento). Al retroaccionar el conocimiento sobre los agentes, su carácter emergente, deviene en “emergencia recursiva” (Vivanco, 2010).

10. En esta senda, la tesis doctoral explora una metodología de modelamiento que articula métodos y técnicas de vigilancia científica, bibliometría, análisis de redes sociales y modelación y simulación social (Modelación basada en agentes), orientada a testear los principios teóricos del modelo “Sistemas Adaptativos Complejos de ciencia y tecnología” (SACCT-1). Esta metodología, permite identificar el modo como se relacionan los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales que inciden en la estructura del conocimiento en una disciplina, esto es, los mecanismos que le hacen emerger y cobrar dinámica. De este modo, la tesis propone un modelo teórico y una metodología capaz de analizar, a posteriori, disciplinas científicas para comprender los mecanismos que en ella operan y hacen comprensible el actual estado del conocimiento.

En lo que sigue, se propone un primer examen de la ciencia como un sistema complejo que permite una delimitación del problema de investigación que la tesis doctoral propone abordar.

EL PROBLEMA: la complejidad de los sistemas de ciencia y tecnología

1. Considerar las relaciones ciencia-sociedad desde la óptica de los sistemas complejos, viene siendo un campo de desarrollo reciente en la literatura. De un lado, Leydesdorff, extiende la teoría matemática de la comunicación para el desarrollo de un modelo cuantitativo de análisis del sistema de comunicaciones científicas (Leydesdorff, 1995), así como para analizar las relaciones entre producción científica, redes y entornos productivos, en la llamada triple hélice (op.cit. 2006). Herbert Simon, inicia el desarrollo de simulaciones cognitivas del descubrimiento científico (Simon, 1981); Thagard, elabora un modelo de ciencia basado en la filosofía computacional de inteligencia artificial distribuida; Gilbert (1998, 2006), desarrolla la noción de “kene” para testear las principales tesis sobre la ciencia, abriendo los enfoques adaptativos, junto a los desarrollos sobre sistemas adaptativos complejos y la noción de autoorganización de Kluver (1998); Kúpers (1998) y la concepción de la ciencia como una red de agentes que genera y valida redes de conocimientos (Borner, et.al., 2012).

2. En este conjunto de aproximaciones, se trata de las consecuencias teóricas y metodológicas de concebir a la ciencia como un sistema complejo. Si bien, cuando se inicia la modelación de la ciencia, se trataba de producir “máquinas de descubrimiento científico” (programas capaces de descubrir verdades), en el desarrollo de esta “vía computacional” (Simon, 1981), se trata posteriormente de producir modelos para develar los mecanismos que hacen comprensible las dinámicas de creación y diseminación de conocimiento, o, el problema de los resultados científicos: las publicaciones científicas. En ambos casos, se trata de un problema común: el conocimiento científico, sería un resultado emergente de un conjunto de mecanismos que interactúan para producirlo. Esto producido, retroacciona sobre sus condiciones locales de producción. Por ello, los

mecanismos que generarían eso emergente, requieren ser investigados en sus dinámicas internas tanto cognitivas, como sociológicas, así como en los mecanismos de política que intentan orientarla.

3. Se trata en definitiva, de abordar en conjunto, los mecanismos sociales y cognitivos que, en redes locales que hacen emerger el conocimiento científico en un marco de sistemas de ciencia y tecnología, de modo tal que sea posible modelar lo emergente y sus retracciones sobre esas configuraciones locales, aproximándose así en los estudios de la ciencia, a lo que Vivanco (2014), denomina “Emergencia recursiva”. En este contexto, la tesis doctoral quiere aportar a las ciencias sociales produciendo una fertilización cruzada de dilemas propios de los estudios de la ciencia, la modelación de la complejidad, utilizando aprendizajes de la modelación de sistemas adaptativos complejos de ciencia y tecnología, respecto de lo cual se propondrá la noción de complejidad sociocientífica: un sistema científico-técnico en el cual sus resultados emergentes son el resultado de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales que inciden en las estrategias de los agentes que en el sistema, convirtiéndose en un entramado ciencia-sociedad que produce complejidad. La tesis doctoral así, necesita elaborar una arquitectura teórica y metodológica, que permita modelar la complejidad sociocientífica. Y ello se testeará en el caso de la producción de proyectos y publicaciones científicas de la Antropología Social chilena entre los años 1988 y 2011.

4. Un primer examen entonces, debe indicar si el análisis de una disciplina científica puede ser analizada a la luz de algunos principios de la teoría de sistemas adaptativos complejos:

Tabla 1. Características y mecanismos de la complejidad sociocientífica

	Característica Central	Mecanismos de Complejidad Socio-científica
Agregación (emergencia)	Aparición de comportamientos complejos a partir de interacciones agregadas de agentes menos complejos	Las Líneas de investigación científica y los patrones de colaboración científica, son comportamientos complejos que emergen en las interacciones entre agentes científicos y contenidos de conocimiento.
No linealidad	El todo es más que la suma de las partes	Líneas de Investigación son más que la suma de las "selecciones" que los agentes científicos hacen en sus investigaciones (temas de proyectos de investigación, palabras clave de sus artículos científicos). Los Grupos y/o Redes de investigación son más que la suma de los científicos individualmente considerados.
Flujos	Unidades son nodos y conectores en relación	Los agentes (nodos), conforman redes de proyectos y publicaciones (flujos)
Diversidad – Coevolución	Convergencia y divergencia en relaciones entre agentes	El conocimiento converge/diverge en teorías y paradigmas. El conocimiento evoluciona generando heterogeneidad u homogeneidad.
Modelos Internos	Capacidad de anticipación del sistema	Los agentes científicos toman decisiones (realizan selecciones) respecto de que temáticas investigar, con quienes asociarse, que temáticas publicar y con quienes asociarse para ello
Adaptación	Capacidad de adecuación a entornos cambiantes	Las redes de agentes científicos generan una estructura cambiante de redes de temas de proyectos y palabras-publicaciones. Ambas se modifican en el tiempo en procesos de co-determinación, tanto entre sí como en relación a los incentivos y regulaciones de la política científica).
Multicausalidad	Causalidades multidireccionales	Las líneas de investigación son causadas por las decisiones (y sus evoluciones) de los agentes, su conformación en redes, las trayectorias de esas redes, así como por los incentivos de la política y la estructura del conocimiento ya generado con antelación. Las líneas de investigación son causadas por los intereses de los investigadores, las estrategias de otros investigadores, la coevolución de las citas, las lógicas de financiación, etc.

Fuente: Elaboración propia (2016), en base a Holland (2004) y Vivanco (2010).

5. La tesis doctoral propone explorar en estas dimensiones de la complejidad, a la luz de los planteamientos sobre Sistemas Adaptativos Complejos de Holland (2004) y la noción de emergencia recursiva de Vivanco (2010; 2014): **la ciencia constituye un sistema en el cual las líneas de investigación (un fenómeno emergente) son generadas por redes complejas (las redes, articulan redes de agentes en proyectos y publicaciones, que dan lugar a patrones de colaboración científica; articulan también un set de contenidos cognitivos expresados en temas de proyectos de investigación y palabras clave de publicaciones científicas). Por ello, el conocimiento es más que la suma de las partes (las líneas de investigación están más allá de las selecciones (de agentes, de contenidos) que los agentes individualmente considerados realizan (un agente selecciona a otros agentes -o es seleccionado- y selecciona temáticas y palabras clave de entre un set variable). Así, en la ciencia operan flujos: los agentes individuales (nodos), devienen en flujos (redes). Ello ocurre porque los agentes realizan selecciones (cuentan con modelos internos: crédito-credibilidad; circularidad de**

la observación/experiencia) respecto de otros agentes y respecto de temáticas de investigación (en proyectos cobra la forma de temas-proyectos y en publicaciones cobra la forma de palabras-publicaciones).

6. En este sentido, la dinámica morfogénica de la ciencia opera como un proceso en el cual se articulan mecanismos autorreferenciales (los agentes científicos buscan agentes y contenidos de conocimiento siguiendo sus intereses investigativos), con mecanismos heterorreferenciales (los agentes científicos operan incentivos de política que regulan procesos de asociatividad y disponen recursos mediante proyectos para realizar la investigación científica). Es en esos modelos internos donde los agentes articulan ambos mecanismos. La tesis propone un diseño conceptual de “Agente Científico”. Los agentes, al articularse en torno a proyectos y publicaciones, generan dinámicas de aprendizaje: los agentes, poseen un stock variable de contenidos científicos (su memoria cognitiva), y un stock variable de agentes con los cuales ha colaborado (una memoria social). Al articularse, mediante redes de proyectos y redes de publicaciones, los agentes ponen en marcha la memoria social y cognitiva: intercambian contenidos y agentes. Ello da lugar a un potencial de conocimiento (una red de contenidos cognitivos) que se actualiza y objetiva en el sistema científico: proyectos y publicaciones. Por ello, el conocimiento científico emergente es multicausado: es influido por las decisiones individuales (en el nivel micro), por los procesos que ocurren en las redes de agentes (nivel meso) y a su vez, estas decisiones inciden retroactivamente sobre la estructura del conocimiento (nivel macro), pero luego recursivamente sobre las propias dinámicas de los agentes.

7. En este contexto entonces, **la Tesis Doctoral, propone que una arquitectura teórica inspirada en la noción de Sistema Adaptativo Complejo, permita analizar los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales que inciden en la emergencia del conocimiento científico en una disciplina científica. Estos mecanismos, actuando en conjunto, hacen emerger redes complejas sociales y cognitivas, y se “condensan” en líneas de investigación científica. Se trata así de construir una arquitectura teórica y metodológica que permita testear estos**

principios teóricos. Para ello, se utiliza la Modelación basada en Agentes para modelar y simular –con datos reales– la dinámica de producción de proyectos científicos y publicaciones científicas, en el caso de la antropología social chilena, entre los años 1988 y 2011.

Para lo anterior, la tesis trabajará del siguiente modo:

7.1. El capítulo 1, propone una revisión del estado del arte. Explora en los principales enfoques disponibles en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. En primer lugar, se propone examinar estos enfoques identificando los suplementos teóricos y metodológicos que contienen: la distinción explicativa internalista/externalista (propia de este campo), puede ser mejor develada si se realiza sobre ella una operación: se la concibe como la distinción autonomía/heteronomía. Este análisis, permite identificar que a la base de los estudios sociales de la ciencia, se encuentra un problema respecto del estatuto y delimitación de las dimensiones “socioculturales” en la ciencia. En lo central: los mecanismos explicativos esconden o relativizan esas dimensiones. Lo definido en cada modelo como externo, opera en el interior de lo científico; aquello definido como interno, requiere lo externo. En segundo término, se desarrolla la hipótesis central del capítulo: se proponen 5 modelos teóricos, o “vectores” que organizan modos distintos de delimitación y puesta en relación de los elementos internos o externos a la ciencia. Se examinan los modos fundacionales, normativos, relativistas-constructivistas, sistémicos y “computacionales”. Se muestra así el modo como finalmente estos enfoques articulan lo interno y lo externo en una lógica de contención. En tercer lugar, y a partir de lo anterior, el capítulo culmina con un análisis de los requerimientos que genera la consideración de la coexistencia de un doble mecanismo de autonomía/heteronomía, y su expresión en la distinción internalismo/externalismo: Lo interno contiene lo externo, lo externo contiene lo interno. Ello entonces, introduce la necesidad de comprender los mecanismos que articulan ciencia, tecnología y sociedad en una óptica sistémica, compleja, pero también adaptativa: es necesario conocer el modo como se articulan los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales para hacer emerger el conocimiento científico, para así comprender como este evoluciona.

7.2. El capítulo 2, propone un modelo teórico denominado **Sistemas Adaptativos Complejos de Ciencia y Tecnología (SACCT-1)**: un sistema de ciencia y tecnología puede ser comprendido como un Sistema adaptativo complejo en tanto está compuesto por una red de agentes científicos que interactúan en un marco institucional específico (el sistema de ciencia y tecnología) que define reglas (para adjudicarse proyectos científicos y presentar publicaciones científicas) e incentivos (incide en el prestigio científico).

7.2.1. En las interacciones locales entre agentes, se generan redes (de proyectos, de publicaciones), proceso en el cual los agentes seleccionan a otros agentes y seleccionan contenidos de conocimiento (temas de proyectos, palabras clave de publicaciones), dando lugar a redes emergentes de agentes. El comportamiento en red de los agentes expresa los hallazgos teóricos de la noción de círculo crédito-credibilidad de Latour-Woolgar (1995), la lógica modal en arenas transepistémicas de Knorr-Cetina (2005) y la circularidad observación-experiencia de Knorr-Cetina (2005). Por ello, los agentes modifican sus posiciones en el sistema en la medida que aprenden (incorporan a su memoria a agentes con los cuales adjudica proyectos; y agentes con los cuales publica; incorpora a su memoria temas-proyectos y palabras-publicaciones). Se generan así, procesos de aprendizaje: los agentes en la interacción modifican sus capacidades actualizando su stock o memoria cognitiva (tienen un stock de contenidos de conocimiento) y su memoria social (tienen un stock de agentes ya conocidos y por conocer). En este proceso, se generan estrategias adaptativas: las redes generadas modifican su estructura, incidiendo en las posiciones de los agentes, y sus capacidades de selección. En este proceso, operan mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales: los agentes articulan las normas e incentivos de su “entorno” (el sistema científico de proyectos y publicaciones) con la búsqueda de creación de conocimiento que su propia lógica y aprendizaje ha generado.

7.2.2. **En el sistema adaptativo complejo de ciencia y tecnología, los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales operan en conjunto, generando aprendizajes (en el nivel micro), adaptaciones en redes (en el nivel meso), un potencial de conocimiento (nivel macro) y una estructura específica y cambiante del conocimiento científico (nivel meta).** Este nivel meta, fenómeno emergente, consiste en la estructura dinámica del conocimiento científico: una red de contenidos de conocimiento (redes de palabras clave de publicaciones) cuya forma se modifica en el tiempo, dando lugar a procesos evolutivos del conocimiento: se conforman líneas de investigación (que están más allá de las selecciones individuales que los agentes realizan).

7.3 El capítulo 3, propone una **metodología de modelado**. Se expone la metodología de modelación de sistemas adaptativos complejos de ciencia y tecnología utilizada en la investigación doctoral para testear empíricamente el modelo teórico.

7.3.1. Para situar la metodología, se propone que es necesaria la utilización de una Simulación Social, mediante la Modelación Basada en Agentes (MBA). Se exponen brevemente los usos metodológicos en los estudios de ciencia, para situar la MBA, y sus principales aplicaciones en los estudios de frontera.

7.3.2. A partir de ello, y utilizando el “Protocolo de Grimm” (Grimm, et. Al., 2006; 2010) para MBA³, se expone una descripción general del modelo aplicado a la producción científica y tecnológica en proyectos (FONDECYT) y publicaciones ISI y Scielo, entre los años 1989 y 2011 de la antropología social chilena. Se expone el propósito (identificar la incidencia de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales en la emergencia del conocimiento científico), las entidades (agentes científicos, proyectos científicos, publicaciones científicas), los procesos que en el ocurren (conformación de redes de agentes en proyectos, redes de agentes en publicaciones, redes de temas y redes de palabras), el orden temporal (iteraciones temporales entre 1989 y 2011), el diseño conceptual

³ El valor del protocolo es que define un estándar utilizado para la Modelación Basada en Agentes. Ello, facilitará la publicación del modelo, sus resultados y los datos que respaldan la simulación construida.

(que se entiende por agente científico, aprendizaje, adaptación, evolución, emergencia), el modo como se inicializa el modelo (la partida de la simulación) y los subprocesos. Se diseña una “simulación modal de escenarios: mediante el manejo de parámetros relativos a mecanismos sociales y cognitivos, se da lugar a escenarios:

7.3.3. Se diseña una “Simulación modal de escenarios”: mediante el manejo de parámetros relativos a mecanismos sociales y cognitivos, se da lugar a escenarios: En el caso del modelo, dado que interesa relacionar un plano de interacciones sociales (redes sociales), con un plano de “clasificaciones” (los contenidos cognitivos de la ciencia), se generan 4 escenarios mediante el manejo de parámetros: una modalidad en la cual los agentes se articulan con “socios” contingentes (disponibles en el momento “x”) y lo hacen con aquellos con los cuales tienen poca integración cognitiva (comparten pocas palabras de entre sus memorias cognitivas, son agentes o temas nuevos); un escenario de vinculación con socios históricos (con quien ya se ha asociado) y tienen baja integración cognitiva (comparten pocas palabras/temas de entre sus memorias cognitivas); un escenario de articulación con socios contingentes, pero con quienes tienen una alta integración cognitiva (comparten hartas (3-4) palabras/temas de entre sus memorias cognitivas, son socios o temas conocidos); y, un escenario de articulación con socios históricos y una alta integración cognitiva. Se identifican así las condiciones, en distintos escenarios, que dan lugar a resultados similares a lo real, y/o mediante la comparación, es posible mejor observar fenómenos en lo real.

7.3.4. Finalmente, se exponen los métodos y técnicas bibliométricas y de análisis de redes sociales, junto a un set de indicadores sintéticos que expresan el “volumen” e “intensidad” de las líneas de investigación, que se utilizan para comparar los resultados de la simulación social con el análisis de los datos “reales”: un análisis que se orienta a identificar las dinámicas de adaptación, aprendizaje, convergencia, divergencia y co-evolución existente entre las redes de colaboración científica (expresadas en patrones de colaboración en redes de proyectos y publicaciones científicas) y las redes cognitivas que emergen en la ciencia (expresada en patrones de especialización científica en las temáticas de

proyectos y las palabras claves de publicaciones). La simulación social así, se utiliza para testear los principios del modelo teórico propuesto. Todo ello, haría comprensible la estructura emergente del conocimiento científico en la antropología social chilena.

7.4. El capítulo 4, analiza los resultados del modelamiento y simulación social. Se comparan los resultados del análisis de los datos reales con los datos simulados.

7.4.1. El análisis de resultados se orienta a identificar el modo como los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales operan en los procesos de aprendizaje, adaptación y evolución del conocimiento científico emergente. Se proponen 14 líneas de investigación científica en la antropología social chilena. Estas, pueden ser clasificadas como nuevas, emergentes o consolidadas.

7.4.2. Respecto de ellas, se comparan los resultados del análisis de datos reales del caso (antropología social chilena, 1988-2011) con los resultados del análisis de la simulación social. Se utilizan indicadores de redes, de colaboración y de especialización científica para cada línea de investigación, respecto de sus contenidos cognitivos y de redes sociales. El análisis, se orienta a definir “escenarios”: se comparan resultados de la simulación social con el manejo de algunos parámetros definidos en el modelo. La simulación realizada, se propone denominarla “simularidad modal”: se simula la dinámica del sistema en 4 escenarios modales. La noción de “modal” es inspirada en Knorr-Cetina, quien define que los agentes científicos operan diversas “racionalidades” en el trabajo científico.

7.4.3. Los resultados así, comparan el análisis real con la simulación modal de escenarios. Ello permite, identificar algunos patrones que explican el modo como se articulan los mecanismos que dan lugar a estrategias adaptativas, las dinámicas del aprendizaje y la memoria social y cognitiva de los agentes y formas de la evolución de líneas de investigación. Con ello, es posible tanto validar el modelo teórico, como identificar las relaciones entre mecanismos auto

y heterorreferenciales que inciden en la estructura del conocimiento científico emergente.

7.4.4. Conclusiones, comparación y agenda de investigación. Las conclusiones, se orientarán a: hacer una revisión sintética de los principales hallazgos teóricos, metodológicos y empíricos de la investigación doctoral. Se propone aquí que la noción de complejidad sociocientífica, es una herramienta teórica y metodológica que permite aportar a las ciencias sociales cuando estas quieren abordar problemas relativos a la relación ciencia-sociedad. En lo particular, se propone que los estudios de la ciencia pueden “oxigenar” su producción utilizando nociones propias de los enfoques adaptativos y complejos, para abrir, mediante una simulación social modal, la caja negra de la ciencia. Finalmente, se identifican algunos desafíos de futuro para dar continuidad a la línea de trabajo iniciada.

CAPÍTULO 1. GRADIENTES DE COMPLEJIDAD SOCIOCIENTÍFICA. LOS ESTUDIOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

RESUMEN DEL CAPITULO

El capítulo, explora en los principales enfoques disponibles en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. En primer lugar, se propone examinar estos enfoques identificando los suplementos teóricos y metodológicos que contienen: la distinción explicativa internalista/externalista (propia de este campo), puede ser mejor develada si se realiza sobre ella una operación: se la concibe como la distinción autonomía/heteronomía. Este análisis, permite identificar que a la base de los estudios sociales de la ciencia, se encuentra un problema respecto del estatuto y delimitación de las dimensiones “socioculturales” en la ciencia. En lo central: los mecanismos explicativos esconden o relativizan esas dimensiones. Lo definido en cada modelo como externo, opera en el interior de lo científico; aquello definido como interno, requiere lo externo. En segundo término, se desarrolla la hipótesis central del capítulo: se proponen 5 modelos teóricos, o “vectores” que organizan modos distintos de delimitación y puesta en relación de los elementos internos o externos a la ciencia. Se examinan los modos fundacionales, normativos, relativistas-constructivistas, sistémicos y computacionales. Se muestra así el modo como finalmente estos enfoques articulan lo interno y lo externo en una lógica de contención. En tercer lugar, y a partir de lo anterior, el capítulo culmina con un análisis de los requerimientos que genera la consideración de la coexistencia de un doble mecanismo de autonomía/heteronomía, y su expresión en la distinción internalismo/externalismo: Lo interno contiene lo externo, lo externo contiene lo interno. Ello entonces, introduce la necesidad de comprender los mecanismos que articulan ciencia, tecnología y sociedad en una óptica sistémica, compleja, pero también adaptativa: es necesario conocer el modo como se articulan los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales para hacer emerger el conocimiento científico, para así comprender como este evoluciona.

“Es como si la sociedad se separara, como si cobrara una autonomía en relación a los individuos al tiempo que éstos la alimentan con sus acciones: a este movimiento lo llamaré...<<autoexteriorización>>. Todo sucede como si los hombres tomaran como referencias <<exteriores>> capaces de guiar sus acciones unas formas o unas regularidades, un orden que, de hecho, procede de ellos mismos: caracterizaré más adelante la lógica de esta producción endógena de una exterioridad por la expresión <<punto fijo endógeno>>”.

Jean Pierre Dupuy, El sacrificio y la Envidia. Pág. 28.

Presentación. Dos hipótesis sobre los estudios de la ciencia

1.1. La comprensión de la ciencia, y sus dimensiones o condicionantes sociales, vienen siendo ya un problema de larga data en las ciencias sociales. Pareciera que la ciencia, al desplegarse como promesa de transformación hacia la instauración de un orden social moderno, va generando su propia reflexividad: la ciencia comienza a pensarse a si misma. Y lo hace dibujando dos deslindes que recorren toda la historia de los debates teóricos: un deslinde interno, en aquellos que quieren defender la autonomía de la ciencia respecto de su entorno social; y, un deslinde externo, en aquellos que defienden la existencia de condicionantes sociales fuera de la ciencia, pero que inciden desde la organización a la comprensión del conocimiento científico mismo.

1.2. La investigación doctoral, propone que, en la sociedad contemporánea, la escisión entre estas dos clases de explicaciones, una internalista (que puntúa el carácter fundamental de las operaciones cognitivas internas de la ciencia como motor básico de su dinámica), y otra externalista (que puntúa el carácter social de la actividad científica como motor básico de la dinámica de la ciencia), pueden hoy ser pensadas articulando ambas en un “nivel de observación superior”⁴: la consideración del conocimiento científico como un fenómeno emergente, permite articular mecanismos explicativos internalistas (mecanismos autorreferenciales), con mecanismos explicativos externalistas (mecanismos heterorreferenciales). Esta articulación, permite entonces entender a la ciencia en la sociedad contemporánea como un fenómeno sociocientífico cuya complejidad viene dada por la dinámica morfogenética de la

⁴ La noción de “niveles de integración”, ha sido desarrollada por Henry Atlan. Indica que la explicación científica se organiza sobre la división de lo real en diferentes dominios, y de cada dominio en distintos niveles de observación (Atlan, 1991: 14). Ello dependería del uso de métodos de observación y experimentación en ciencia. Así se distinguen los niveles físico-químicos, del biológico, del psicológico, del social: “la cuestión del paso de un nivel a otro, en la realidad y en el conocimiento que de ella podemos alcanzar, está condicionada por los instrumentos de que disponemos, teóricos y técnicos, para realizar tales divisiones” (op.cit.: 15). Nos enfrentamos a un problema de niveles de observación propios de disciplinas diferentes: la epistemología y la sociología. La primera, puntúa un nivel cognitivo de integración. La segunda, un nivel interaccional de integración. Para la observación de un problema que cruza dominios, se requiere un nivel de observación superior: una metodología que pueda cruzar esos dominios. En el caso de la tesis, la noción de sistema adaptativo complejo, y la metodología de modelación basada en agentes, permiten construir ese nivel. Se trata de una herramienta teórica y metodológica que, al permitir observar procesos morfogenéticos (que cruzan articulando niveles), hace comprensible lo emergente en los mecanismos que la han dado origen.

ciencia, en tanto el conocimiento científico emerge fruto de las estrategias adaptativas de los agentes científicos en su operar en redes, quienes articulan esos mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales en los esfuerzos por producir y poner en circulación conocimientos científicos y tecnológicos. En este sentido, es posible entonces entender las dinámicas evolutivas de la ciencia contemporánea.

2. En esta senda, el presente capítulo propone analizar los principales enfoques teóricos disponibles para comprender a la ciencia en la sociedad moderna. No se trata de la construcción de una historia de estos enfoques, sino más bien, de un análisis que concibe que en estos, uno de los dilemas fundamentales que enfrentan, es establecer una vinculación entre esas dimensiones internalistas y externalistas (lo interno, supone lo interno, y viceversa), y lo hacen estableciendo algunos mecanismos explicativos de base: las teorías “procesan” dimensiones sociales y culturales de la actividad científica, exteriorizando estas condicionantes fuera de la ciencia (hipótesis internalista), o introduciéndola al interior de la ciencia (hipótesis externalista). Ello, refiere a lo siguiente:

2.1. En aquellos enfoques normativos que clausuran la ciencia a la sociedad, se erige un “muro defensivo” para contener los procesos sociales y culturales que en la sociedad ocurrirían (ideologías, controversias, conflictos, presiones políticas, etc.), mientras que en aquellos enfoques (especialmente, constructivistas) se trata de identificar cuáles de esas dimensiones o dominios socioculturales están interviniendo al interior de la ciencia. La defensa respecto de lo sociocultural permite establecer un ethos interno a la ciencia (Merton, 1980), mientras su apertura permite extender los mecanismos que han permitido comprender a la sociedad, a la ciencia. Por ello, los enfoques gestionan dimensiones socioculturales.

2.2. Para develar el modo como los enfoques “gestionan” dimensiones sociales y culturales, se propone que en ambos modos, existe un “suplemento” fundamental. Los planteamientos que se analizan respecto de la ciencia, contienen un conjunto de elementos teóricos que definen el modo como comprenden los dominios socioculturales y su relación con la ciencia. La

propuesta metodológica aquí, es que un análisis del “suplemento” que organiza y sustenta esta relación, puede arrojar luces y permitir un nuevo modo de análisis de estos mecanismos explicativos internalistas (autoreferenciales), y externalistas (heteroreferenciales). Ambos tipos de mecanismos requieren un “suplemento”, en el sentido de Dupuy y Varela (1998)⁵, esto es, un *sustrato o referente teórico que le da sustento al planteamiento central*, las tesis que organizan y distinguen a los principales enfoques teóricos que aquí se analizan. Interesa indagar en estos “suplementos”: el modo como se refieren, o gestionan las dimensiones sociales y culturales, ya sea refiriéndolo como dimensiones internas a la ciencia, o como dimensiones que se encuentran más allá de sus deslindes, pero que influyen de uno u otro modo en ella. Dicho de otro modo, ¿como se explica la naturaleza, el cambio y las relaciones del conocimiento científico con la sociedad? En unos enfoques, se trata de propuestas que definen mecanismos que explican la objetividad y autonomía de la ciencia respecto de la sociedad (se trata aquí, de mecanismos internalistas), mientras que en otros, se trata de explicaciones que proponen que el conocimiento científico está sujeto a influencias del medio externo, hasta que sociedad y ciencia, conforman un continuum (se trata aquí de explicaciones externalistas).

2.3. Se propone que la “tesis del suplemento” permite operar una lectura teórica de los enfoques predominantes en los estudios de la ciencia, de modo tal que es posible identificar el modo como refieren autorreferencialmente (definiendo lo sociocultural como una exterioridad excluida de la producción de conocimiento), o, como una heterorreferencialidad (definiendo lo sociocultural como una exterioridad que incide en la producción de conocimiento). Con esta mirada, se puede comprender las arquitecturas teóricas, de modo que sea posible identificar tipos de mecanismos explicativos, para con ello, identificar los principales requerimientos teóricos que permitan proponer un nivel de

5 Dicen ambos autores: “*Toda vez que en un texto teórico aparece un término que reconoce un logos, un concepto, como autosuficiente, comienza un círculo vicioso que socava desde adentro esa pretensión de autonomía. Esto ocurre porque otro término, supuestamente secundario y subordinado y que no debería ser sino una derivación o una complicación del concepto primario (por ejemplo: cultura, escritura, forma, etc.) aparece como indispensable para la constitución de este último. El origen aparece como completo y puro, pero sin el suplemento que no obstante surge de él, perdería toda su consistencia*”. Dupuy y Varela, 1998)

integración a través de una modelación de la ciencia como sistema adaptativo complejo.

4. Se proponen. Entonces, 2 hipótesis que permiten organizar los principales debates en los estudios de la ciencia:

4.1. En el modo como se refieren los enfoques teóricos a las dimensiones sociales y culturales de la ciencia –ya sea incorporándola en la explicación del conocimiento científico mismo (mecanismos externalistas), o exteriorizándolo fuera de la ciencia (mecanismos internalistas)–, se está operando un problema de complejidad: la relación entre la dimensión de interacciones (entre científicos, conformando redes de investigación, por ejemplo) y de clasificaciones (aquellos contenidos cognitivos de la labor científica). Esto es, los enfoques teóricos operan los problemas de interacción como mecanismos que explican aquello que están fuera del conocimiento mismo, o como variables explicativas que inciden en su construcción. Por su parte, los enfoques teóricos conciben al conocimiento como una entidad autónoma-autocontenida respecto del plano de las interacciones, o conciben vínculos con el plano de las interacciones. En algunos enfoques, se concibe al conocimiento como un fenómeno emergente: el resultado de una relación entre agentes en ciertos dominios de conocimiento. Es en el modo como se propone esta relación, que los enfoques teóricos eluden, bordean o enfrentan directamente el problema de la complejidad sociocientífica.

4.2. En los enfoques teóricos analizados, existe una gradiente de complejidad sociocientífica. Esto es, se aborda la complejidad de la ciencia, ya sea exteriorizando sus dimensiones sociales y culturales (puntuando la dimensión conocimiento y evadiendo el problema de las interacciones), ya sea estableciendo miradas constructivistas o relativistas (poniendo el acento en la incidencia del plano de interacciones en las clasificaciones), o, estableciendo una relación de co-determinación entre las interacciones y las clasificaciones, con lo cual, el conocimiento científico, y la ciencia, es entendida como un sistema complejo.

5. En definitiva, los modelos teóricos proponen explicaciones que bordean lo complejo, en el sentido de una referencia permanente, una tensión para delimitar los componentes sociales. Las explicaciones contienen dentro de sus mecanismos un cierto desborde, o temor a que las dimensiones sociales y culturales ya sea afecten la producción de conocimiento atentando contra su neutralidad (en las miradas internalistas), o que estas mismas dimensiones sean excluidas de una reflexión sobre la ciencia (por ello las sociologías de la ciencia se constituyen de un modo constructivista: requieren afirmar la necesidad de lo social).

Gradientes de complejidad en los estudios sociales de la ciencia. Anillos neutrales, constructivistas y complejos en los estudios de la ciencia

1. Un anillo exterior. Enfoques generalistas y fundacionales. El conocimiento y sus condicionantes sociales en Mannheim y Durkheim-Mauss.

1.1. Se suele reconocer en Mannheim (1997) el inicio y la delimitación de una sociología de la ciencia, bajo la forma de una sociología del conocimiento, inaugurando una larga reflexión sobre la relación entre conocimiento y sociedad (Kreimer, 1999; Olivé, 1994). Valga ello a la hora de comprender el conocimiento en la sociedad moderna. Mannheim, abre la comprensión del conocimiento bajo sus “determinaciones sociales”, al mismo momento que define un objeto sociológico (Stehr, Meja, 2009; Merton, 2009). Ahora bien, ¿qué mecanismos operan en esas determinaciones?. Mannheim indica algo fundamental: una sociología del conocimiento emerge fruto de la crisis moderna, especialmente en tanto se propone metódicamente dar cuenta de la relación entre las transformaciones sociales y las teorías sociológicas. La “dignificación de los factores no teóricos” que inciden en el pensamiento, se haría relevante entonces fruto de la crisis del pensamiento moderno. La crisis interna entonces del pensamiento teórico, requiere una explicación que este fuera del pensamiento teórico.

1.2. Esta “aporía” es interesante pues muestra como un desfase entre el plano de las interacciones (en este caso, los factores “no teóricos”) y el plano del conocimiento (los factores “teóricos”), generan la necesidad de una reflexión que de cuenta de emergentes fenómenos en la sociedad. Se trata de un tratamiento que no refiere a lo que en la actualidad conocemos como lo emergente, pero que alude al desfase o co-determinación entre el plano de las interacciones y el plano del conocimiento en lo que define como los “factores existenciales”. Mannheim, está constatando un principio de producción de complejidad social al dar cuenta del origen y necesidad de una sociología del conocimiento. Claro está, no es su objeto, si bien el pensamiento utópico de Mannheim puede ser comprendido como un mecanismo productor de complejidad social. Al referir además a explicaciones que consideran los fenómenos colectivos, y no el valor del genio individual en la génesis y procesos del pensamiento, Mannheim también está bordeando lo que posteriormente se comprenderá como un problema de reflexividad: la descripción en la ciencia de la relación entre ciencia y sociedad.

1.3. Una mirada distinta, pero también fundacional de una sociología del conocimiento, y posteriormente, de la ciencia, es la construida en el análisis de “Sistemas de clasificación” en el trabajo de Durkheim y Mauss. Aquí, las clasificaciones (marcos cognitivos), emergen de las interacciones colectivas y regresan sobre ellas, deviniendo mutuamente en su “molde”. Las clasificaciones, reflejan realidades colectivas (como las representaciones). Dicho de otro modo, las clasificaciones, que emergen tomando como referente a las interacciones, cobran autonomía y con ello, inciden en la estructura de los sistemas de intercambio (Durkheim y Mauss, 1903).

1.3.1. A diferencia de Mannheim, en torno al problema de las clasificaciones, no se trata tan solo de la incidencia de los factores sociales, o interacciones, en las clasificaciones, sino en las retroacciones de estas sobre las primeras. Hay aquí la prefiguración de un problema directamente propio de la complejidad social. Durkheim y Mauss sugieren la noción de “emergencia de segundo orden”, que es fundamental en la actualidad. Dicen Durkheim y Mauss refiriéndose a las clasificaciones *“Lo que caracteriza a estas últimas es que las ideas aparecen*

organizadas en ellas sobre un modelo que proporciona la sociedad. Pero una vez que existe esta organización de la mentalidad colectiva, es susceptible de volverse su causa y contribuir a modificarla” (op.cit. pág. 31).

1.3.2. Durkheim y Mauss, están prefigurando no tan solo lo que posteriormente se comprenderá como un problema de representaciones, sino que en el centro de ella, se encuentra lo que luego se conocerá como el teorema de la emergencia en la teoría social. Con ello, se abre también una sociología comparada del conocimiento. **La sociedad produce “representaciones de si mismas que inciden en la sociedad” que pueden ser comprendidas como “clasificaciones”**. Esta tesis, es el desarrollo lógico de los planteamientos de Durkheim desarrollados en “Las formas elementales de la vida religiosa” (2003). El planteamiento central es el siguiente: si las representaciones colectivas representan realidades colectivas, entonces, ¿que forma toman las representaciones?, ¿qué mecanismos las generan?. Un aspecto central dice relación con la búsqueda de “mecanismos” que producen las representaciones y el modo, por ende, como cobran –diríamos en la actualidad, autonomía–. Indican: ¿Qué significa clasificar? ***“...no significa solamente construir grupos: significa disponer estos grupos según relaciones muy especiales...Toda clasificación implica un orden jerárquico, del que ni el mundo sensible ni nuestra consciencia nos ofrecen modelo alguno; las mismas expresiones de las que nos servimos para caracterizarle autorizan la presunción de que todas estas nociones tienen un origen extralógico”*** (Durkheim y Mauss, 1903:17). En este planteamiento se sintetiza la propuesta. El plano de las interacciones y el de las clasificaciones, se inciden mutuamente.

1.3.3. Las clasificaciones consisten en modos de organización del mundo, organización que implica el establecimiento de relaciones entre “clases”, clases que implican un principio jerárquico y tienen un origen social. Así, las clasificaciones expresan realidades sociales, pero aun más, las propias clasificaciones permiten clasificar las clasificaciones⁶. Hay aquí un aspecto

⁶ Hay aquí una “distinción” en ciernes para las futuras formulaciones de segundo orden, e incluso sobre los actuales problemas vinculados a la noción de niveles de emergencia. Mauss y Durkheim aquí

clave subyacente: el origen de lo colectivo, se encuentra no en el “entendimiento individual”, sino en un “modelo que proporciona la sociedad” (op.cit.), 33). Así, la “mentalidad colectiva” consistiría en un sistema estructurado, jerarquizado, cuya función sería sociocognitiva (más allá de la pura acción), permitiendo la “especulación”. Consisten entonces en sistemas de conocimiento que organizan las relaciones entre los seres, y unifican el conocimiento. Este sería entonces un principio general que tendría variaciones según distintos tipos de sociedades. Unas, arcaicas, organizadas en sistemas de clasificación, por ejemplo, totémicas, que toman como referente las estructuras de parentesco, que toman como referente sus sistemas de clasificación. Otras, organizadas en sus estructuras morfológicas, otras, sobre sistemas propiamente filosóficos. La tesis final entonces, cobra la siguiente forma: las clasificaciones son modeladas por la organización social, que provee de cuadros que organizan los cuadros sociales (su morfología social), configurándose así una correlación recursiva entre agrupamientos sociales y distinciones cognitivas. Para una sociología del conocimiento, esto es fundamental, pues no tan solo define la existencia de una incidencia social sobre el conocimiento, sino que además, provee de la definición de un mecanismo que puede ser el referente de la clasificación, la organización social. A este respecto, David Bloor –autor central en lo que posteriormente será un relativismo radical en la sociología de la ciencia–, indica que el problema de Durkheim y Mauss radica en que el modelo de organización social que requiere la clasificación, no está formulado en esos planteamientos. Indica así que es posible refundar ese enfoque en una nueva base teórica, utilizando el modelo de red (Bloor, 2009). Este planteamiento, la noción de clasificación-red, será fundamental para modelar la ciencia en la propuesta teórica de la presente tesis doctoral.

1.4. Se delimitan así dos problemas fundamentales de la posterior sociología de la ciencia. El primero: ¿Cómo se constituye un campo autónomo en la sociedad moderna que tiene la capacidad de describir el mundo y a la propia sociedad, y

prefiguran la noción de emergencia de segundo orden. Diríamos, las clasificaciones emergen de lo colectivo –del intercambio- y estas vuelven sobre lo colectivo.

de definir también sus propios principios de autonomía?. Esta sería la cualidad de la ciencia por excelencia en la modernidad. Aquí, como indica Terri Shinn (1999), se trata de la progresiva definición de un “sistema autosostenido de pensamiento y organización, capaz de resistir las influencias externas...” (Shin, 1999:14). Y el segundo problema: Si se constituye un campo autónomo, ¿cuáles son los mecanismos que genera para erigirse como tal, y lograr dar cuenta del mundo?

1.5. Ambos problemas de base de la sociología de la ciencia (la delimitación de la ciencia en la sociedad, y los mecanismos que la organizan), aluden –sin aun tratarse de un problema trabajado directamente como un problema de complejidad– al problema de la autonomía (de la ciencia respecto de la sociedad), y autoorganización de un sistema, en este caso, el sistema de la ciencia. Ocurre que al delimitarse un campo al interior de la sociedad, se comienzan a atribuir mecanismos de producción y de organización que deben ser explicados. No existe aún un conocimiento acumulado respecto de dinámicas autoorganizadoras en sistemas complejos, pero se bordea ello en la identificación de límites entre mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales, esto es, en el doble problema de las lógicas internas de legitimación del conocimiento científico, y en la clausura o incidencias de la ciencia respecto de las dinámicas del entorno social. Y es justamente este el problema fundamental que los enfoques en sociología de la ciencia abordan posteriormente, en un péndulo entre unas y otras explicaciones.

2. Un anillo normativo. Fundamentos sociológicos de una sociología de la ciencia.

2.1. Los fundamentos sociológicos del análisis de la ciencia, pueden organizarse en dos grandes tipos de explicaciones. Un primer tipo se concentra en la delimitación tanto de un objeto (la ciencia como institución), como de una lógica interna de ese objeto (el ethos científico mertoniano). Un segundo tipo, comprensible como un cúmulo de reacciones a las propuestas explicativas fundacionales de Merton, al que se le conoce como corrientes postmertonianas (Kreimer, 1999), propone la necesidad de concebir al conocimiento científico

como una caja negra que debe ser abierta, para lo cual se propone una variedad de explicaciones de corte relativista y constructivista.

2.2. Robert Merton es reconocido como el fundador de una sociología de la ciencia delimitada como campo teórico y empírico de investigación. Es reconocido que su obra conforma un objeto (la ciencia como institución), concibe una lógica con la que opera (el ethos científico), una estructura social de la ciencia, las bases de una posterior teoría de la citación, y su aporte a la conformación de la cienciometría y la bibliometría así como la institucionalización de la ciencia en la sociedad moderna (Orozco y Chavarro, 2010; Cole, 2004; Richardson, 2004; Garfield, 2004)

2.2.1. En Merton, la idea de ciencia como institución, articula un componente cognoscitivo-axiológico (un ethos propio: universalismo, comunismo, desinterés, escepticismo organizado) con un componente de interacciones (un sistema de recompensas). El aspecto clave es que en la relación entre estos dos modos de explicación de la ciencia refieren a los dos dimensiones que interesan a la tesis doctoral: las clasificaciones –un ethos– y las interacciones –una recompensa–. En el modo como Merton vincula ambas dimensiones, se encuentra la clave para comprender como se observa el problema propio de la complejidad sociocientífica: en Merton, se trata de un tipo de explicación funcional que requiere el repliegue de la ciencia sobre si misma. ¿Que surge de la relación entre clasificaciones e interacciones? Una esfera funcional autonomizada, institucionalizada, la ciencia, cuyas características son explicables en la lógica de las estructuras sociales, pero estas, las de la sociedad, no explican el funcionamiento interno de la ciencia, sino por extensión de la explicación social de corte funcional. La ciencia opera como una institución (tiene una estructura organizada mediante un sistema de recompensas), y los componentes cognoscitivos del conocimiento son el resultado –no emergente, sino la consecuencia funcional– del sistema de incentivos y de su organización interna (su ethos).

2.2.2. Es este movimiento (una vinculación lineal bajo el modo de extensión de una explicación funcional al interior de una esfera autonomizada) el que permite

a Merton delimitar un objeto y dotarlo de mecanismos internos de funcionamiento. Podría indicarse del siguiente modo: la interacción entre los niveles de clasificación e interacción, dan lugar a una esfera autónoma que emerge como adición funcional de mecanismos. No se trata aquí de la observación de un fenómeno emergente (en el sentido del teorema de la emergencia contemporánea), sino de un fenómeno social que cobra autonomía respecto de su entorno social. Esta autonomía, es funcional, no compleja.

2.2.3. El punto aquí es el siguiente: la ciencia deviene en una estructura autonomizada en la sociedad, con lo cual, toda explicación sociológica de ella queda amarrada a la explicación de sus propias determinaciones funcionales. Nada emerge de la ciencia sino conocimiento útil que sea comprensible desde el punto de vista de la dinámica de la sociedad contemporánea como un todo. Por ello, el límite o membrana que articularía ciencia y sociedad, es exclusivamente el conocimiento certificado (que queda al interior de la estructura social ciencia) o la utilidad del conocimiento (que sale de la estructura y se anida en la sociedad). Las dimensiones sociales y culturales, han sido expulsadas –diríase, autoexteriorizadas– fuera de la ciencia. Merton erige un muro para defender a la ciencia de los embates de la sociedad.

2.3. La situación, en términos teóricos e históricos en los estudios de la ciencia, es paradójica. El mismo mecanismo explicativo que permite la fundación de un campo de investigación (la sociología de la ciencia, bajo la lógica de extensión de la explicación de los fenómenos de la sociedad a la ciencia), delimita un objeto autonomizado de la sociedad. Ello justamente, es el detonante de una nueva generación de enfoques, cuya raíz, sería, aparentemente, la puesta en cuestión de la matriz básica mertoniana. A ello se dedica la siguiente sección.

3. Un anillo relativista y constructivista.

3.1. En los estudios sociales de la ciencia postmertonianos, se trata siempre de proveer de explicaciones externalistas a las dinámicas de producción, uso y diseminación del conocimiento científico y tecnológico. Se trata, en el fondo, de extender y elaborar teorías sociales que expliquen los mecanismos internos de la ciencia desde una óptica sociológica. Aquellos mecanismos que explicarían a

la sociedad, deberían entonces explicar a la ciencia. Respecto de ello, pueden identificarse 3 grandes momentos, con variantes internas. Son modos distintos de introducir en la ciencia dimensiones sociales y culturales.

3.1.1. La explicación sociohistórica del cambio científico. Es Kuhn quien realiza este primer giro, generando una apertura a explicaciones histórico-sociológicas en la explicación del cambio científico. Kuhn establece un puente entre la crítica epistemológica al internalismo, la apertura de explicaciones sociológicas y la historia social de la ciencia. Con ello, se trata de superar las aproximaciones lineales al cambio científico, mediante la propuesta de cambios en torno a Paradigmas y dinámicas de transformación de las teorías científicas en ciclos evolutivos marcados por desplazamientos al interior de los paradigmas o en torno a revoluciones científicas (Kuhn, 1990). Kuhn así, opera un doble giro al tender puentes interdisciplinarios:

3.1.1.1. De un lado, la crítica a la lógica normativa y “fundacional” de la tradición heredada, genera una línea de desarrollo de corte sociohistórico que abre la puerta a la consideración de dimensiones “externalistas” en la epistemología, y lo hace proponiendo mecanismos procesuales de explicación del desarrollo científico, en lo que Martínez y Olivé denominan la “construcción de modelos sociohistóricos” (1997:15). En Kuhn, las nociones evolucionistas son “metafóricas”, refiriendo especialmente en torno al problema de la “proliferación de especialidades” y la noción de desarrollo de la ciencia en términos de una “proceso unidireccional e irreversible”.

3.1.1.2. Con Kuhn (1983) y Lakatos (1987), progresivamente se abre la epistemología a cuestiones no normativas. De un lado, la lógica de transformación de la ciencia en Kuhn, es un modo de explicar genéticamente el proceso de la ciencia, y en Lakatos, la idea de Programas y su tipología, avanza en la construcción de una explicación causal. Ahora bien, en ambos casos, se pasa del esfuerzo exclusivo por la fundamentación normativa de la ciencia, a la búsqueda de explicaciones de su transformación. Así, las dimensiones sociales y culturales, cobran una forma “consensualista”: los agentes científicos generan socialmente “acuerdos” en ciclos para erigir la

ciencia normal, o al romperse el consenso, surge otro paradigma. En Lakatos, el consenso genera una forma no cíclica, sino “radial”. Los anillos expresan posiciones distintas de los agentes en torno a acuerdos sobre la relevancia y centralidad de los contenidos cognitivos de la ciencia.

3.1.2. El esfuerzo constructivista por “abrir la caja negra”: Si bien Kuhn incorpora mecanismos externalistas en la explicación del cambio científico, no se puede con el abordaje de los Paradigmas, comprender el conocimiento científico mismo, verdadera caja negra que debe ser abierta. Con ello, se genera una diversificación de propuestas teórico-metodológicas. Lo común a ellas, es la consideración de explicaciones sociológicas al interior de los procesos de construcción de conocimiento científico y tecnológico. La ecuación general es que los mecanismos que explican la sociedad, explicarían también la dinámica interna de la ciencia, e incluso, los contenidos mismos de conocimiento, así como las prácticas científicas (Shin, op.cit). Ello da lugar a al menos 4 giros o modos distintos de posicionar las dimensiones socioculturales en la apertura de la caja negra, en los estudios sociales de la ciencia:

3.1.2.1. Un giro constructivista y relativista radical: el Programa Empírico del Relativismo. David Bloor (1998) lidera un movimiento importante en la sociología de la ciencia, el EPOR (Programa Empírico del Relativismo). Se propone que los mismos mecanismos que explicarían a la sociedad, deben entonces explicar a la ciencia. Se estipulan los principios de causalidad (las condiciones que dan lugar al conocimiento), imparcialidad (se debe explicar la verdad y la no verdad, lo racional y lo irracional), simetría (los mismos tipos de causas deben explicar las creencias verdaderas y falsas) y reflexividad (deben aplicarse a la propia sociología de la ciencia). Aquí, desde el punto de vista de la complejidad, la ciencia sería un sistema simple, pues partes y todo son expresiones de un mismo mecanismo: la parte (el conocimiento) es un reflejo del todo (la sociedad). La tarea del sociólogo de la ciencia es explicar el modo como el todo se refleja en la parte, la ciencia. Ello es posible por la continuidad total entre las dimensiones sociales y culturales que antes se consideraban fuera de la ciencia, y que ahora son parte constitutiva de la ciencia. En la obra posterior de Bloor, se propone un puente entre partes y todo que bien puede

constituir ese eslabón, y que desde el punto de vista de la teoría de la complejidad, es relevante, pues aporta en la búsqueda de una explicación por mecanismos: la noción de red. Bloor (2005) revisita la obra de Durkheim y Mauss sobre sistemas de clasificación. Su propuesta es que la distinción intercambio/clasificación puede mejor rendir para comprender la dinámica de la ciencia si se opera sobre ella la noción de red. La red, es la que establece el puente entre relaciones sociales y relaciones cognitivas en la aparición y cambio del conocimiento científico, pues ofrece “el molde” en el cual las operaciones sociales y cognitivas operan. La “red de clasificación” es cognitiva y social. Aquí aparece un problema clave de complejidad, que en Bloor es operado en términos del modelo de red y adaptación en el cambio del conocimiento: la red permite incorporar lo nuevo e interpretar el mundo, ofreciendo un esquema de aquello que mejor puede ser incorporado a la clasificación. Ello implica tanto una capacidad de decisión del científico, como una distribución jerárquica de contenidos científicos. Por ende, el cambio en ciencia podría ser mejor entendido como “adaptación” (Bloor, 2005: 73). La adaptación así, permite que en el cambio científico, la red de clasificación mantenga su unidad y genere modelos teóricos, metáforas y analogías que cognitivamente, así como la operación de límites y distinciones y estas, requieren un soporte social, pues los esquemas clasificatorias se vuelcan a la práctica, y operan aquí decisiones estratégicas y decisiones tácticas. Harry Collins (2009), apunta en la misma dirección, pero indica que la red cognitiva y la red de interacciones, son “dos caras de la misma moneda”. La idea de red así, comienza a establecerse como un eslabón que permitiría unir aquellas dimensiones sociales y culturales y aquellas dimensiones cognitivas⁷.

3.1.2.2. Un giro complejo de primer orden: de la etnografía de laboratorio al actor-network theory. Bruno Latour y Steve Woolgar (1995) despliegan una metodología etnográfica a la producción misma del conocimiento científico, evidenciando el modo como las propias hipótesis científicas están sometidas a

⁷ Este planteamiento será muy relevante para fundamentar micro sociológicamente el modelo teórico de Sistemas Adaptativos Complejos de ciencia y tecnología de la Tesis Doctoral. Los agentes científicos, despliegan estrategias adaptativas en la selección de agentes, pero también de contenidos cognitivos del conocimiento, haciendo variar en el tiempo la estructura de la red social y de la red cognitiva. Y ello, incide en el propio agente científico. El agente no existe solo, o en el vacío, existe en red.

procesos de negociación, de relaciones entre investigadores y acceso a la financiación. El conocimiento mismo así, las hipótesis, estarían sometidas a procesos de construcción social. Aquí, se establece un puente con el desarrollo posterior de este enfoque: en el laboratorio, se articulan relaciones entre humanos y no humanos, siendo ambos componentes relevantes (Latour, Callon, Law), en lo que se conoce como el Actor-Network Theory. Lo importante así, es que ello tiene una consecuencia que Latour desarrolla: dada la simetría entre componentes humanos y no humanos, la ciencia opera construyendo el mundo, de modo que este, o la sociedad, no preexiste sino a ojos de quien la observa, y lo que observa, son controversias científicas. Es en estas donde emerge lo social, alejándose así de toda ontología sociológica o antropológica. La tarea sociológica respecto de la relación ciencia, técnica sociedad, es indagar en los ensambles y desensambles entre componentes técnicos y no técnicos, humanos y no humanos que en las controversias se despliegan (Latour, 2008). Frente a una búsqueda de mecanismos, se observan modos de relacionamiento (ensambles, desensambles), en la búsqueda de condensaciones simbólicas y traducciones.

3.1.3. Un esfuerzo interaccionista: la consideración respecto del modo como los agentes interactúan para la generación y uso de conocimiento científico se convierte en relevante en algunos enfoques teóricos constructivistas. Estos, considerados en su especificidad, no conciben el conocimiento científico como un fenómeno emergente, pero en el análisis microsociológico y etnográfico, encuentran lo que puede aportar a identificar mecanismos para una arquitectura compleja y adaptativa.

3.1.3.1. Los agentes científicos presentarían lógicas particulares en la sociedad contemporánea. Merton, indica que los científicos operan en torno los valores de la verdad, la neutralidad y el desinterés. La literatura postmertoniana, como reacción a ello (Kreimer, 1994), indaga respecto de las lógicas de los agentes científicos. Se pone el acento en la disputa por el dominio a partir de la dotación de capitales (Bourdieu, 1973, 2003), o en el establecimiento de relaciones de influencia mediante citas, los colegios invisibles (Derek. E Solla Price, 1963). Heredero de la tradición Kuhniana del análisis de ciclos y cambios, pero

ampliándola en profundidad sociológica, la noción de colegio invisible de Derek D. Solla Price (1963), viene a proveer de un soporte cuantitativo a la lógica de los paradigmas de Kuhn. Los colegios invisibles serían el correlato de los resultados científicos de la idea de Paradigma: las contribuciones siguen una curva logística y tienen una dinámica de aparición (multiplicación de contribuciones científicas de círculos de investigadores influenciados por unos pocos de alta productividad), seguida por una etapa de madurez y de estancamiento. La dinámica de los paradigmas así, tienen una expresión en las citas científicas. Ello, funda los abordajes cuantitativos hasta la actualidad. Aquí, el conocimiento científico objetivado en corpus de publicaciones, sus relaciones (sus clasificaciones) y dinámicas de cambio, son concebidos como aquello objetivado en la interacción. No hay lugar a lo emergente, es la objetividad de la certificación. No hay tampoco lugar a las dimensiones socioculturales. Es la preeminencia de la objetivación del conocimiento científico.

3.1.3.2. Desde el punto de vista de la conformación de intereses, percepciones y motivaciones, resultan particularmente relevante aquellos enfoques que indagan en el modo como los científicos articulan lógicas para vincularse con sus pares, pero también con su entorno. En esta óptica, las nociones de círculo crédito/credibilidad (Latour-Woolgar, 1995), la lógica modal de razonador en un campo transepistémico (Knorr-Cetina, 2005), son relevantes, puesto que buscan develar los mecanismos que relacionan a los agentes y los contenidos cognitivos del hacer ciencia. Los agentes científicos, invierten en credibilidad para recibir créditos para aumentar su credibilidad, construyéndose así un mercado de conocimiento e información que genera un mecanismo selectivo de inversión allí donde se esperen mejores retornos (Latour-Woolgar, 1995). Lo interesante de este mecanismo que produce interacción, es que releva el modo como los agentes generan interacciones que retroaccionan sobre ellas mismas (sería un antecedente de un mecanismo autoorganizador en ciencia). Puede entenderse entonces que los agentes, interaccionan con otros generando este mecanismo de crédito que retroacciona sobre quienes conforman la interacción. Se activa así un proceso de construcción de una red en base al interés interactivo de los agentes.

3.1.3.3. Indudablemente este es un antecedente relevante, pues al indagar en mecanismos que articulan a científicos con otros, y a estos con contenidos de conocimiento, aporta un mecanismo microsociológico para la modelación que la tesis propone. Ahora bien, para modelar las lógicas de interacciones entre agentes, este enfoque puede ser complementado con el análisis respecto del modo como el agente científico opera lógicas diferentes para la obtención de ese crédito/credibilidad. Ello permite modelar la intencionalidad, selectividad cognitiva y las decisiones de los agentes científicos. Knorr-Cetina (2005) indica que la producción de conocimiento es un proceso cargado de decisiones en una interacción contextualizada, por lo cual, la lógica del agente es social y no exclusivamente individual. Se conforman campos transcienceficos atravesados por relaciones de intereses. La "racionalidad científica" es una operación de articulación de distintos modos de la razonamiento (Kreimer, 2005), dado el carácter contextual en el que operan las interacciones entre agentes en la ciencia. El agente, forma parte de un espacio transciencefico (una red de interacciones entre agentes) cuyas motivaciones, intereses y estrategias operan contextualizada e interactivamente, dando lugar a una lógica modal de racionalidad práctica, indicial, analógica, situada, literaria y simbólica (Knorr-Cetina, 2005). Ello permite modelar en las interacciones entre agentes, las lógicas que en esas redes se ponen en "escena" como fuente de la activación de mecanismos (y sus retroacciones). Las dimensiones socioculturales aquí, otrora fuera de la ciencia, operan como un mecanismo microsociológico de selección: la cognición social es aquí cognición científica. En el modelo teórico de Sistemas Adaptativos Complejos, permitirá modelar las redes y la noción de relaciones de recursos, como mecanismo que organiza el campo transciencefico, permitiendo identificar los mecanismos que inciden auto y/o heteroreferencialmente en el intercambio imbricado en la interacción entre agentes.

3.1.4. Un esfuerzo neoinstitucionalista. La vía neoinstitucionalista, cobra 2 modos básicos: una aproximación de orden analítico (la ciencia como un sistema de comunicaciones) y una aproximación de orden político-normativo (la ciencia en el marco de sistemas de innovación).

3.1.4.1. En términos analíticos, dos cuestiones son relevantes aquí. En la comprensión de la ciencia como un sistema de comunicaciones, el espacio en el cual las dimensiones sociales y culturales inciden en la institucionalización de preceptos epistémicos, es el nivel organizacional: la reputación y recompensa; la dinámica y control laboral, junto a la incertidumbre estratégica, expresan la influencia de múltiples modelos de organización de la ciencia en términos socioinstitucionales: como y porque difieren los distintos campos científicos (Whitley, 2012: 14), y específicamente la “interdependencia entre los factores institucionales y las formas de producción del conocimiento” (Op.cit., 15). De ahí, emerge una incertidumbre estratégica de los científicos que activa la toma de decisiones. Esta mirada externalista, no es ya la defensa de la autonomía mertoniana, puesto que Whitley analiza la incidencia de los marcos políticos que incentivan, y regulan, las variantes organizacionales de la actividad científica. Hay aquí un aspecto relevante para la modelación: los científicos realizan un “trabajo artesanal que involucra la resolución de problemas sobre objetos artificiales” (Op.cit, 69). Ello involucra la operación de la resolución de problemas en distintos entornos, actividades y resultados. Las dimensiones socioculturales aquí, confluyen en la resolución de problemas: se trata de la referencia de esas dimensiones a incentivos y regulaciones. Los científicos, han de resolver problemas articulando esos distintos entornos. La resolución de problemas es así un mecanismo de articulación, en lo que propondremos como mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales del hacer ciencia.

3.1.4.2 Desde el punto de vista normativo de la política de ciencia, tecnología e innovación, que a ojos de Whitley suele adolecer de considerar la organización de la ciencia como un invariante (2012), se despliega un modelo sistémico de innovación. Esta noción, emerge para dar cuenta de los aspectos propios de las interacciones entre agentes que concurren en procesos de innovación (Lundvall, 1992), como reacción frente a, las explicaciones neoclásicas del cambio técnico, pero también como modelo explicativo de los procesos de innovación en los que se desarrollan: procesos de aprendizaje interactivo (Lundvall, op.cit); articulaciones de agentes en torno a cadenas productivas (Carlsson, 1995); el carácter “embebido” en las interacciones que generan

innovaciones (Edquist, 1999). Una segunda generación focaliza una tipología de sistemas de innovación. En Europa, se difunden estudios aplicados en torno a los niveles subnacionales y especificidades sectoriales de las aproximaciones sistémicas. Entre ellos, llamados distritos industriales (Becattini, 1992), la noción de Sistemas Regionales (Cooke, 1996; 1997). Junto a ello, la específica noción sistema sectorial de innovación (Breschi y Malerba, 1997⁸). En estas aproximaciones, se trata siempre de observar y “gestionar” las dimensiones socioculturales desde una óptica normativa: se detectan aquellos elementos o procesos que aportan positivamente al despliegue de la innovación, ya sea en empresas, redes de empresas o territorios y espacios locales. Es una “positivización” de lo sociocultural. A partir de esta operación fundante, es posible el pensamiento sistémico sobre la innovación.

4. Un anillo complejo en los estudios de la ciencia

4.1. Aquí, una nueva generación de enfoques teóricos y desarrollos metodológicos, aborda el problema de la ciencia. Se trata ahora de comprender, mediante la construcción de modelos formales, y la simulación computacional, la organización, estructura y dinámica de la ciencia. A diferencia de los enfoques constructivistas, no se trata aquí de buscar contenidos sociales “significativos” que incidirían o estructurarían la ciencia, si no más bien, hay una

8 Este es un aspecto relevante, pero escapa al foco central de la tesis doctoral. Actualmente, en América Latina, el debate se asocia a lo siguiente: ¿estamos en presencia de modelos metafóricos o modelos normativos de gestión de la política? Si se trata de lo primero, estaríamos en presencia de modelos exploratorios para el análisis de la ciencia, tecnología e innovación. Si se trata de lo segundo, estamos entonces en presencia de un conjunto de aprendizajes internacionales que pueden mejor orientar el diseño, ejecución y evaluación de políticas en este campo. Los debates se orientan a relevar su condición metafórica, propia de visiones ex-post del desarrollo de reales capacidades territoriales de gestión (Arocena y Stutz, 2002); o, en su utilidad para comprender especificidades territoriales (Cassiolato, 2007). Una vertiente más de carácter político, releva su capacidad para visualizar el modo como interactúan políticas nacionales con niveles sub-nacionales y los impactos asociados (Dohnert, 2008). Una mirada importante, pues articula cuestiones sociotécnicas con políticas, refiere a darle relevancia en el análisis a la necesidad (normativa) de generación de conocimiento, fruto del predominio de políticas de explotación de recursos naturales en América Latina (Feeney, 2009). A su vez, relevando condiciones micro de la interacción y producción de innovaciones en un marco regional (en Chile), se han focalizado esfuerzos en la comprensión de las percepciones que contienen o permiten el desarrollo de capacidades (Benavente, Cancino, Katz, 2010). El debate en la actualidad, se organiza en torno a la existencia de isomorfías entre modelos transnacionales de política, y las variantes nacionales de política (Velho, 2011; Vessuri, 2010; Casas, 2014; Cancino y Orozco, 2014; Orozco y Cancino, 2015).

concepción distinta de “lo social”⁹. Se concibe la sociedad como un sistema de interacciones, compuesto por agentes que interactúan en condiciones locales, regulados por reglas, y en cuyas interacciones emerge un algo distinto de las configuraciones locales. Es lo emergente (Gilbert y Troitzsch, 2005:10; Neumann, 2009: 70; Schmid, 2009: 61). La teoría así, cobra la forma de una arquitectura teórica formal que se nutre de desarrollos disciplinarios y transdisciplinarios diversos, en lo que se configura como un Paradigma Emergente de la Complejidad, en tanto “los formalismos que describen un sistema pueden aplicarse a entidades materialmente diferentes” (Vivanco, 2010 :40).

4.2. Los enfoques complejos, se orientan al desarrollo de modelos orientados a procesos que pueden ofrecer la posibilidad de representar explícitamente mecanismos de la vida social (Gilbert, 1998: 1), junto a una comprensión de la complejidad social como un sistema autoorganizador (Gilbert, 2006; 1998; Kluver, 1998): la ciencia es una red de agentes que genera una red de conocimientos (Börner, 2012).

4.3. Justamente ello es lo que ocurre en este campo: la extensión de aprendizajes, primero desde la Inteligencia Artificial y la simulación cognitiva, para explicar el desarrollo de las “ideas científicas” (Thagard, 1989). Así, se estructuran al menos 3 vías complejas: i.- La vía inspirada en la Teoría Luhmanniana de la ciencia y la teoría de la información en Leydesdorff; ii.- La vía computacional-cognitiva de Simon y Thagard; y iii.- La vía adaptativa desde Gilbert en adelante. En estas tres corrientes, se observan: una consideración de lo social como un set de patrones o contenidos significativos, en pro de una concepción “emergente” de lo social; el paso de un análisis cognitivo centrado exclusivamente en la relación cognitiva (descubrimiento/explicación), a una

9 Esto pareciera definir un verdadero “punto ciego” en los estudios de la ciencia, que delimita una sociología de la ciencia con los estudios en “sociología computacional”. Slezak (1989) es quien primero desata esta “controversia”. Esta diferencia de concepción, se estructura respecto de la noción de modelo. En los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, la idea de modelo es algo por describir en su inscripción social, y no una descripción normalizada, formalizada para escudriñar en los mecanismos que dan lugar “a” (el conocimiento científico).

explicación cognitiva interaccional (se incorporan redes de agentes en una lógica de computación distribuida), a una concepción adaptativa de la ciencia.

4.3.1. Autoorganización y comunicación científica: Loet Leydesdorff desarrolla una aproximación transdisciplinaria a la comprensión de la ciencia a partir de la convergencia de la teoría de sistemas de Luhmann, la teoría matemática de la comunicación y la cienciometría. Comprendiendo a la ciencia como un sistema de comunicaciones, entonces en ella se intercambian sus resultados (información), publicaciones, las que entendidas como un sistema emergente de citas y co-citas, opera mediante dinámicas de autoorganización modelables mediante la teoría de la información aplicada a las publicaciones científicas (Leydesdorff, 2001). Se trata de identificar la información intercambiada entre agentes y contenidos cognitivos, o entre contenidos cognitivos. Por ello la medida del ruido. Aquí hay una cuestión central: las dimensiones sociales y culturales, son “ruido”, de modo tal que el sistema ciencia opera autoorganizadamente el ruido convirtiéndolo en información, permitiendo así la comunicación. La propuesta aquí es que la teoría Luhmanniana de la autoorganización, permite construir un modelo común de referencia para las diversas perspectivas involucradas en los estudios de la ciencia. La complejidad de la comunicación científica radica en que el conocimiento es un proceso de “codificación de la comunicación científica” (Leydesdorff, 2001: 6). Es por ende, información que opera en distintos niveles de un sistema, de modo tal que es posible pensar la ciencia en la óptica de las teorías de la autoorganización y la teoría matemática de la información. Este planteamiento, luego se extiende a la modelación de la economía en la sociedad del conocimiento (Leydesdorff, 2006), al modelo de interacción de agentes llamado Triple Hélice, junto con Etskowitz (2000).

4.3.2. La simulación cognitiva de Herbert Simon. En el caso de los estudios de ciencia, se investiga –desde el fundacional trabajo de Herbert Simon (1981)– sobre lógica del descubrimiento científico, bajo un supuesto decidor: estudiar la ciencia, permite mejor comprender las características de un sistema complejo. En Simon, investigar la racionalidad cognitiva presente en el descubrimiento científico mediante simulación computacional, permite mejor entender la

racionalidad como una resolución cognitiva de problemas, con lo cual se pone el acento en las decisiones cognitivas de los científicos. Aparece así el problema de la selectividad como mecanismo de la resolución de problemas, una “investigación heurística” (modos de resolver problemas en un dominio y aplicarlo en otros, o a nuevos dominios). Para ello, H. Simon elabora el modelo Bacon 4.0 (orientado a simular el “impulso de descubrimiento”, o Theory Driven) y A.M. (el impulso de la data, o Data Driven). Se propone así que la distinción contexto de descubrimiento y explicación, tienen diferencia de grado y no de dominios, dada la operación cíclica de la investigación heurística. Simon instala un giro cognitivo radical: los programas de computadora pueden procesar datos de modo tal que puedan encontrar “patrones en una secuencia simple de símbolos” (Simon, et.al.; 1981: 1) tal cual realiza la ciencia en la construcción de teoría científica. Se pasa así de la extensión de principios que explican lo social, a la prescindencia de las condicionantes social.

4.3.3. La inteligencia artificial distribuida de Thagard. Se instala aquí una discusión central. Los estudios computacionales-cognitivos sobre ciencia, discuten la necesidad de considerar dimensiones sociales. De un lado, el análisis desde la filosofía computacional de la ciencia (Thagard, 1993) propone que es posible integrar explicaciones sociológicas, sociohistóricas y computacionales en un modelo de computación distribuida, mientras que en un enfoque cognitivo-computacional, se propone que no es necesario, si el propósito es identificar el modo como se estructura el conocimiento científico (Slezak, 1989). En este sentido, Thagard propone que en tanto se discutan los modelos simples de racionalidad, y sean sustituidos por modelos complejos de racionalidad (más allá del individualismo metodológico), es posible superar el reduccionismo entre lo cognitivo y lo sociológico (propio de las escuelas antagónicas), así como el “residualismo” (unas, estudian la que la otra no estudia). Para superar ello, propone que una filosofía computacional de la ciencia, basada en la lógica de la Inteligencia Artificial Distribuida (DAI), permite entender que cada científico es un nodo que realiza un procesamiento altamente complejo, para lo cual, requiere otros nodos (de ahí la crítica al individualismo metodológico). Con ello, las comunidades científicas pueden ser comprendidas como “sociedades de mentes” (Thagard, 1993: 56-57): no solo

se intercambia información, también operan procesos de negociación, oposición, pensamiento analógico y distribución del trabajo científico.

4.3.4. Las vías adaptativas-computacionales. El entronque o “generación adaptativa” en los estudios de la ciencia, abre mejor un diálogo con algunas de las propuestas teóricas de los estudios de la ciencia. De modo interesante, se articula a metateorías sociológicas (como la teoría de sistemas Luhmanniana) y metateorías biológicas (autopoiesis de Maturana-Varela) e informáticas (Inteligencia Artificial, como en Thagard).

4.3.4.1. El principal giro adaptativo, dice relación con la consideración de las dimensiones sociales, pero ahora desde otro paradigma de lo social: no es ya una traza de un contenido significativo, sino unas reglas que regulan las relaciones entre agentes. La noción de emergencia es central. Un sistema social adaptativo complejo es aquel en el cual las “reacciones a las demandas del entorno hacen cambiar sistemáticamente sus reglas de interacción” (Kluver, 1998: 19). Para que las reglas cambien, se necesita una “metaregla” que indique el cambio de la regla. En el caso de la ciencia, esta metaregla “está dada por la tradición de la disciplina y el ambiente social del sistema” (Kluver, op.cit.: 21), que refieren, específicamente, a otros sistemas sociales de la ciencia (la política de ciencia, por ejemplo) y la “realidad material” que observa la ciencia. Las redes de agentes realizan una “función de evaluación” respecto de la relación entre estos sistemas y su entorno. La ciencia así, para a ser comprendida como “una red de investigadores que genera y valida una red de conocimientos” (Börner, et.al, 2012: 3). En esta perspectiva, las concepciones cognitivistas e interaccionistas, encuentran una vía de articulación. Dicho en términos de la tesis doctoral: los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales, pueden articularse mediante una modelación sistémica, compleja y adaptativa. Estos planteamientos centrales, generan al menos tres consecuencias relevantes para la modelación en estudios de la ciencia:

4.3.4.2. Los agentes no existen ni solos ni en un vacío. Se relacionan en torno a reglas. La cuestión en estudios de la ciencia es modelar cuales son las reglas que regulan las interacciones, los niveles y foco de esas interacciones, y cuales

los contenidos cognitivos que de ello emergen. Para descubrirlas, han de construirse modelos. Los grupos de investigación son concebidos como “una red compleja de interacción social, la cual, en su libre juego de acción e interacción, está limitada, pero no determinada, por la tarea de construcción de nuevo conocimiento” (Küpers, K., 1998: 145), o como una red de agentes que interactúa con redes institucionales, una infraestructura social, material y organizacional que la regula e incentiva mediante canales formales e informales (Börner, op.cit.: 4).

4.3.4.3. Una consecuencia de lo anterior, es que en términos informáticos y adaptativos, los agentes realizan procesos y decisiones cognitivas, considerados en su interacción. Ello genera set de reglas “rutinizadas”, pero abiertas a la transformación, y generan un impulso que abre la incertidumbre sobre la evolución del sistema.

4.3.4.4. Los contenidos cognitivos de la ciencia, foco principal de la simulación cognitiva inaugurada por Simon, son entendidos como sometidos a dinámicas “conocidas” y testeables, propias de los estudios de la ciencia. La hipótesis de Lotka, la noción de paradigma de Kuhn, y en términos microsociológicos, la replicación de experimentos y la inducción científica, serían procesos fundamentales. Nigel Gilbert introduce aquí un neologismo, el “Kene”, una unidad mínima de información (bit) que representa el conocimiento en un espacio de simulación (Gilbert, 1989: 9). Con ello, se abre la puerta a una simulación “adaptativa” de la ciencia.

4.3.4.5. El uso de programas computacionales, no es tan solo una herramienta para la investigación, sino que se vuelve también un objeto de investigación: las capacidades de inteligencia y complejidad de los programas, se toman como referentes del comportamiento de sistemas complejos en general, y de sistemas complejos específicos, como la ciencia (Kluver, 1998: 16). Es ello lo que permite el modelamiento formal de la ciencia como un sistema adaptativo y complejo. Ahora, si en el centro del requerimiento, se encuentra la noción de red de agentes, la Modelación basada en agentes ha venido cobrando una alta relevancia para la construcción de modelos formales y la simulación social de la

ciencia. La cuestión fundamental aquí, es que la modelación de condiciones y reglas de interacción de nivel micro, generan resultados emergente en un nivel macro (Schmid, 2009), y procesos de retroacción micro-macro. Ello, que ha permitido el desarrollo de estudios para la modelación y simulación de lógicas de descubrimiento científico (May, 1996; Grabhoff, 1998), la modelación de grupos y redes en la organización de la ciencia (Arweiler, 1998; Küpers, 1998), el análisis de dinámicas evolucionarias de innovación en sistemas regionales (Arweiler, 2010), modelaciones de políticas públicas en ciencia y tecnología (Windrum and Birchenhall, 1998); procesos investigativos colectivos desde la óptica de la computación distribuida (Edmonds, 2007); la relación entre estructuras de redes y convergencia en torno a hipótesis científicas (Zollman, 2007); la relación entre estrategias individuales y la distribución del trabajo científico (Weisberg y Muldoon, 2009).

5. Conclusiones del capítulo. Requerimientos y posibilidades para una modelación sistémica, adaptativa y compleja de la ciencia.

5.1. Pareciera que en un primer momento, tanto en Manheim como en Durkheim- Mauss, la reflexión opera sobre el conocimiento “en” la sociedad: moderna en Manheim, todas las sociedades en Durkheim-Mauss. Este modo holístico de pensamiento, permite una mirada que quiere situar la producción de conocimiento “en” la sociedad. Por ello, se avizoran problemas de complejidad social. Posteriormente, no se trata ya de comprender en ese nivel macrosocietal a la ciencia, sino de situar el modo como operan las relaciones ciencia-sociedad, cuando ya se ha constatado la autonomización de la ciencia respecto de la sociedad. Ejemplar en ello es Merton: provee de una explicación respecto de cómo se ha autonomizado la ciencia, y lo hace defendiendo su autonomía frente a los embates de la sociedad. Todo ocurre como si el problema del origen se desdoblara en un mecanismo normativo.

5.2. Los estudios de la ciencia así, cobran la forma de reflexiones sobre ese problema de la autonomía societal de la ciencia en relación a la sociedad. Son intentos variados por contener la autonomía, buscando explicaciones que bien puedan soslayar ese principio autoorganizador que en la propia sociedad se

engendra. Los estudios de la ciencia pueden reconocerse como un campo articulado en torno a algunos giros teóricos y metodológicos, como reacciones a los planteamientos respecto de la autonomía y desinterés mertoniano (Kreimer, 1994) primero, y luego en torno a convergencias paradigmáticas en el emergente Paradigma de la Complejidad. Estos anillos, normativos, relativistas, constructivistas y complejos abordan progresivamente el problema de la complejidad de la interacción de agentes, las reglas e incentivos, y lo que de ello emerge. Los estudios de la ciencia –considerando aquí desde Durkheim y Mauss (1903), los enfoques constructivistas (Bloor, 1998, 2005; Collins, 2009; Latour y Woolgar, 1995), interaccionistas (Knorr-Cetina, 2005), institucionalistas (Whitley, 2012; Lundvall, 1992) y complejos (Thagard, 1993; Leydesdorff, 2001; Simon, 1981; Gilbert, 1998; 2006; Kluver, 1998; Küpper, 1998; Börner, 2012)–, aportan en cuestiones centrales que permitan proponer un modo de reflexión sobre la ciencia que la sitúe operando un doble mecanismo: la observación de las relaciones entre mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales, de modo tal que sea posible situar la reflexión sobre la ciencia haciendo una reflexión sobre la sociedad. Se trata así, de sacudirse de los horizontes normativos, de modo tal que sea posible observar la estructura y evolución de la ciencia observando la sociedad. Entre estos elementos centrales, se proponen lo siguiente:

5.2.1. Primero. Sobre la co-determinación entre mecanismos internalistas y externalistas. La evolución de los principales enfoques, da cuenta del modo como se puntúan una u otra clase de mecanismos explicativos. Una observación compleja de la ciencia, requiere articular ambos. Para ello, se requiere un giro en la comprensión de lo social: desde una traza de contenidos y significaciones a una comprensión de lo social como un fenómeno emergente. Lo que se requiere investigar es dar cuenta de aquello que emerge en ciencia, entendiéndolo como el resultado de las operaciones conjuntas de la lógica interna de los científicos, que en sus redes, interacciones y decisiones sociales y cognitivas (¿con quién asociarse?, ¿Qué investigar?) operan mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales.

5.2.2. Segundo. Sobre los agentes, redes de agentes y lógicas de agentes. La literatura tiende progresivamente a generar un telón de fondo común. Los agentes científicos no operan en el vacío, operan en redes, tomando decisiones sociales y cognitivas en conjunto. Estas decisiones inciden en la estructura y evolución de la ciencia como una red de contenidos de conocimiento (la red de agentes, co-evoluciona con una red de conocimientos). Lo que se requiere investigar, es el modo como los agentes, al tomar decisiones aprenden (interactúan con otros agentes), generando una memoria social y una memoria cognitiva que incide en la estructuración de los contenidos de conocimiento. Al aprender, se generan potenciales de conocimiento, respecto de los cuales se actualiza aquello que observamos como conocimiento certificado.

5.2.3. Tercero. Los agentes científicos, al formar parte de un sistema científico, se encuentran en un marco de reglas e incentivos que quieren incidir en sus operaciones. Lo que se requiere, es investigar el modo como las reglas inciden en el establecimiento de relaciones y decisiones sociales y cognitivas que los agentes científicos realizan.

5.2.4. Cuarto. Sobre lo emergente. Lo que se observa hoy en ciencia, como contenidos de publicaciones científicas, como temáticas de investigación mediante proyectos, son el resultado emergente de un conjunto de procesos cognitivos, sociales, normativos, que conforman un verdadero proceso morfogenético de creación de conocimiento. Así, lo que se requiere investigar, son los mecanismos que hacen comprensible esa emergencia, y la dinámica evolutiva de lo emergente: el modo como se transforman las líneas de investigación.

5.3. Con lo anterior, se requiere una arquitectura teórica que permita abordar los desafíos de la comprensión de unos agentes científicos operando en red, sometidos a reglas e incentivos, en las cuales despliegan estrategias y decisiones sociales y cognitivas, y cuyas operaciones hacen emerger el conocimiento científico. A ello se dedica el siguiente capítulo, a desarrollar una propuesta teórica: Sistemas Adaptativos Complejos de Ciencia y Tecnología.

CAPÍTULO 2. LA CIENCIA COMO SISTEMA ADAPTATIVO COMPLEJO.

RESUMEN DEL CAPITULO

El capítulo, propone un **modelo teórico denominado Sistemas Adaptativos Complejos de Ciencia y Tecnología (SACCT-1)**: un sistema de ciencia y tecnología puede ser comprendido como un Sistema adaptativo complejo en tanto está compuesto por una red de agentes científicos que interactúan en un marco institucional específico (el sistema de ciencia y tecnología) que define reglas (para adjudicarse proyectos científicos y presentar publicaciones científicas) e incentivos (incide en el prestigio científico).

En las interacciones locales entre agentes, se generan redes (de proyectos, de publicaciones), proceso en el cual los agentes seleccionan a otros agentes y seleccionan contenidos de conocimiento (temas de proyectos, palabras clave de publicaciones), dando lugar a redes emergentes de agentes. El comportamiento en red de los agentes expresa los hallazgos teóricos de la noción de círculo crédito-credibilidad de Latour-Woolgar (1995), la lógica modal en arenas transepistémicas de Knorr-Cetina (2005) y la circularidad observación-experiencia de Knorr-Cetina (2005). Por ello, los agentes modifican sus posiciones en el sistema en la medida que aprenden (incorporan a su memoria a agentes con los cuales adjudica proyectos; y agentes con los cuales publica; incorpora a su memoria temas-proyectos y palabras-publicaciones). Se generan así, procesos de aprendizaje: los agentes en la interacción modifican sus capacidades actualizando su stock o memoria cognitiva (tienen un stock de contenidos de conocimiento) y su memoria social (tienen un stock de agentes ya conocidos y por conocer). En este proceso, se generan estrategias adaptativas: las redes generadas modifican su estructura, incidiendo en las posiciones de los agentes, y sus capacidades de selección. Operan aquí, mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales: los agentes articulan las normas e incentivos de su “entorno” (el sistema científico de proyectos y publicaciones) con la búsqueda de creación de conocimiento que su propia lógica y aprendizaje ha generado.

En el sistema adaptativo complejo de ciencia y tecnología, los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales operan en conjunto, generando aprendizajes (en el nivel micro), adaptaciones (en el nivel meso), un potencial de conocimiento (nivel macro) y una estructura específica y cambiante del conocimiento científico (nivel meta). Este nivel meta, fenómeno emergente, consiste en la estructura dinámica del conocimiento científico: una red de contenidos de conocimiento (redes de palabras clave de publicaciones) cuya forma se modifica en el tiempo, dando lugar a procesos evolutivos del conocimiento: se conforman líneas de investigación.

“... la autoorganización implica necesariamente interacciones entre distintos niveles de integración, que al mismo tiempo son niveles diferentes de observación. En el marco del principio de “complejidad por el ruido”, describir la autoorganización como la utilidad de perturbaciones aleatorias para crear una complejidad funcional, equivalía a describir la creación de significaciones nuevas –y, por lo tanto, aún desconocidas– en la información transmitida de un nivel a otro

Henry Atlan, Con Razón y sin ella. Intercrítica de la ciencia y el mito (1991), (pág. 67-68).

1. Convergencias teóricas: mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales

1.1. La tesis, propone que las explicaciones teóricas presentes en la literatura, se instauran en una lógica que tiende a bifurcar explicaciones internalistas y externalistas, y que, en la actualidad, existen avances teóricos y metodológicos que permiten hacer converger estas bifurcaciones. Dichos avances, no están dados al interior de cada uno de los campos que se analizan, de modo que se requiere una búsqueda en un campo científico que pueda proveer esa convergencia. Los avances en el campo de la modelación de Sistemas Adaptativos complejos (Holland, 2004; Vivanco, 2010), permite –para los propósitos de la tesis doctoral–, integrar hallazgos teóricos que permiten comprender microsociológicamente, los mecanismos que dan lugar a la emergencia del conocimiento científico.

1.2. Los Sistemas adaptativos complejos, entendidos como una red de agentes que interactúan en el marco de ciertas reglas, y que de su interacción emergen fenómenos más allá de las condiciones locales de interacción, proceso en el que se generan aprendizajes, coevoluciones y adaptaciones entre niveles (Holland, 2004), permiten modelar los sistemas de ciencia y tecnología, en tanto están compuestos por agentes, que aprenden y se adaptan a las variaciones que genera la propia evolución de las interacciones, en relación a ciertas reglas que regulan las interacciones, y que en el campo de la ciencia, corresponden a reglas (marcos normativos) e incentivos (políticas de fomento, instrumentos de financiación), e incluso a las reglas que relaciona contenidos cognitivos entre sí. Es en este proceso, que emerge el conocimiento científico (o el estado actual de capacidades científicas de los sistemas de ciencia y tecnología en análisis), que requiere entonces explicaciones respecto de los mecanismos que en ciertas condiciones locales de interacción hacen comprensible ese estado de capacidades científicas.

1.3. Lo anterior es relevante de identificar, puesto que la tesis teórica central de la investigación doctoral propone que la complejidad sociocientífica puede ser comprendida como el resultado emergente de la interacción de dos planos

explicativos: el de las interacciones entre agentes (cuya interacción ocurre en el marco de ciertos diseños institucionales, marcos normativos, sistemas de incentivos), y el de las clasificaciones (los conocimientos científicos entendidos como productividad y patrones de especialización científica). Ello, implica articular los mecanismos internalistas de explicación de la actividad científica, con los mecanismos externalistas de dicha actividad, que darán a lugar a los mecanismos propios de un sistema adaptativo complejo de ciencia y tecnología.

2. Descripción general del modelo teórico

2.1. Un sistema de ciencia y tecnología puede ser comprendido como un Sistema Adaptativo Complejo, en tanto está compuesto por una red compleja de agentes científicos que generan y adaptan estrategias (decisiones) sociales y cognitivas, las que en sus interacciones, en un marco de reglas locales, generan procesos de aprendizaje y memoria social y cognitiva, interacción que genera fenómenos emergentes en distintos niveles: redes de colaboración, redes cognitivas de conocimiento potencial, y conocimiento científico y tecnológico certificado (líneas de investigación). Este conocimiento emergente, retroacciona sobre las redes de agentes y sus estrategias. Las interacciones locales ocurren en relación a marcos institucionales que regulan e incentivan la actividad (proponen variaciones e incentivos a la selección que realizan los agentes). Aquí, operan mecanismos autorreferenciales (propios de las lógicas de la actividad de generación, diseminación y uso de conocimiento) y mecanismos heterorreferenciales (propios de las regulaciones e incentivos). Esa interacción ocurre en tanto existen y se adaptan esquemas de selección (decisiones sociales y cognitivas, en los que operan los mecanismos de variación/selección) que articulan los mecanismos, haciendo emerger morfogénicamente el conocimiento científico técnico, generándose patrones de colaboración científica y patrones de especialización disciplinaria. Estos patrones, retroaccionan sobre los agentes, pero también sobre los marcos institucionales generando adaptaciones y coevoluciones del sistema de ciencia y tecnología, lo que le imprime su carácter evolutivo.

2.2. En términos procesuales, el Modelo SACCT-1:

2.2.1. El modelo está compuesto por agentes científicos (cuyos atributos son reales) que interactúan periódicamente (anualmente) para conformar redes de proyectos y redes de publicaciones. Esta colaboración, da lugar a una primera Emergencia: una red compleja de agentes-proyectos-publicaciones (emergen patrones de colaboración científica). En esta red compleja, operan conjuntamente una dimensión de interacciones y una dimensión de clasificaciones. En el modelo, se operacionalizan como un proxy: parámetros de interacción (con quien asociarse –histórico/contingente-) y de clasificación (cuanto deben los agentes compartir cognitivamente para asociarse –Alta o Baja Integración Cognitiva).

2.2.2. Los agentes, al interactuar para adjudicarse proyectos (existe un set predefinido, real de proyectos científicos en cada período) y generar publicaciones (existe un set predefinido, real de publicaciones en cada período), intercambian conocimiento, puesto que al seleccionar (de modo evolucionario, abierto a procesos de variación-selección) con quienes asociarse y que temáticas investigar-publicar, ponen en juego un stock de “memoria social. Desde el punto de vista de las interacciones, pueden asociarse con aquellos que ya se han asociado –socios “históricos”–, o con quienes se encuentran disponibles en el período –socios “contingentes” –, (manejado como un parámetro en el modelo basado en agentes). Así, ponen en juego criterios de observación/experiencia y crédito/credibilidad. Los agentes despliegan una “estrategia adaptativa social” variable en cada período: cambian, o se mantienen, las decisiones que ha tomado.

2.2.3. En lo cognitivo, para asociarse en proyectos o publicaciones, deben compartir un conjunto variable (manejado como el parámetro de Alta o baja Integración Cognitiva en el sistema) de contenidos cognitivos (temas-proyectos, y palabras-publicaciones). Los agentes tienen una memoria cognitiva. Al realizar esto, los agentes toman decisiones sobre un conjunto de conocimientos previos (su memoria cognitiva): ponen en juego la lógica

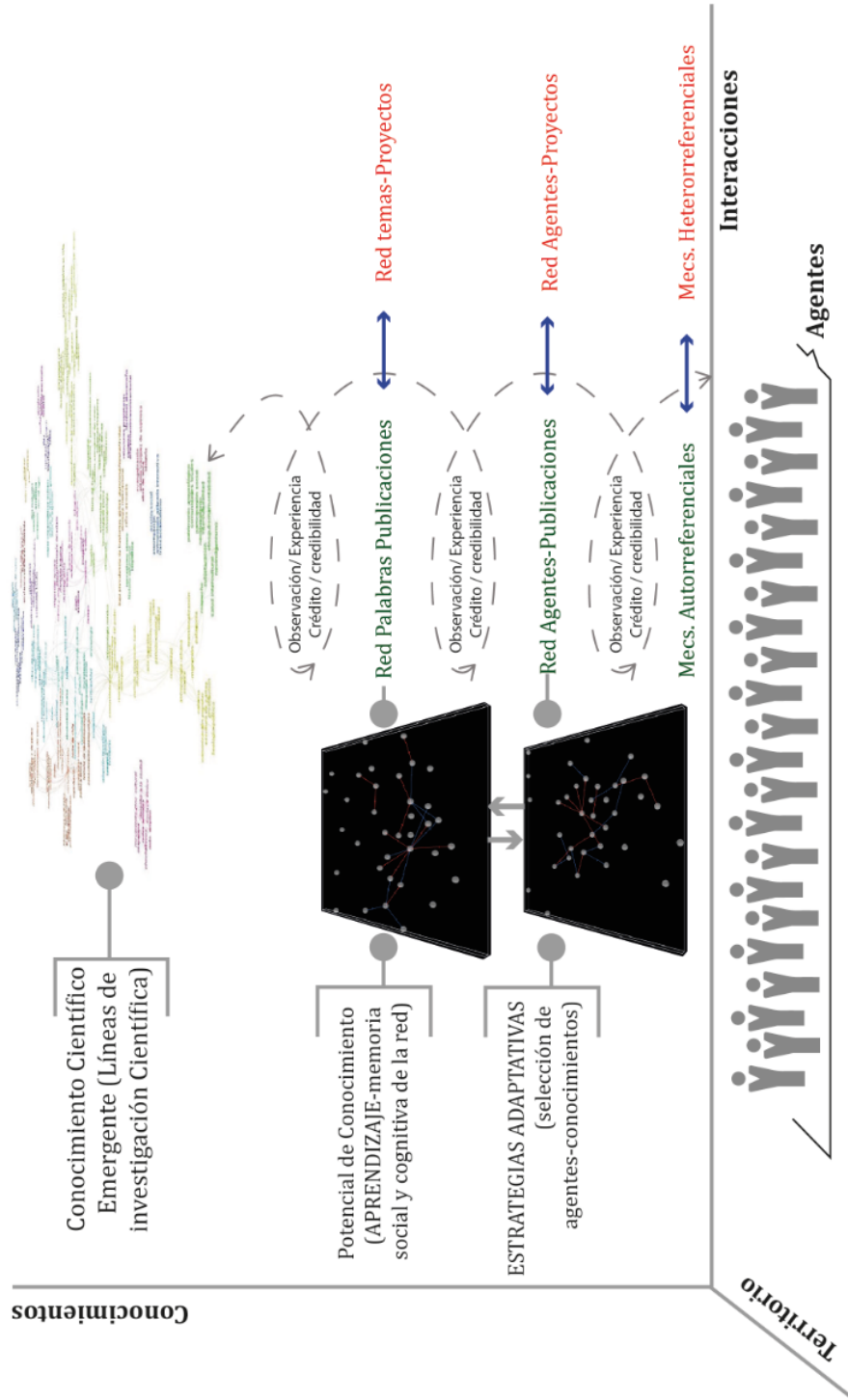
observación/experiencia y crédito credibilidad, esto es, deciden a partir de lo que observan en su entorno en relación a su experiencia; y deciden a partir de intereses que le otorgarán más crédito y credibilidad. Junto a ello, se intercambian conocimientos: el stock cognitivo deviene en flujo: cambia su stock en tanto se asocia con otros. El agente aprende en red, hay inteligencia y memoria distribuida. Los agentes así, despliegan una “estrategia adaptativa cognitiva” variable en cada período: cambian, o se mantienen, las decisiones que ha tomado.

2.2.4. En el proceso de aprendizaje que realizan los agentes en red, emerge en una nueva red, esta vez cognitiva. Dado que los agentes intercambian contenidos de conocimiento, entonces emerge una red compleja (Potencial de Conocimiento): el conjunto de relaciones que se establecen entre los contenidos que los agentes han aprendido. Es un potencial de conocimiento, que al modo de path-dependence, incide en la objetivación del conocimiento certificado. El conocimiento científico aquí, emerge como un potencial en proceso, que se actualiza en publicaciones y proyectos.

2.2.5. Dados las estrategias adaptativas sociales y cognitivas que los agentes despliegan en su interacción en red, y los cambios en las memorias sociales y cognitivas, emerge el Conocimiento Científico “certificado”. Cobra la forma de una red de contenidos científicos: una red de palabras clave de publicaciones, y una red de temas de investigación de proyectos; conformando así, líneas de investigación. Entonces, las líneas de investigación, como fenómeno emergente cambian en el tiempo, e inciden en las estrategias adaptativas, la memoria social y cognitiva, e incluso en las normas que regulan las relaciones entre los contenidos cognitivos: pueden emerger nuevas líneas, y pueden desaparecer otras.

Ilustración 1. Modelo Teórico Sistemas Adaptativos Complejos de Ciencias y Tecnología.

Modelo Teórico: Sistemas Adaptativos Complejos de Ciencia y Tecnología (SACCT-1)



Fuente: Elaboración Propia (2016).

2.3. El modelo teórico SACCT-1, se fundamenta teóricamente en los siguientes ejes:

2.3.1 La noción de agente y redes de agentes: los agentes científicos, conforman redes de agentes que interactúan en la construcción y diseminación de conocimiento científico. No operan en un vacío como individuos aislados, no obstante realizan procesamientos y decisiones cognitivas como nodos en una red (por ello, se trata de un problema propio de un individualismo metodológico no reduccionista), en el sentido de Thagard (1993). Los agentes, están dotados de autonomía, habilidad social, reactividad y proactividad (Gilbert y Troitzsh, 2005: 1973). Al operar en red, se hace comprensible el planteamiento de Bloor (2009): es la noción de red la que permite establecer un puente entre aquello que Durkheim y Mauss denominaban “sistemas de clasificación” e “interacciones”. La red, articula agentes y conocimientos en un entramado híbrido. La noción de red tiende un puente entre aquellas corrientes en los estudios de la ciencia y la tecnología que buscan evidenciar los mecanismos que organizan la interacción entre agentes, y los sistemas adaptativos complejos. Es el espacio de relacionamiento entre patrones de colaboración científica y patrones de especialización científica. Los agentes científicos, invierten en credibilidad para recibir créditos para aumentar su credibilidad, construyéndose así un mercado de conocimiento e información que genera una estrategia selectiva de inversión allí donde se esperen mejores retornos (Latour-Woolgar, 1995). Puede entenderse entonces que los agentes, interaccionan con otros generando este mecanismo de crédito que retroacciona sobre quienes conforman la interacción. Se activa así un proceso de construcción de una red en base al interés interactivo de los agentes.

2.3.2. Procesamiento y decisiones sociocognitivas: Knorr-Cetina (2005), permite identificar un mecanismo que incide en la estructuración de redes de agentes científicos y redes de conocimientos. Para Knorr-Cetina, en la base de la fabricación del conocimiento (en nuestra óptica, lo emergente) se encuentra un “mecanismo” que articula agentes y conocimientos, en lo que denomina la “*circularidad de la observación y la experiencia*”. Mecanismos auto y heterorreferenciales se articulan en la circulación y transformación del

conocimiento, puesto que el agente científico, al poner en escena un “razonamiento analógico de clasificación conceptual”, opera entonces en una interacción de agentes: el conocimiento es una circulación y transformación de selecciones (2005: 147-8). Entonces, la circularidad entre observación y experiencia, es una circularidad de selecciones que imprimen un proceso de retroacción del conocimiento sobre los agentes. Los agentes así, pueden ser concebidos como procesadores cognitivos que toman decisiones sociocognitivas: deciden con quien vincularse y que temáticas investigar y/o publicar. Constituyen, como indica Thagard (1993) nodos de una red de inteligencia artificial distribuida (el conocimiento emerge de la red). La colaboración científica así, no es un resultado simple de una relación entre dos unidades, sino ya un resultado emergente: una red de colaboración. Ahora bien, para modelar las lógicas de interacciones entre agentes, este enfoque puede ser complementado con el análisis respecto del modo como el agente científico opera lógicas diferentes para la obtención de ese crédito/credibilidad. Ello permite modelar la intencionalidad, selectividad cognitiva y las decisiones de los agentes científicos. Knorr-Cetina (2005) indica que la producción de conocimiento es un proceso cargado de decisiones en una interacción contextualizada, por lo cual, la lógica del agente es social y no exclusivamente individual. Se conforman campos transcienceficos atravesados por relaciones de intereses. La “racionalidad científica” es una operación de articulación de distintos modos de la razonamiento (Kreimer, 2005), dado el carácter contextual en el que operan las interacciones entre agentes en la ciencia. El agente, forma parte de un espacio transciencefico (una red de interacciones entre agentes) cuyas motivaciones, intereses y estrategias operan contextualizada e interactivamente, dando lugar a una lógica modal de racionalidad practica, indicial, analógica, situada, literaria y simbólica (Knorr-Cetina, 2005). Ello permite modelar en las interacciones entre agentes, las lógicas que en esas redes se ponen en “escena” como fuente de la activación de mecanismos (y sus retroacciones).

2.3.3. Sobre los marcos normativos: Los agentes, interactúan en marcos normativos específicos (traducidos en arquitecturas institucionales y formas de regulación de la actividad científica) y son incentivados a dirigir la producción de

resultados de sus interacciones a objetivos deseados. Si bien existe una amplia literatura sobre nociones sistémicas de ciencia, tecnología e innovación, ellas convergen en tres aspectos: primero, la relevancia de la dimensión interactiva de la producción de conocimiento (es el modo como la interacción genera aprendizajes y conocimientos en redes); segundo, la construcción de un marco explicativo de corte normativo que propone explicar la dinámica del cambio científico-técnico a partir del modo cómo funcionan, o no funcionan, para el logro de resultados; tercero, la relevancia dada al nivel territorial de las operaciones de los sistemas de innovación. Desde el punto de vista de la comprensión del sistema de ciencia y tecnología como un sistema adaptativo complejo, resulta relevante abordar el problema de las reglas de interacción que implican los marcos normativos, y la no linealidad de los efectos esperados de los sistemas de incentivos. Respecto de lo primero, la literatura sobre sistemas de innovación (Lundvall, 1992) ha venido identificando una tipología de sistemas de innovación en dos sentidos complementarios: ya sea como evidencia de un modo sistémico de interacción entre agentes públicos, privados y académicos, o respecto de reglas de interacción en la llamada triple hélice (Leydesdorff y Etzkowitz, 2000). Estos modelos de análisis, han sido incorporados de manera acrítica en América Latina (Velho, 2011; Vessuri, 1994), y devienen en marcos normativos que regulan las interacciones estableciendo incentivos para la generación de innovaciones basadas en el conocimiento científico en el marco de modelos políticos orientados a la competitividad. Ello es relevante de considerar puesto que constituyen en la actualidad las reglas e incentivos que organizan las interacciones entre los agentes. Entonces, es relevante considerar que los incentivos y marcos normativos, organizan las redes locales de interacción, pero emergen de ello fenómenos no esperados en relación a lo que la propia política define como prioridad. Este fenómeno de no linealidad, ha sido entendido como un fenómeno de “transversalidad” y “entrelazamiento” de las interacciones en un marco territorial desde el cual lo emergente (la innovación y el conocimiento) son altamente impredecibles, explicándose de este modo problemas de observación de transiciones y cambios en “sistemas adaptativos complejos de innovación” (Cooke, 2012). Así, los marcos normativos activan lógicas autorreferenciales, en lógicas de crédito/credibilidad y lógicas modales

transepistémicas de los agentes mediante estándares de datos, de información científica, la regulación de participación en comunidad o redes y heterorreferencialmente, mediante regulaciones de instituciones de educación superior, instituciones de diseño y gestión de política de CTel nacionales, subnacionales y sectoriales.

2.3.4. Autorreferencialidad y Heterorreferencialidad en ciencia. Los agentes, si bien autónomos, operan en una red de agentes. Las redes de agentes ponen en juego decisiones y selecciones sociales, pero también cognitivas. Y lo hacen, en un marco de sistemas de reglas e incentivos que regulan su accionar (heterorreferencialidad). Estas, refieren tanto a las reglas del entorno de la política de ciencia, como a las reglas que definen relaciones entre contenidos cognitivos del hacer teórico en ciencia. Analizada así, el conocimiento científico (emergencia), emerge en mecanismos que operan articulando operaciones cognitivas con operaciones sociológicas. Por ello, una concepción sociocognitiva que se haga cargo de la dinámica morfogenética como convergencia entre lógicas socioculturales y cognitivas (redes de investigación y redes de conocimiento) puede permitir comprender los mecanismos, que hacen emerger al fenómeno emergente-conocimiento científico y, a su vez, explicar el fenómeno de retroacción sobre las configuraciones locales (redes de investigación y redes de conocimiento). Allí radica la morfogénesis en la creación de conocimiento científico. El modo como los agentes de un sistema de CTel resuelven las tensiones entre mecanismos auto y heterorreferenciales, es lo que “activa” las redes, y con ello las derivas del sistema. Ocurre aquí entonces el dispositivo clave de la emergencia del conocimiento científico-técnico: este emerge en la interacción local que generan las relaciones entre los mecanismos auto y heterorreferenciales, de modo que se hace comprensible la emergencia recursiva en sistemas de ciencia: su retroacción sobre los agentes y sus interacciones. Los agentes aprenden y se adaptan en las interacciones, retroaccionados por lo emergente, y los marcos institucionales y sistemas de incentivos cambian, se ajustan generándose así procesos de co-evolución.

2.3.5. El conocimiento científico como fenómeno emergente: La idea de red, en un sistema adaptativo complejo de ciencia y tecnología, permite articular en el tiempo, dos dimensiones claves: la dimensión de las interacciones entre los agentes científicos, y las “clasificaciones”, o dimensión cognitiva de la ciencia, sus contenidos de conocimiento, que también conforman una red. Los agentes interactúan generando patrones de colaboración científica (una expresión “morfo genética”) de la dimensión de interacciones. El conocimiento científico intercambiado en esa red de intercambios, también constituye morfo genéticamente redes de contenidos de conocimiento, expresada en patrones de especialización científica. De este modo, ambas redes dinámicas, redes complejas, dan lugar a la dinámica emergente del conocimiento científico. La red compleja de ciencia y tecnología así, condensa en una red las estrategias de colaboración y especialización científica. Esta red, es emergente: si bien es generada en patrones locales de interacción, cobra forma en términos macro, cobrando autonomía respecto de las decisiones individuales de los agentes. Pero a su vez, tiene el carácter de retroaccionar: incide modificando las relaciones entre los agentes y entre estos y el conocimiento científico. Así, se observa un proceso morfo genético del conocimiento: las redes complejas se autocrean mediante mecanismos que actúan conjuntamente, dando lugar a redes que evolucionan de modo convergente, divergente, o co-evolucionando.

2.3.6. Así, la tesis, propone que en los sistemas adaptativos complejos de ciencia y tecnología, los mecanismos se activan –o emergen– en la interacción de las relaciones entre agentes en búsqueda de modos y recursos para (y en) la organización del trabajo científico (activada, como re-entry, por los procesos de direccionamiento del sistema científico y tecnológico) y las relaciones entre agentes en torno a la objetivación del conocimiento mediante publicaciones. Por ello los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales actúan en conjunto. Y en el modo como operan estos mecanismos, sus operaciones generan huellas en esas interacciones, que terminan por cobrar la forma de patrones. Estas huellas, ocurren en los procesos de aprendizaje y construcción dinámica de una memoria social y cognitiva, puesto que hacen que los agentes generen reflexivamente estrategias, de interacción.

2.3.7. Por lo anterior, mediante la simulación, es posible identificar el modo como los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales actúan en conjunto. Al diseño de esos procedimientos se dedica el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE MODELADO Y SIMULACION SOCIAL DE SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS DE CIENCIA Y TECNOLOGICA.

RESUMEN

El capítulo 3, propone una **metodología de modelado**. Se expone la metodología de modelación de sistemas adaptativos complejos de ciencia y tecnología utilizada en la investigación doctoral para testear empíricamente el modelo teórico. Se propone que es necesaria la utilización de una Simulación Social, mediante la Modelación Basada en Agentes (MBA). Se exponen brevemente los usos metodológicos en los estudios de ciencia, para situar la MBA, y sus principales aplicaciones en los estudios de frontera.

A partir de ello, y utilizando el “Protocolo de Grimm” (Grimm, et. Al., 2006; 2010) para MBA, se expone una descripción general del modelo aplicado a la producción científica y tecnológica en proyectos (FONDECYT) y publicaciones ISI y Scielo, entre los años 1989 y 2011 de la antropología social chilena. Se expone el propósito (identificar la incidencia de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales en la emergencia del conocimiento científico), las entidades (agentes científicos, proyectos científicos, publicaciones científicas), los procesos que en él ocurren (conformación de redes de agentes en proyectos, redes de agentes en publicaciones, redes de temas y redes de palabras), el orden temporal (iteraciones temporales entre 1989 y 2011), el diseño conceptual (que se entiende por agente científico, estrategias adaptativas, aprendizaje-memoria, el modo como se inicializa el modelo (la partida de la simulación) y los subprocesos. Se diseña una “Simulación modal de escenarios”: mediante el manejo de parámetros relativos a mecanismos sociales y cognitivos, se da lugar a escenarios: se identifican así las condiciones, en distintos escenarios, que dan lugar a resultados similares a lo real. Finalmente, se exponen los métodos y técnicas bibliométricas y de análisis de redes sociales, junto a un set de indicadores sintéticos que expresan el “volumen” e “intensidad” de las líneas de investigación, que se utilizan para comparar los resultados de la simulación social con el análisis de los datos “reales”: La simulación social así, se utiliza para testear los principios del modelo teórico propuesto. Todo ello, haría comprensible la estructura emergente del conocimiento científico en la antropología social chilena.

“imaginemos, dibujado en un espacio de representación, un diagrama en red. En un instante dado (porque veremos ampliamente que representa un estado cualquiera de una situación móvil), está conformado por una pluralidad de puntos (cimas) unidos por una pluralidad de ramificaciones (camino). Cada punto representa, ya una tesis, ya un elemento efectivamente definible de un conjunto empírico determinado”
Michel Serres, Hermes. La comunicación I. Pág. 9.

1. Requerimientos metodológicos

1.1. La Tesis Doctoral, requiere identificar los mecanismos, y las relaciones entre ellos, que explican el estado actual de sistemas de ciencia y tecnología desde la óptica de los sistemas adaptativos complejos. Este es el desafío metodológico central. Una explicación de este tipo, supone identificar y poner en relación los mecanismos que hacen emerger lo emergente: la identificación y “rastreo” de las relaciones entre patrones de colaboración científica y patrones de especialización científica. Los mecanismos buscados son relacionales: articulan la colaboración y la especialización científica en una red compleja de agentes y conocimientos.

1.2. Se requiere una metodología que permita identificar trayectorias en la conformación de redes científicas y tecnológicas. Dado que estas trayectorias – en el tiempo- articulan objetivando (en publicaciones científicas) memorias y aprendizajes en la relación entre agentes (redes) y unidades de conocimiento (redes), y que el conocimiento científico es emergente, es que el aspecto central que el método debe permitir es **observar el proceso morfogénico** de generación de conocimiento científico: desde unos agentes que seleccionan agentes y unidades de conocimiento, generando redes, hasta la retroacción que el conocimiento emergente activa en los propios agentes que le han creado (diríase, escrito), opera la morfogénesis en las operaciones multiniveles (micro-agente, meso redes de agentes; macro redes cognitivas) generándose redes complejas de agentes-conocimientos. Este requerimiento, hace necesario indagar en metodologías que permitan simular el proceso de creación de proyectos y publicaciones científicas, de modo tal que sea posible identificar los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales, que hacen comprensible el estado actual del conocimiento científico en una disciplina.

1.3. La observación del proceso morfogénico de emergencia y evolución del conocimiento científico necesita ser observado mediante técnicas de simulación social, como la Modelación Basada en Agentes, pues las técnicas bibliométricas y de redes son insuficientes en sí mismas: en la tesis, son un insumo para conocer el estado “real” de la disciplina en análisis, y una

metodología para analizar los resultados de la simulación en comparación con el estado real. Son de utilidad para el testeo teórico de los resultados de la simulación, pero no como una técnica que permita en si el testeo del modelo teórico. Las técnicas cualitativas, también aparecen como insuficientes (permiten entender la subjetividad de los agentes y sus interacciones, pero no la estructura de sus conocimientos y sus relaciones¹⁰). Ambos tipos de técnicas, permiten observar un estado de cosas, pero no el modo como se generan los vínculos y los procesos sociocognitivos que ocurren: el aprendizaje, memoria y adaptación en redes que realizan los agentes. Ello es solo observable mediante la simulación. En definitiva, se requiere identificar el modo cómo se generan y articulan mecanismos de relacionamiento entre agentes y conocimientos.

2. Metodologías en uso en los estudios de la ciencia y la tecnología

2.1. El panorama metodológico es diverso. En la actualidad, en los estudios de la ciencia, existe una tendencia a operar con métodos y técnicas que delimitan sub-campos de investigación. Se trata quizás de las consecuencias de un empirismo objetivista (en la cienciometría) o constructivista (en los enfoques sociales) que se orientan, ya sea a comprender la estructura y dinámica del conocimiento (con prescindencia de los mecanismos que le han dado origen), ya sea a la interpretación de los procesos sociales, culturales y políticos que hacen comprensible la estructura del conocimiento (con prescindencia de esa estructura, y de las consecuencias de retroacción del conocimiento sobre las dinámicas que lo explicarían). En detalle:

2.1.1. Métodos constructivistas de primer y segundo orden: concentrando esfuerzos en abrir la “caja negra”, se despliegan métodos etnográficos, cualitativos, de análisis documental, con el propósito de reconstruir hechos, teorías, redes sociotécnicas, controversias sociocientíficas y sociotecnológicas en perspectivas interpretativas (de primer o segundo orden), apelando a las subjetividades de los agentes y las diferencias de percepción en procesos

¹⁰ Este nivel de observación “cualitativo”, puede ser incorporado en futuras versiones del modelo teórico. Especialmente relevante puede ser la consideración de la intencionalidad, motivación y percepción de los agentes como marco contextual que haría comprensible las estrategias.

controversiales, mediante técnicas etnográficas de investigación de situaciones reales de investigación científica (Latour y Woolgar, 1995), o vinculando tecnologías disponibles, debates científicos y percepciones y posiciones de agentes socialmente relevante. Reconstruir en estos enfoques, consiste en establecer un entramado, un relato coherente y completo, respecto de los procesos que han ocurrido en la ciencia: se buscan y reconstruyen “hechos” sociocientíficos, y se proponen relaciones de poder, sociotécnicas, simbólicas. Reconstruir aquí es develar desde un ahora aquello que ha ocurrido en el tiempo. En estos, se usan metodologías mixtas. No existen estándares metodológicos y técnicos. Es interesante identificar aquí el desarrollo de herramientas para “visualizar” dinámicas de controversias científicas y tecnológicas. Aquí, visualizar implica representar cohortes temporales en un proceso de controversias, para identificar los conocimientos, agentes, políticas, instrumentos, las posiciones diversas que generan. Se trata de una representación simple: quiere describir el proceso tal cual ocurre en la realidad.

2.1.2. **La cienciometría** por su parte, ya sea en los denominados indicadores de primera o segunda generación (Callon, Courtial y Penan, 1993) elabora aproximaciones cuantitativas rigurosas para la medición de los resultados de investigación, o mediante modelos complejos basados en la teoría de la comunicación e información (Leydesdorff, 2001; Mingers y Leydesdorff, 2015), y la política utiliza modelos de planeación y prospectiva, especialmente basados en la lógica de sistemas de innovación (Medina y Ortegón, 2006).

2.1.3. Por su parte, en los últimos desarrollos en los estudios de la ciencia que utilizan modelaciones y simulaciones como herramientas metodológicas, se observa que estas técnicas permiten modelar dos series de fenómenos: aquellos fenómenos objetivos como los artículos científicos, midiendo un “quantum de conocimiento”, definido como un “kene” (neologismo de “gene”) (Gilbert, 1997) o, es posible también modelar las estrategias de los agentes como mecanismos claves que pueden ser explícitamente representados (Gilbert, 1998). El uso de la Modelación Basada en Agentes (en adelante, MBA) se asocia a su utilidad en los estudios de la ciencia para analizar la emergencia de patrones de creación, colaboración y/o disseminación de conocimiento

científico, en el entendido que las reglas locales de interacción entre agentes (en un nivel) hacen emerger esos patrones en otro nivel, y que se producen entonces retroacciones entre ambos (Gilbert, 1998, 1997; Kluver, 1998). Payette (2012) propone la existencia de una secuencia de aproximaciones en el campo, comenzando con Gilbert (1997), quien se centra en la identificación de patrones cuantitativos en el desempeño y productividad de la ciencia. Posteriormente, Edmonds (2007) se focaliza en procesos colectivos en la ciencia desde el punto de vista de la computación distribuida. Zollman (2007), trabaja respecto de la relación entre estructuras de redes y toma de decisiones en la construcción de hipótesis en condiciones de información limitada. Sun y Naveh (2009) analiza la relación entre factores cognitivos individuales y variables cuantitativas en el sistema ciencia. Weisberg y Muldoon (2009), se focalizan en las estrategias de selección de proyectos por investigadores individuales para un desempeño cognitivo óptimo en la ciencia. Grim (2009) analiza la relación entre estructuras de redes y el éxito epistémico en la ciencia. Muldon y Weisberg (2010) analizan los efectos de la idealización respecto de la racionalidad de los agentes científicos sobre modelos analíticos de distribución del trabajo cognitivo en ciencia.

3. Requerimientos técnicos. La modelación basada en agentes: Simulación Modal por Escenarios

3.1. En este contexto, la tesis requiere articular métodos provenientes de los estudios de la ciencia (análisis de redes, patrones de colaboración y especialización científica) con métodos propios de la modelación de sistemas adaptativos complejos, como la MBA. Se trata de construir un modelo informático de la ciencia que exprese el modelo teórico propuesto en la tesis doctoral: la Modelación de Sistemas Adaptativos de Ciencia y Tecnología (SACCT-1). Esta, puede entenderse como la construcción de un modelo basado en agentes que pueda representar el modo como: (i) los agentes establecen relaciones de colaboración científica para adjudicarse proyectos y generar publicaciones; (ii) esas relaciones articulan a agentes entre sí, y entre estos y unidades de conocimiento contenidos en proyectos de investigación y publicaciones científicas, (iii) emerge el conocimiento científico en una red de

agentes. En esta relación, (iii) operan mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales. En ese proceso, (iv) morfogenéticamente emergen líneas de investigación científica, proceso en el cual se despliegan (v) estrategias adaptativas, (vi) y procesos de aprendizaje científico y memoria.

3.2. Metodológicamente entonces, el asunto clave es como identificar los mecanismos que operan en la dinámica de la ciencia, seguir sus relaciones y analizar el modo como inciden en lo emergente. La Modelación basada en Agentes – mediante la adaptación del Protocolo de Grimm (2006, 2010) permite esta indagación¹¹. El modelo, mediante la simulación, hace emerger redes de colaboración científica en proyectos y publicaciones. En ellas, al estar contenidas “unidades de conocimiento” –kene, en la propuesta de Gilbert-, en proyectos y publicaciones, el conocimiento científico tiene la misma forma que en la realidad, construido mediante técnicas bibliométricas. Esto es: la estructura del conocimiento científico (redes de palabras clave) que emerge en la simulación, tiene la misma forma que la estructura real (medida mediante redes de palabras clave, y complementada con análisis de co-palabras de las publicaciones científicas). En este sentido, el modelo SACCCT-1, genera 3 niveles de Emergencia que retroaccionan entre sí: Nivel 1, los agentes individuales al relacionarse (estrategias adaptativas) generan una red de agentes-proyectos-publicaciones; Nivel 2, los agentes en red, al poner en escena una memoria social y cognitiva, generan una red de contenidos cognitivos de conocimiento (una red de conocimiento potencialmente objetivable de temas-proyectos y palabras-publicaciones); Nivel 3, la operación conjunta y recursiva de estrategias-memoria-aprendizaje, genera el Conocimiento Científico Certificado, reconocible como líneas de investigación.

11 La principal adaptación es más bien un complemento. Dado que lo emergente en el MBA tiene la misma forma que la estructura emergente de la realidad, se buscan los mecanismos que la han hecho emerger. Estos mecanismos, son relacionales y, si bien se basan en agentes individuales, en toda iteración del modelo, estos agentes individuales interactúan no solo con agentes, sino que también con unidades de conocimiento e instrumentos de política. Por ello, se incorpora en el protocolo los métodos y técnicas de análisis de resultados del modelo: un set de indicadores de colaboración y especialización científica que se analizan dinámicamente para identificar adaptaciones, aprendizajes y evoluciones del sistema adaptativo complejo.

3.3. Por ello, es posible identificar los mecanismos mediante el análisis de redes y un conjunto de indicadores ad-hoc definidos, y analizar relacionamente indicadores de especialización científica e indicadores de colaboración científica sobre los resultados de la MBA. Así, se ponen en relación el plano de las interacciones, y el plano de las clasificaciones: la estructura del conocimiento científico, emerge de las relaciones entre esos dos planos. Por ello, es la simulación social, mediante la modelación basada en agentes la herramienta metodológica utilizada: permite observar y seguir en el tiempo los mecanismos que inciden en lo emergente.

3.4. **Simulación Modal por Escenarios.** Aquí, se propone una innovación metodológica en los estudios de la ciencia: la simulación sería de utilidad para analizar la emergencia de patrones de creación, colaboración y/o diseminación de conocimiento científico. Es un modo “simulado” de abrir la caja negra. Se trata de una metodología que permite “testear” empíricamente el Modelo SACCT-1: se analiza cómo se comportan los principios teóricos definidos en el modelo, y se comparan con los indicadores “reales” del sistema científico en análisis. Es un modo de testear empíricamente un modelo teórico respecto de la relación ciencia-sociedad. A ello, se propone denominarle Simulación Modal basa en Escenarios: El modelo, hace emerger redes de agentes-proyectos-publicaciones, y redes cognitivas de temas-proyectos y palabras-publicaciones. Estas redes complejas, que corresponden a los niveles de Emergencia 1 y 2 propuestos, emergen en 4 escenarios posibles según el manejo de los Parámetros:

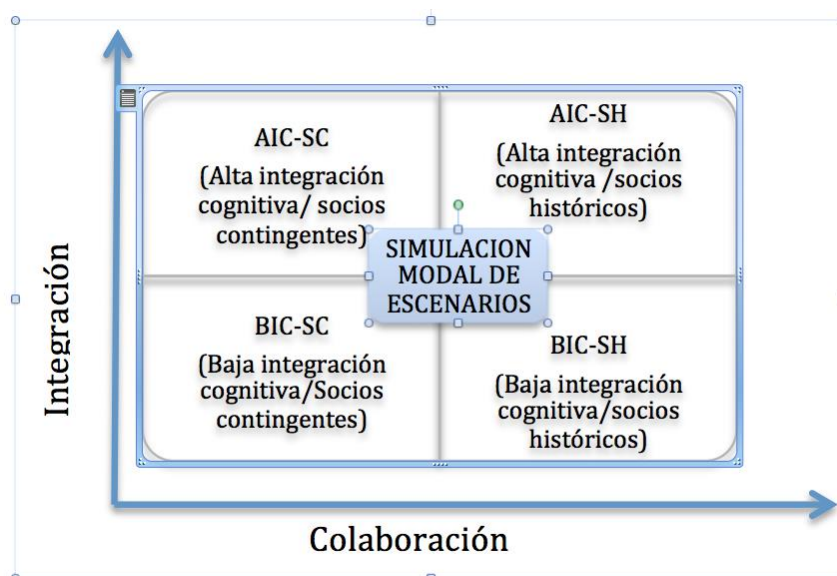
3.4.1. **Parámetro 1: Colaboración con Socios Históricos v/s Colaboración con Socios Contingentes.** Los agentes, pueden decidir asociarse (si bien estocásticamente) con aquellos agentes con los cuales han mantenido relaciones en el pasado, o solamente con aquellos que están disponibles en el período en cuestión (nuevos para el agente).

3.4.2. **Parámetro 2: Baja integración cognitiva v/s Alta integración cognitiva.** Los agentes, para asociarse, requieren compartir contenidos cognitivos con aquellos con los cuales establecerán redes de colaboración. Ello,

puede operar de dos modos posibles: se pueden compartir de 1 a 2 contenidos cognitivos (Baja integración cognitiva) o compartir de 3 a 4 contenidos cognitivos (Alta integración cognitiva). Al compartir pocos contenidos cognitivos, entonces se trata de seleccionar nuevos contenidos, mientras que al compartir hartos contenidos, se seleccionan contenidos conocidos. Esto es, son requisitos (mínimos) que los agentes deben compartir para colaborar en proyectos y/o en publicaciones.

3.4.3. Ello, da lugar a 4 Escenarios posibles:

Ilustración 2. Simulación Modal de Escenarios



Fuente: Elaboración propia (2016).

4.4.4. La simulación así, se orienta a identificar, comparativamente (quisiéramos llamarle, una etnología de escenarios de simulación) los mecanismos sociales y cognitivos que hacen emerger escenarios “similares” a lo real. Así, se identifican las condiciones que dan lugar a lo emergente, y se exploran escenarios alternativos.

3.5. A diferencia de los enfoques analizados (y sus metodologías asociadas), que rastrea en la realidad una sucesión de hechos, redes y controversias científicas y/o tecnológicas, y desde ahí construye categorías, en el caso de la tesis doctoral, se trata de la construcción de un modelo teórico que propone un

tipo de Simulación que se propone denominar Simulación Modal por Escenarios, que:

3.5.1. Propone una relación distinta entre teoría, metodología, realidad y simulación social: Se trata de comprobar la pertinencia del modelo teórico. se testean los preceptos teóricos establecidos mediante el análisis de las relaciones entre patrones de colaboración y especialización científica que emergen en la simulación mediante MBA.

3.5.2. Propone un alineamiento con metodologías estandarizadas: el uso de un protocolo ampliamente probado en la Modelación basada en Agentes (Grimm, et.al., 2006; 2010), permite el desarrollo futuras aplicaciones (por ejemplo, comparativas entre disciplinas, entre países), y desarrollos del modelo (inclusión de subprocesos de investigación y desarrollo, innovación y transferencia de tecnologías; incorporación de agentes privados, etc¹².)

3.5.3. El caso seleccionado para testear el modelo teórico, es la Antropología Social Chilena. Se trata del análisis de los proyectos de investigación científica FONDECYT, y las publicaciones científicas ISI, Scielo e ISI-Scielo, entre los años 1989 y 2011. Sobre la antropología, existen tres grandes tipos de publicaciones: aquellas que tratan de identificar líneas temáticas de investigación (Arnold, 1990; Ramos, et.al., 2008; Coloma y Cancino, 2013), aquellas que analizan campos específicos de la antropología social (Hernández y Pezo, 2009;4, 1993; Gunderman y González, 2009), y estudios históricos de la disciplina (Cancino y Morales, 2003; Mora, 2013; Bengoa, 2014; Castro, 2014). En este sentido, la simulación mediante Modelación Basada en Agentes desarrollada en la tesis, y los análisis de redes y bibliométricos asociados, pueden arrojar una nueva mirada en este conjunto de literatura: el modo como operan los procesos de colaboración científica en relación a la especialización científica. Ello, permite proponer que las líneas de investigación en la antropología social son el resultado emergente de una dinámica en el tiempo de

12 Para profundizar estas futuras aplicaciones, ver Conclusiones.

relaciones entre agentes y unidades de conocimiento que estos trabajan en proyectos y publicaciones científicas.

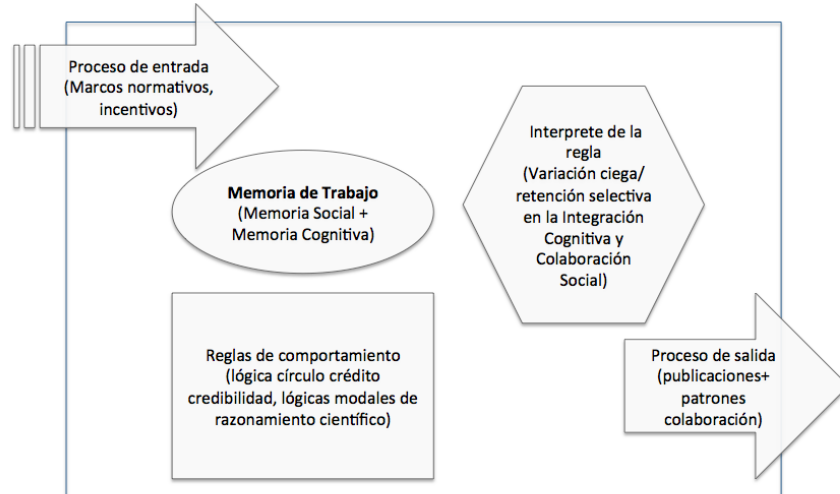
4. La noción de agente.

4.1. Para el logro de los propósitos de la MBA, es fundamental una propuesta sociocognitiva sobre la noción de agente. Los agentes científico-técnicos, operan con una “representación de conocimiento” (Gilbert y Troitzsch, 2006) que les permite actuar sobre el entorno con objetivos claros (Vivanco, 2010), que en este caso, corresponde al conocimiento sobre los agentes presentes en su disciplina, la producción de conocimiento científico-técnico y el conocimiento sobre los marcos normativos y sistemas de incentivos. Para ello, nos basamos en la noción de agente propuesta por Gilbert y Troitzsh (2006).

4.2. El proceso de entrada refiere a normas e incentivos. Los agentes reciben “señales del entorno” (existencia de fondos de investigación, normas de publicación), de modo tal que la memoria de trabajo, refiere al conocimiento ya disponible del agente respecto de su campo científico, y la memoria respecto de redes de colaboración con las cuales potencialmente interactuar. Las reglas de comportamiento, refieren a la lógico crédito/credibilidad de Latour-Woolgar y la lógica de racionalidad modal descrita por Knorr-cetina. El “intérprete de la regla” corresponde a un mecanismo sociocognitivo que el agente despliega: para asociarse y seleccionar contenidos de conocimientos a investigar o publicar, lo hace dependiendo del modo como se asocia (con socios contingentes o históricos; con un criterio de alta o baja integración cognitiva con aquellos que se asocia).

Ilustración 3. Organización interna de un agente científico-técnico

Organización interna de un agente científico-técnico



Fuente: adaptación propia de Gilbert (1998) y Vivanco (2010)

Fuente: Elaboración propia (2016).

5. Etapas, métodos y técnicas utilizadas

5.1. La tesis doctoral, para construir el Modelo SACCT-1, ha operado en un conjunto definido de etapas, que no siendo secuenciales, bien permiten tender a estandarizar el proceso de modelamiento: un modo para articular un conjunto de métodos y técnicas provenientes de los estudios de la ciencia, la bibliometría, el análisis de redes sociales y la modelación basada en agentes. Se trata de un proceso que recorre desde el análisis crítico de la literatura especializada, la construcción de un modelo teórico, la construcción de una arquitectura de datos e información científica, hasta el análisis de resultados de la simulación social. Las principales etapas son las siguientes:

Tabla 2. Etapas Modelo SACCT-1

Etapas	Propósito de la etapa	Metodología utilizada	Técnicas
Etapa 1: Estado del arte	Identificar los mecanismos explicativos internalistas y externalistas en los principales enfoques de los estudios de la ciencia	Lógica del suplemento	Análisis bibliográfico
Etapa 2: Construcción Modelo Teórico	Elaborar una arquitectura conceptual del Modelo SACCT-1	Análisis bibliográfico y modelación teórica	Definición de una arquitectura conceptual Redacción modelos y submodelos
Etapa 3: Levantamiento Datos e Información Científica	Construir una base de datos de la producción de proyectos Fondecyt y Publicaciones científicas de la antropología social chilena (1988-2011)	Vigilancia Científica-Modelo de Gestión de Datos e Información Científica	<p>i.- Captura: Búsqueda sistemática de proyectos y publicaciones:</p> <p>Proyectos: descarga base de datos Repositorio Institucional Conicyt (Disciplina: Antropología, Subdisciplina: Antropología Social) Publicaciones: Para la identificación de los documentos, en primer lugar, se utilizó la base de datos "SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI" de ISI WOK con el siguiente criterio de búsqueda:</p> <p>Address = (Arnold) AND Categories = (Keim) AND [excluding] Publication Years = (Choi) AND [excluding] Document Types = (BIOGRAPHICAL ITEM OR NOTE) AND Document Types = (ARTICLE OR BOOK REVIEW OR MEETING ABSTRACT REVIEW).</p> <p>ii.- Almacenamiento: construcción bases de datos Excel de agentes, proyectos y publicaciones:</p> <p>Agentes: Base de datos integrada de agentes. Campos: nombre, género, filiación institucional, ubicación geográfica, peso académico proyectos, peso académico publicaciones, peso académico ponderado.</p> <p>Proyectos: base de datos integrada de proyectos.</p>

			<p>Campos: título del proyecto, fondo, duración, año adjudicación, autores, resumen, investigador principal, investigadores asociados, filiación institucional).</p> <p>Publicaciones: base de datos Escel de publicaciones. Definición de campos: título, resumen, palabras claves, tipo de publicación, año de publicación, autores, filiación institucional, revista).</p> <p>iii. Depuración y normalización: nombres, títulos, filiación, idioma.</p> <p>iv. Creación de sub-bases Líneas de investigación: creación de sub-bases Líneas mediante clasificación semiautomáticas: índice de modularidad, clasificación manual de temas-proyectos.</p>
Etapa 4: Diseño Indicadores	Construcción de un Panel de Indicadores de colaboración y especialización científica	Análisis de redes e Indicadores bibliométricos	<p>Creación bases de datos Globales: creación bases de datos reticulares: base datos temas- proyectos; palabras-publicaciones; agentes-proyectos; agentes publicaciones.</p> <p>-Protocolo de relacionamiento de bases de datos: uso de Id por ítem.</p> <p>-Creación de algoritmos: tamaño de red; número de clickes; índice de colaboración científica; densidad de red; modularidad:</p> <p>- Ejecución de algoritmos - Construcción tablas de indicadores -Visualización de grafos e indicadores</p> <p>Creación bases de datos Por línea: creación bases de datos reticulares. Base datos temas- proyectos; palabras-publicaciones; agentes-proyectos; agentes publicaciones.</p> <p>-Protocolo de relacionamiento de bases de datos: Id por ítem</p> <p>-Creación de algoritmos: tamaño de red; número de clickes; índice de colaboración científica; densidad de red; centralidad de red; centralidad de grado de cada tema-proyecto y palabra-publicación.</p> <p>- Ejecución de algoritmos - Construcción tablas de indicadores -Visualización de grafos e indicadores</p> <p>Indicadores no operacionales: Construcción de tablas de indicadores de género, filiación institucional y ubicación geográfica.</p> <p>Creación de Indices de Autorreferencialidad e Índice de Heterorreferencialidad:</p> <p>-Indicadores de Volumen e Intensidad -Índice global de Autorreferencialidad y Heterorreferencialidad</p>
Etapa 5: Construcción Protocolo de MBA	Construir un protocolo siguiendo metodología internacional estandarizada para la Modelación Basada en Agentes	Protocolo de Grimm (2006,2010)	<p>Definiciones básicas del modelo (Protocolo de Grimm)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición de propósitos del modelo • Definición de entidades, atributos, variables de estado y escalas • Definición de procesos; orden temporal • Definición del Diseño conceptual: principios básicos; conceptos centrales • Definición de inicialización del modelo e in-put

			<ul style="list-style-type: none"> Definición de sub-modelos <p>Sesiones de trabajo de Modelamiento</p> <p>Carga de datos reales al modelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Protocolos de interoperabilidad para Net-Logo; Tablas de entrada de datos al modelo Construcción tablas de datos proyectos: Tablas anualizadas; Conversión a formato .csv Construcción tablas de datos publicaciones: Tablas anualizadas; Conversión a formato .csv Construcción tablas de indicadores no operacionales: Tablas anualizadas; Conversión a formato .csv
Etapa 6: Análisis de resultados	Identificar los mecanismos que inciden en la estructura y dinámica del conocimiento científico como fenómeno emergente	Indicadores de Colaboración y Especialización Científica	<p>Tablas de salida (colaboración, especialización)</p> <ul style="list-style-type: none"> Tablas Gráficos Visualización

Fuente: Elaboración propia (2016).

6. Protocolo de Grimm para la modelación basada en agentes

6.1. El Protocolo de Grimm, se ha convertido en un estándar para la modelación basada en Agente. En lo que sigue, se desarrollan cada uno de sus requerimientos.

6.2. Visión General

La literatura de los ECT explora ya sea en los mecanismos sociales que inciden en la estructuración del conocimiento en términos cognitivos u organizacionales, y la explicación respecto de las dinámicas internas a la configuración del conocimiento. En esta literatura, el problema de lo emergente (el conocimiento entendido como una especialización científica y la colaboración científica) encuentran explicaciones “escindidas” o “bifurcadas”. Por ello, un modelo adaptativo complejo de la ciencia, puede permitir explorar en la identificación de los mecanismos (y sus relaciones) que inciden en la emergencia. Así, **el propósito del modelo es Analizar la relación entre mecanismos auto y heterorreferenciales que inciden en la emergencia de**

patrones de especialización y colaboración científica en la ciencia. En el caso de la antropología social chilena (1989-2011), ello cobra la forma de una relación de *convergencia, divergencia o co-evolución*, entre patrones de especialización disciplinaria (representadas por líneas de investigación científica) y los patrones de colaboración científica en ellas.

6.3. Entidades, atributos y escalas

6.3.1. Estructura del modelo (niveles)

El modelo SAC-CT, se organiza en 3 niveles:

6.3.1.1. **Nivel micro:** los agentes científicos constituyen entidades que poseen atributos. Tienen género, filiación institucional, ubicación geográfica. Tienen además un peso-proyectos, un peso-publicaciones y un peso académico, que pondera los anteriores.

6.3.1.2. **Nivel Meso:** Los agentes, al interactuar, conforman una red de agentes de proyectos y publicaciones. El nodo que conecta proyectos y publicaciones, es el agente. Es un primer nivel de emergencia. La red de agentes-proyectos-publicaciones, ocurre pues en cada período, existe un set (real) de proyectos y publicaciones disponibles. Los agentes despliegan estrategias adaptativas: aquellos con mayor peso, constituyen titulares de proyectos y publicaciones, y en la operación de los parámetros selección socios históricos o contingentes; y Alta o Baja integración cognitiva, seleccionan –estocásticamente- a los agentes con los cuales conforman la red. La red compleja que aquí emerge, está abierta a la transformación.

6.3.1.3. **Nivel Macro:** Los agentes, al conformar redes –según el proceso descrito en el nivel meso- realizan un proceso de aprendizaje (pues ponen en juego una memoria y una estrategia): intercambian contenidos de conocimiento cognitivo (temas para proyectos, palabras para publicaciones). Por ello, el conjunto de contenidos cognitivos, conforman 2 redes: una red de temas-proyectos, y una red de palabras-publicaciones. Es un proxy de la “inteligencia

distribuida” que emerge en la red, un potencial de conocimiento (contiene el conjunto de contenidos que los agentes podrían investigar en proyectos y/o publicar, pero que se actualiza en el nivel Meta). Están abiertas a la transformación en cada período.

6.3.1.4. **Nivel Meta:** constituye la red de temas-proyectos y palabras-publicaciones “objetivas”. Esto es, el conocimiento certificado por pares que existe en la realidad. Las líneas de investigación que aquí se delimitan (mediante indicadores de modularidad), son dinámicas: están abiertas a la transformación período a período.

6.3.2. Entidades y atributos

6.3.2.1. **Agentes científicos:** corresponde a investigadores que obtienen proyectos del sistema nacional de innovación y/o publican artículos científicos. Sus atributos son: género; rol en el proyecto (investigador principal o asociado); región a la que pertenece; filiación institucional; grado académico; temáticas en las que trabaja; número de publicaciones en un período; peso según proyectos; peso según publicaciones; peso académico ponderado.

6.3.2.2. **Proyectos:** constituyen unidades organizacionales para la realización de investigación científica. En cada período de iteración del modelo SACCT-1, existe un número predefinido de proyectos, equivalentes en número y contenidos a la realidad. Sus atributos son: nombre del proyecto, año, número de investigadores asociados, duración del proyecto.

6.3.2.3. **Publicaciones:** corresponden al resultado de investigaciones científicas expresada en conocimiento certificado por comunidades científicas. En cada período de iteración del modelo SACCT-1, existe un número predefinido de publicaciones, equivalentes en número y contenidos a la realidad. Sus atributos: tipos de publicaciones (Scielo, ISI, Scopus), nacionalidad de la revista (nacional, internacional).

6.3.2.4. **Resolución temporal:** 1989 a 2011. Unidad de tiempo: anual. El modelo SACCT-1, se actualiza en unidades de tiempo anual.

6.3.2.5. **Resolución espacial:** Nivel País (Chile). Los agentes científicos tienen ubicación espacial (pertenecen a una región del país).

6.3.3. **Resumen de procesos y programación**

6.3.3.1. **Creación de agentes, proyectos y publicaciones:** el sistema crea Agentes, proyectos y publicaciones “disponibles” para cada período. Los agentes corresponden, en número y atributos, a los datos reales en cada período de la iteración.

6.3.3.2. **Postulación a proyectos y selección de agentes Investigador Principal y selección de investigador (es) asociado:** (i) Los agentes se ordenan jerárquicamente según su peso como investigador Principal y/o Asociado en los períodos anteriores. (ii) Los agentes con mayor peso postulan a ser titular de proyectos, según la “integración cognitiva” que el agente tiene con el proyecto (mientras más temas-proyecto comparte con el proyecto, mayor probabilidad de ser seleccionado como Investigador Principal). (iii) Los agentes Investigadores Principales, seleccionan estocásticamente a sus investigadores asociados (tantos como tiene la entidad proyecto) a partir del ordenamiento jerárquico de Peso académico en Proyectos. (iv) La selección de los co-investigadores, es estocástica. Opera el parámetro de Alta/Baja integración Cognitiva, y Socios contingentes/históricos.

6.3.3.3. **Creación de publicaciones y selección de Autor Principales y selección co-autor (es):** (i) Los agentes se ordenan jerárquicamente según su peso como Autor Principal y Co-autor en los períodos anteriores. (ii) Los agentes con mayor peso postulan a ser Autor Principal, según la “integración cognitiva” que el agente tiene con el proyecto (mientras más palabras-publicaciones comparte con la publicación, mayor probabilidad de ser seleccionado como Autor Principal). (iii) Los agentes Autores Principales, seleccionan estocásticamente a sus co-autores (tantos como tiene la entidad proyecto)

considerando el ordenamiento jerárquico de Peso académico en Proyectos. (iv) La selección de los co-investigadores, es estocástica. Opera el parámetro de Alta/Baja integración Cognitiva, y Socios contingentes/históricos.

6.3.3.4. Creación de Redes de Proyectos-Publicaciones: Emerge una representación gráfica de los procesos anteriores. Una red de agentes-proyectos-publicaciones. Los nodos son agentes, las relaciones, asociaciones de proyectos y publicaciones. Pueden visualizarse juntas o por separado.

6.3.3.5. Aprendizaje Social y Cognitivo en Proyectos: los agentes, dado que se asocian con otros, aprenden estocásticamente temas-proyectos de aquellos con los cuales se asocia. Incorpora a su memoria contenidos de conocimiento cognitivo.

6.3.3.6. Actualización de Pesos Académico en Proyectos del Agente: Los agentes, al adjudicarse proyectos como Investigador Principal o Asociado, modifican su peso, de modo tal que en el período siguiente, su Peso Académico en Proyectos ha cambiado.

6.3.3.7. Creación de Redes de Temas-Proyectos y Redes de Palabras: los agentes, al aprender, modifican período a período la red de contenidos cognitivos existente. Emergen (emergencia nivel 2) redes de Temas-Proyectos y Redes de Palabras-Publicaciones. Esta red, se reconstruye mediante los output del modelo SACCT-1. Esta red, emerge según la operación de los Parámetros Alta/Baja Integración Cognitiva y Socios Contingentes/Históricos.

6.3.3.8. Aprendizaje Social y Cognitivo en Publicaciones: los agentes, dado que se asocian con otros, aprenden estocásticamente palabras-publicaciones de aquellos con los cuales se asocia. Incorpora a su memoria contenidos de conocimiento cognitivo.

6.3.3.9. Actualización de Pesos Académico en Publicaciones: Los agentes, al adjudicarse proyectos como Investigador Principal o Asociado, modifican su peso, de modo tal que en el período siguiente, su Peso Académico en Proyectos ha cambiado.

6.3.3.10. Re-inicialización del modelo: se actualizan el Peso académico del Agente (proyectos, publicaciones), el número de agentes existentes (creación de nuevos agentes), y el número de proyectos y publicaciones disponibles para el período.

6.4. Orden temporal

6.4.1. Agentes: los agentes se actualizan anualmente, tanto en su Peso, como en la creación de nuevos agentes.

6.4.2. Proyectos: se actualizan anualmente, pero también cíclicamente según duración de los proyectos (2 o 3 años). Esto es relevante, pues los agentes Investigador Principal, no pueden tener el mismo rol en otros proyectos en los períodos de vigencia de su proyecto. Un Investigador principal puede ser investigador asociado en un proyecto. Un investigador asociado puede ser investigador principal en un proyecto.

6.5.3. Publicaciones: El número de publicaciones se actualizan anualmente.

7. Diseño Conceptual

7.1. Principios básicos

7.1.1. Los sistemas de ciencia y tecnología, se encuentran en un estado “X” de patrones de especialización y patrones de colaboración científica, que es necesario explicar en relación a los mecanismos que lo hacen emerger. Esto es, el estado de la producción científica y tecnológica (patrones de especialización disciplinaria y colaboración científica), presente en cada período, serían el resultado emergente de un conjunto de mecanismos (internalistas y externalistas) que inciden en las interacciones de una red de agentes del sistema de ciencia, tecnología e innovación.

7.1.2. En el concierto de la literatura disponible sobre Sistemas Adaptativos Complejos en estudios de la ciencia, el modelo aporta en tanto se funda teóricamente sobre nociones propias de la sociología de la ciencia, pero propone superar la distinción internalismo/externalismo de este campo, en la búsqueda de explicaciones que articulen mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales en la emergencia del conocimiento científico. Así, propone una convergencia teórica entre la literatura de Sistemas Adaptativos Complejos y Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Al interior del estudio de Sistemas Adaptativos en Ciencia y tecnología, el modelo innova en tanto propone un campo inexplorado en este tipo de modelos: propone que lo emergente es lo real, y que los mecanismos que le dan origen, deben ser observados mediante la Modelación Basada en Agentes, con una innovación metodológica: la Simulación Social Modal de Escenarios.

7.1.3. En el sistema, los agentes despliegan estrategias adaptativas: convocan a otros según el conocimiento que tienen de su desempeño anterior -en adjudicación de proyectos y publicaciones obtenidas- para presentar proyectos y/o publicaciones científicas. Aprenden, incorporando a su memoria cognitiva y social, agentes y contenidos de conocimiento. En la interacción entre agentes, operan lógicas del tipo crédito-credibilidad. Los agentes, recursivamente, buscan la consecución de crédito para producir conocimiento que les otorgue

mayor credibilidad (Latour-Woolgar, 1995) y en ese proceso, operan multimodalmente articulando estrategias indiciales, analógicas, literarias y simbólicas (Knorr-Cetina, 2005).

7.2. Conceptos Centrales

7.2.1. Emergencia: en el modelo, emergencia refiere a patrones de colaboración y especialización científica. Hay emergencia en 3 niveles:

7.2.1.1. Emergencia Nivel 1: Las interacciones entre agentes generan una red compleja de agentes-proyectos publicaciones.

7.2.1.2. Emergencia Nivel 2: En la red compleja de agentes-proyectos-publicaciones, los agentes aprenden: intercambias contenidos de conocimiento (temas-proyectos y palabras-publicaciones), de lo que emerge una red que constituye un “potencial de conocimiento”.

7.2.1.3. Emergencia Nivel 3: Los proyectos adjudicados y las publicaciones conforman una red de temas-proyectos y palabras-publicaciones que hacen emerger “líneas de investigación científica y tecnológica”.

7.2.2. Adaptación: los agentes despliegan “estrategias adaptativas”. Dado que en la interacción modifican su peso académico (de proyectos y publicaciones, como principal y/o asociado), y actualizan su memoria social (se asocian con agentes con los cuales han trabajado o con aquellos disponibles en el período considerado de la iteración), y su memoria cognitiva (incorporan a su stock temas-proyectos y palabras-publicaciones), entonces modifican su posición jerárquica en la red compleja de agentes. Así, período a período pueden modificar las decisiones (selecciones-variaciones) que toman.

7.2.3. Objetivos: los objetivos de los agentes son dos: obtener financiamiento para realizar investigaciones científicas y, generar publicaciones en revistas especializadas.

7.2.4. Aprendizaje: Los agentes incorporar a su memoria temas-proyectos, y palabras-publicaciones en la interacción que realizan en redes complejas.

7.2.5. Predicción: El agente científico puede predecir la conducta de los otros agentes al aceptar o rechazar la colaboración para presentar proyectos o publicaciones.

7.2.6. Percepción (sensing): los agentes perciben de su entorno la existencia de otros investigadores potencialmente socios (contingentes o históricos, con mayor o menor integración cognitiva en relación a su memoria); la existencia de un número finito de proyectos en los cuales puede postular como investigador principal o asociado; la existencia de espacios de publicación en las cuales tiene mayor menor cercanía según su stock cognitivo.

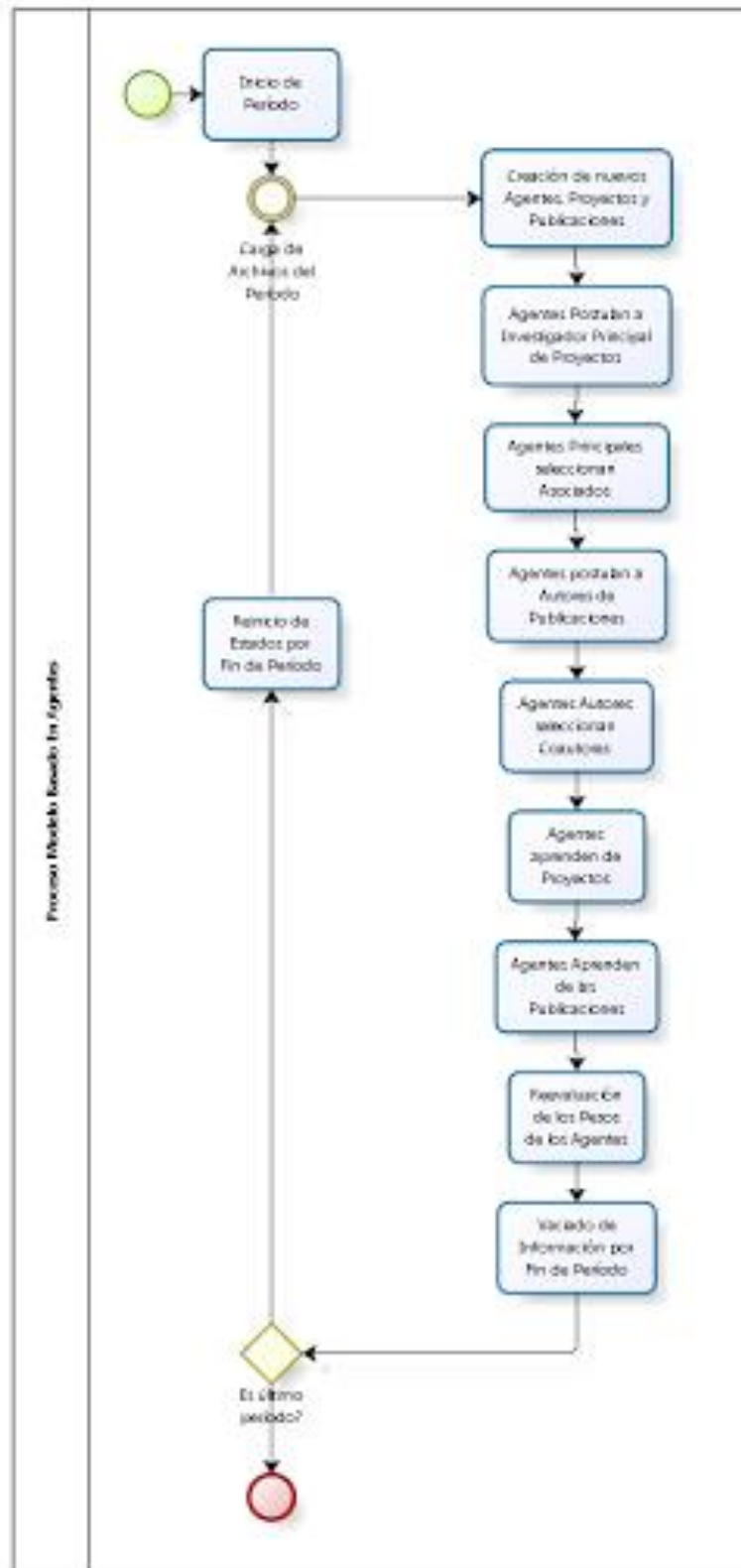
7.2.7. Estocasticidad: los agentes estocásticamente pueden ser Investigadores Principales dependiendo del Peso Académico (en proyectos) que presentan, y de la “integración cognitiva” que tienen en relación al proyecto (una relación entre su stock cognitivo y los temas que cada proyecto contiene). Los agentes Investigadores principales seleccionan estocásticamente entre aquellos que poseen un peso menor al propio y no son Investigadores Principales (mientras dura su proyecto). Los agentes estocásticamente pueden ser Autores Principales, de entre aquellos que tienen mayor peso y mayor integración cognitiva (una relación entre su stock cognitivo de palabras-publicaciones y las palabras clave de las publicaciones del período).

7.2.8. Interacción: los agentes interactúan para conformar redes de proyectos y/o coautorías en las publicaciones. Estas interacciones son concebidas como estratégicas para conformar equipos de investigación organizados jerárquicamente según el rol del investigador, como investigador principal/asociado en proyectos, y autor principal/coautor en publicaciones.

7.2.9. Organización: los agentes conforman estructuras y forman parte de organizaciones. Las estructuras, refieren a los tipos de asociatividad que genera para la consecución de fondos (proyectos) y publicaciones científicas. A su vez, los agentes forman parte de organizaciones, en términos de la filiación institucional que poseen, la que puede ser Universidades (públicas y/o privadas), Organismos del Estado, Organizaciones privadas, o Sociales. A su vez, los agentes pueden conformar centros de investigación de variados tipos (centros, institutos, consorcios).

7.2.10. Observación: los agentes, observan las reglas de las convocatorias abiertas o selectivas que provee el sistema científico y tecnológico; observa el desempeño (peso académico) anterior de los otros agentes para convocarlos a formar redes de proyectos y/o redes de coautorías en publicaciones. Los agentes observan el stock de contenidos de conocimiento de los otros agentes (en proyectos y publicaciones).

Ilustración 4. Flujo de procesos de las operaciones del Modelo SACCT-1



Fuente: Elaboración propia (2016).

8. INICIALIZACION DEL MODELO SAC-CT.

8.1. El modelo, se compone de agentes científicos que en el $t=1$ se adjudican proyectos y publicaciones científicas. El número (y atributos) de agentes, proyectos y publicaciones son reales para cada período.

8.2. La población total es de 293 agentes, de los cuales 202 participan en proyectos y 98 en publicaciones.

8.3. Sobre los datos: Los datos, provienen de la construcción de una base de datos integrada de proyectos del sistema científico chileno, de las bases de datos de publicaciones científicas (ISI, Scopus, Scielo) entre los años 1988 y 2011. Estos datos, se organizan tanto por proyectos, por publicaciones y por agentes. Presentan una serialización temporal año a año.

8.4. IN-PUT

8.4.1. Respecto de los agentes: el modelo, incorpora como in-put un set de agentes cuyo número y atributo son reales para cada período considerado.

Tabla 3. Número de agentes para inicialización Modelo SACCT-1

Agentes	N°
Hombre	175
Mujer	118
Total general	293

Fuente: Elaboración propia (2016).

Nota: del total, 202 participan en proyectos y 98 en publicaciones.

Tabla 4. Distribución de agentes por instituciones

Instituciones principales	N°
Universidad de Chile	45
Universidad Academia De Humanismo Cristiano	27
Universidad Católica del Norte	22
Universidad Austral de Chile	17
Universidad de Concepción	14
Particular	13
Pontificia Universidad Católica de Chile	13
Universidad de Tarapacá	12
Museo Chileno De Arte Precolombino	9
American Psychological Association	7
Universidad Católica de Temuco	7
Universidad de Santiago de Chile	6
Total general	293

Fuente: Elaboración propia (2016).

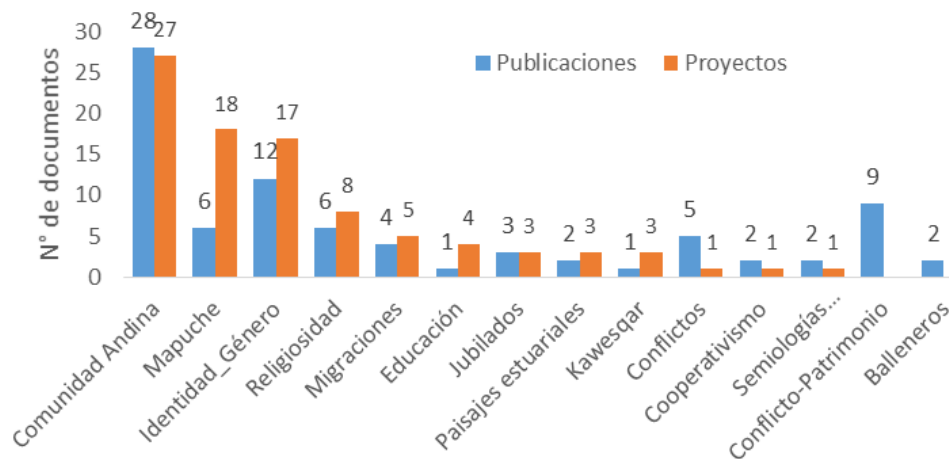
* En total, son 72 instituciones.

Tabla 5. Distribución de agentes según ubicación geográfica

Ubicación	N°
Metropolitana	136
Antofagasta	25
Bío-Bío	19
La Araucanía	18
Los Ríos	18
Arica y Parinacota	17
Tarapacá	8
Washington DC	7
Los Lagos	5
Magallanes	4
París	4
Valparaíso	3
Arizona	2
Connecticut	2
Massachusetts	2
Barcelona	1
Córdoba	1
Dublin	1
Indiana	1
Lima	1
Madrid	1
Montpellier	1
Nashville	1
New York	1
Quebec	1
Resistencia	1
Río Grande	1
Sao Paulo	1
Strasbourg	1
Tegucigalpa	1
Toulouse	1
Tübingen	1
S/I	6
Total general	293

Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 1. Distribución de proyectos y publicaciones por período



Fuente: Elaboración propia (2016).

8.4.2. Respecto de proyectos: el modelo, incorpora como in-input un set de proyectos cuyo número y atributo son reales para cada período considerado.

8.4.3. Respecto de las publicaciones: el modelo, incorpora como in-input un set de publicaciones cuyo número y atributos son reales para cada período considerado.

8.5. SUBMODELOS

8.5.1. Sub-modelo colaboración: los agentes Investigadores Principales, y Autores principales seleccionan estocásticamente agentes (como co-investigadores y/o co-autores) de entre aquellos que: (i) no son Investigadores principales en el período que dura su proyecto; (ii) se han asociado antes o solo entre aquellos disponibles en el período (manejado con el parámetro socios contingentes o históricos)

8.5.2. Sub-modelo integración cognitiva: los agentes Investigadores principales y/o Autores principales, seleccionan agentes (como Co-investigadores, o co-autores) de entre aquellos que: (i) comparten contenidos cognitivos (manejado mediante el parámetro Integración cognitiva).

8.5.3. Sub-modelo Stock/Flujo Memoria Social y Cognitiva: los agentes al interactuar con otros conformando redes complejas, “adquieren” e intercambian contenidos de conocimiento (temas de proyectos, palabras de publicaciones). Su stock de memoria en el período x , se modifica para el período $x+1$.

8.5.4. Sub-modelo Aprendizaje: los agentes, al modificar su Stock-flujo de memoria social y cognitiva, modifican su posición en el sistema de agentes. Al aprender, cambian su posición y pueden emprender nuevas estrategias.

PLAN DE ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados del modelo, se orienta a comparar los resultados reales con los 4 escenarios construidos en la Modelación Basada en Agentes. El propósito es identificar la incidencia y actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales.

Para ello, se construyen indicadores provenientes de la bibliometría y el análisis de redes sociales. En detalle:

Tabla 6. Indicadores para la Modelación de Sistemas Adaptativos Complejos de ciencia y tecnología

Componente	Definición conceptual	Indicador	Definición operacional
Emergencia (nivel 3): Líneas de Investigación	Línea de investigación: conjunto de temas-proyectos y palabras-publicaciones que conforman redes.	Líneas de Investigación: Índice de modularidad	Fracción de los enlaces que caen dentro de grupos de temas-proyectos y palabras-publicaciones menos el valor esperado que dicha fracción hubiese recibido si los enlaces se hubiesen distribuido al azar
		-Índice de Autorreferencialidad Global y Anualizado	-Medida del volumen e intensidad de una red de agentes y contenidos cognitivos de publicaciones científicas. El volumen refiere al promedio estandarizado (0 a 1) entre el número de nodos y el número de grupos de nodos. La intensidad, refiere al promedio estandarizado (0 a 1) entre la modularidad de red y la densidad de red.
		-Índice de heterorreferencialidad Global y Anualizado	-Medida del volumen e intensidad de una red de agentes y contenidos cognitivos de proyectos científicos. El volumen refiere al promedio estandarizado (0 a 1) entre el número de nodos y el número de grupos de nodos. La intensidad, refiere al promedio estandarizado (0 a 1) entre la modularidad de red y la densidad de red.

NIVEL: MACRO, LAS REDES COGNITIVAS			
Componente	Definición conceptual	Indicador	Definición operacional
Emergencia: red de temas de proyectos	Red de temas-proyectos: red social de temas (nodos) unidos por relaciones potenciales entre ellos.	-Tamaño de Red	-Número de temas –proyectos que componen una red
		-Número de grupos	-Número de módulos que componen una red de temas-proyecto
		-Modularidad	Fracción de los enlaces que caen dentro de grupos de temas-proyectos menos el valor esperado que dicha fracción hubiese recibido si los enlaces se hubiesen distribuido al azar
		-Densidad de Red	-Cociente entre el número de relaciones existentes entre los temas de proyectos con el total posible de relaciones en la red
		- Índice de especialización científica en proyectos	Cuociente entre la presencia de temas-proyectos propios de cada línea de investigación en relación a la presencia de esas palabras en todas las líneas.
Emergencia: red de palabras-publicaciones	Red de palabras-publicaciones: red social de palabras de publicaciones (nodos) unidos por relaciones reales entre ellos	-Tamaño de Red	Número palabras-publicaciones que componen una red
		-Número de grupos	Número de módulos que componen una red de palabras-publicaciones
		-Modularidad	Fracción de los enlaces que caen dentro de grupos de palabras-publicaciones menos el valor esperado que dicha fracción hubiese recibido si los enlaces se hubiesen distribuido al azar
		-Densidad de Red	Cociente entre el número de relaciones existentes entre los temas de proyectos con el total posible de relaciones en la red
		-Índice de especialización científica en publicaciones	Cuociente entre la presencia de palabras-publicaciones propias de cada línea de investigación en relación a la presencia de esas palabras en todas las líneas.

NIVEL: MESO, LAS REDES DE AGENTES			
Componente	Definición conceptual	Indicador	Definición operacional
Emergencia (nivel 1): red de agentes-proyectos	Red de agentes-proyectos: red social de agentes (nodos) vinculados por relaciones en proyectos como investigadores principales o asociados	-Tamaño de Red	Número agentes-proyectos que componen una red
		-Número de grupos	Número de módulos que componen una red de agentes-proyectos
		-Modularidad	Fracción de los enlaces que caen dentro de grupos de agentes-proyectos menos el valor esperado que dicha fracción hubiese recibido si los enlaces se hubiesen distribuido al azar
		-Densidad de red	-Cociente entre el número de relaciones existentes entre los agentes-proyectos con el total posible de relaciones en la red
		-Índice de colaboración científica	Cociente entre el número de publicaciones o proyectos realizados mediante co-autoría en función del total de documentos.
		-Índice de especialización científica	Cociente entre el número de Cuociente entre la presencia de palabras o temas propias de cada área en relación a la presencia de esas tienen en todas las áreas.
Emergencia (nivel 1): red de agentes-publicaciones	Red de agentes-publicaciones: red social de agentes (nodos) unidos por relaciones de co-autoría	-Tamaño de Red -Número de grupos -Modularidad -Densidad de Red -Índice de colaboración científica	Número agentes-publicaciones que componen una red Número de módulos que componen una red de agentes- publicaciones Fracción de los enlaces que caen dentro de grupos de agentes-publicaciones menos el valor esperado que dicha fracción hubiese recibido si los enlaces se hubiesen distribuido al azar -Cociente entre el número de relaciones existentes entre los agentes-publicaciones con el total posible de relaciones en la red

NIVEL: MICRO, AGENTES.			
Agentes	Corresponde a investigadores que obtienen proyectos del sistema nacional de innovación y/o publican artículos científicos. Sus atributos son: género; rol en el proyecto (investigador principal o asociado); región a la que pertenece; filiación institucional; grado académico; temáticas en las que trabaja; número de publicaciones en un período; peso según proyectos; peso según publicaciones; peso académico ponderado.	Indicadores no-operacionales:	
		-Género	Sexo del agente
		-Filiación Institucional	Pertenencia del agente a una institución de investigación
		-Ubicación geográfica	Lugar declarado de la institución donde se desempeña el agente (Región Chile-otras regiones)
		Indicadores operacionales:	
-Peso proyectos del Agente	El agente tiene un peso definido por la relación entre el número de veces que ha sido investigador principal y/o investigador asociado		
-Peso Publicaciones del agente	El agente tiene un peso definido por la relación entre el número de veces que ha sido autor principal y/o coautor		
-Peso ponderado del agente	El agente tiene un peso ponderado entre el peso del agente en proyectos y el peso del agente en publicaciones		

Fuente: Elaboración propia (2016).

CAPITULO 4. RESULTADOS. EL MODELO SACCT-1 EN MARCHA. LA ANTROPOLOGIA SOCIAL CHILENA COMO SISTEMA ADAPTATIVO COMPLEJO

RESUMEN DEL CAPITULO

El capítulo, propone un análisis de la relación entre el Modelo Teórico SACCT-1, el Modelo Basado en Agentes (programado en Netlogo), y sus resultados. Esto es, reflexiona sobre la relación entre realidad, teoría y simulación social. Se propone que el modelo SACCT-1, mediante la simulación social realizada, permite ratificar posibilidad de definir a la ciencia como un Sistema Adaptativo Complejo. Existen comportamientos emergentes sensibles a cambios en la organización del sistema (la dinámica cíclica del sistema de asignación de proyectos científicos en el sistema chileno). Sobre ello, es posible observar en sus operaciones y resultados los principios teóricos propuestos: articulación en redes, aprendizaje, evolución. Estos operan en el modelo, generan resultados de sumo interés que iluminan algunas características claves de la disciplina, del sistema científico y por ende, permiten proponer futuras aplicaciones. En lo fundamental, la simulación modal de escenarios realizada, ha permitido comprender, a nivel macro, la relación entre las capacidades científicas de una disciplina en tanto reales, con el potencial de conocimiento que esta posee (la dinámica de la memoria social y cognitiva) y la generación de un “depósito” o “colección” cognitiva y social que la disciplina genera en el tiempo. Esto es, las capacidades reales existentes, consisten en una “objetivación” de un “potencial cognitivo”. Inciden allí dos mecanismos fundamentales (el sistema es sensible a): la lógica de un sistema científico basado en individuos, pues contiene el despliegue de las capacidades disciplinarias; y, las redes de agentes, que actúan como el dispositivo que operacionaliza esa contención.

Junto a lo anterior, propone un análisis de la antropología social chilena, utilizando una comparación entre los resultados reales, para identificar así los procesos que generan los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales en la disciplina científica en análisis. Los mecanismos teóricos cobran formas: lo heterorreferencial refiere a los incentivos del sistema científico chileno expresado en proyectos, mientras que lo autorreferencial, refiere a los contenidos cognitivos expresados en publicaciones.

1. Presentación

1.1. Los resultados aquí presentados, se orientan a dar cuenta de la pertinencia (y posibles nuevos requerimientos de investigación) del modelo teórico propuesto para entender la ciencia contemporánea. Propone identificar los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales, y sus relaciones, que inciden en la emergencia del conocimiento científico. ¿Qué aspectos, dimensiones o procesos de creación, producción y diseminación del conocimiento parecen ser sensibles a las operaciones de esos mecanismos, tanto en conjunto como separadamente? Esto es relevante en el escenario del sistema científico chileno (un sistema basado en individuos que operan mediante un *laissez faire* de proyectos, incentivados a producir publicaciones en revistas indexadas internacionales); ¿Es posible identificar algunas estrategias de los agentes?, proceso relevante para comprender el modo como los agentes logran entrar, sostenerse y mejorar sus performances en el sistema científico; ¿Hay aprendizaje científico, y que características tienen sus redes y la disciplina como un todo?, cuestión relevante para comprender el modo como se potencian los agentes, sus redes y la disciplina como un todo. ¿Qué rol juegan las redes de agentes (redes complejas) en la emergencia del conocimiento, en el aprendizaje y en la evolución de una disciplina?; ¿cómo evoluciona la disciplina en análisis?, aspecto interesante de comprender para reflexionar sobre el estado de una disciplina y sus capacidades en el sistema científico en el que opera.

1.2. En todo momento, hay un análisis en dos niveles: en términos teóricos (refiriéndonos a los componentes del modelo teórico SACCT-1) y a los contenidos del caso: la Antropología Social Chilena 1988-2011. Se trata así de poner en contexto teórico, las principales características de la disciplina en análisis. En este sentido, los resultados expuestos aquí se propone pueden aportar a los debates que se vienen sosteniendo en la literatura sobre la antropología social chilena.

1.3. El capítulo, procede del siguiente modo:

1.3.1. Primero. Propone un análisis de la relación entre el Modelo Teórico SACCT-1, el Modelo Basado en Agentes (programado en Netlogo), y sus resultados. Esto es, reflexiona sobre la relación entre realidad, teoría y simulación social. Se propone que el modelo SACCT-1, mediante la simulación social realizada, permite ratificar posibilidad de definir a la ciencia como un Sistema Adaptativo Complejo. Existen comportamientos emergentes sensibles a cambios en la organización del sistema (la dinámica cíclica del sistema de asignación de proyectos científicos en el sistema chileno). Sobre ello, es posible observar en sus operaciones y resultados los principios teóricos propuestos: articulación en redes, aprendizaje, evolución. Estos operan en el modelo, generan resultados de sumo interés que iluminan algunas características claves de la disciplina, del sistema científico y por ende, permiten proponer futuras aplicaciones. En lo fundamental, la simulación modal de escenarios realizada, ha permitido comprender, a nivel macro, la relación entre las capacidades científicas de una disciplina en tanto reales, con el potencial de conocimiento que esta posee (la dinámica de la memoria social y cognitiva) y la generación de un “depósito” o “colección” cognitiva y social que la disciplina genera en el tiempo. Esto es, las capacidades reales existentes, consisten en una “objetivación” de un “potencial cognitivo”. Inciden allí dos mecanismos fundamentales (el sistema es sensible a): la lógica de un sistema científico basado en individuos, pues contiene el despliegue de las capacidades disciplinarias; y, las redes de agentes, que actúan como el dispositivo que operacionaliza esa contención.

1.3.2. Segundo. Propone un análisis de la antropología social chilena, utilizando una comparación entre los resultados reales, para identificar así los procesos que generan los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales en la disciplina científica en análisis. Los mecanismos teóricos cobran formas: lo heterorreferencial refiere a los incentivos del sistema científico chileno

expresado en proyectos, mientras que lo autorreferencial, refiere a los contenidos cognitivos expresados en publicaciones.

2. La antropología social chilena. Una pregunta en el debate: ¿un campo consolidado o en consolidación?

2.1. Sobre la antropología social chilena, se han desarrollado al menos 3 tipos de escritos. De un lado, aquellas que identifican temáticas de investigación en la antropología social, tanto en términos generales (Arnold y Haefner, 1990), como en torno a temáticas específicas, especialmente en estudios de Género (Acuña, 1993), o en la antropología rural (Hernández y Pezo, 2009), o en territorios específicos, como la Araucanía (Cancino y Morales, 2003), el mundo Andino (Gundermann y González, 2009), o, en términos de identificación de encuadres paradigmáticos (Ramos, Canales y Palestrini, 2008) o Líneas de investigación (Coloma, Cancino y Acuña, 2013). En otros trabajos, se trata de identificar períodos de desarrollo de la antropología, haciendo hincapié en la influencia del entorno sociopolítico y universitario en la disciplina, ya sea en términos de la conformación de unidades de formación-investigación antropológica, como en el caso de la escuela de antropología de la UCTemuco (Mora, 2013), o en términos globales para la disciplina (Castro, 2014; Bengoa, 2014). Un caso especial, lo constituye el análisis sociohistórico, inspirado en la sociología de la ciencia y los estudios postcoloniales, sobre la primera constitución de la disciplina antropológica en Chile (Pávez, 2015). Junto a esta literatura, algunos textos más específicos, reflexionan sobre la práctica antropológica, tanto en términos de escritura (Carrasco y Alvarado, 2010), como en relación a los usos sociales del conocimiento antropológico (Acuña y Santibáñez, 2012, 2013).

2.2. En esta literatura, hay dos problemas que son relevantes a esta tesis, respecto de los cuales la modelación puede aportar. Se trata de dos dilemas: **¿cuáles son las influencias del entorno social en la construcción de la disciplina? (especialmente, la influencia del sistema de proyectos); y, ¿la**

antropología social es un campo emergente, en consolidación o consolidado? Respecto de lo primero, las reflexiones tienden a identificar la influencia de la dictadura militar en la interrupción y giro en el modo como se despliega la antropología social chilena, pasando de un proceso de incipiente instalación universitaria, a un desarrollo en el mundo social mediante trabajos aplicados en ONGs, para luego, a inicios de la década del 90, reiniciar una consolidación y diversificación universitaria de la disciplina (Castro, 2014, Bengoa, 2014). Así también, se abren reflexiones sobre el modo como la antropología aportaría a la construcción de un sujeto social (Gundermann y González, 2009).

2.3. Respecto de la conformación de la disciplina, la literatura tiende a indicar una consolidación tardía de la antropología social (Bengoa, 2014), o la existencia de una disciplina que no ha consolidado cuerpos teóricos propios, con alta dispersión de temas, intereses y grupos, que trabajan aisladamente (Castro, 2014). Junto a ello, una aproximación más detallada y fundada en análisis de publicaciones, indica que: (i) la antropología social se diferencia en el predominio de métodos cualitativos y experienciales directos, junto a un movimiento en un *“espectro conceptual comparativamente mucho más estrecho que las otras disciplinas, lo cual reflejaría la situación de una disciplina que se ha confinado: que no ha buscado o no ha podido extender sus fronteras conceptuales. Esto puede atribuirse a constreñimientos institucionales o a estrategias conservadoras de los integrantes de la disciplina, que se autorrestringen a las zonas semánticas legitimadas socialmente, sin incursionar en otras ya demarcadas por otras disciplinas las cuales han establecido en ellas sus derechos de propiedad”* (Ramos, Canales y Palestrini, 2008).

2.4. Estos planteamientos sobre la antropología, podrían sintetizarse, en términos de la investigación doctoral, en lo siguiente:

(i) Una baja diversificación temática, que sería la forma de una disciplina temprana *“en que las disciplinas buscan afirmar sus identidades, diferenciándose y oponiéndose a las otras cercanas. Sólo con la suficiente consolidación de todas ellas, en una fase de madurez, vendría la convergencia”* (Ibid.);

(ii) Entre los “mecanismos” que explicarían ello estarían: una cuestión histórico-institucional (el incipiente desarrollo universitario es quebrado en dictadura y se genera un giro al mundo de las ONG’s, luego del cual se articula y diversifica en universidades y centros de investigación); estrategias conservadoras de los investigadores que no rebasan límites disciplinarios.

2.5. Pues bien. En este contexto, ¿Qué puede aportar la modelación y simulación basada en Agentes para la comprensión de estos dilemas? ¿Qué indican los resultados? ¿Qué características cobra lo emergente (la estructura del conocimiento certificado en la antropología social chilena), y que mecanismos podrían explicar este estado de cosas?

2.6. El modelo SACCT-1, permite identificar el proceso morfogenético que da lugar a la estructura del conocimiento científico, esto es, el modo como se articulan mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales. En términos empíricos, permite comprender como incide la construcción de redes, la memoria, el aprendizaje (su relación con el peso de los agentes) y las operaciones del marco normativo del sistema científico chileno, en la estructura de las líneas de investigación científica.

2.7. En este marco, la principal hipótesis substantiva que propone la tesis doctoral sobre la antropología social chilena, es que:

2.7.1. En el nivel emergente, se observa una creciente diversificación temática (lejos de una alta dispersión de intereses, o un espectro conceptual estrecho), que se expresa en 14 líneas de investigación identificable en la convergencia de proyectos y publicaciones (*Emergencia*). La diversificación temática, despega de manera asociada a un proceso de “acoplamiento” entre la lógica de obtención de recursos vía el sistema de financiación chilena, y la incorporación al sistema de publicaciones indexadas. En términos de la tesis, se trata de una articulación (desde la segunda mitad de los años 2000) de los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales. En este proceso, se activan coevolutivamente (en el tiempo) micromecanismos:

2.7.2. En el nivel de las redes, la diversificación de temáticas de investigación y producción científica, se expresa, y es activada, en redes complejas de investigación, que tienden a un proceso de clausura de redes en dos modos similares, que indican focalización y no dispersión: las redes tradicionales (especialmente la investigación sobre el mundo andino, el mundo mapuche y la investigación de la identidad y género) operan en un mecanismo de “la fuerza de las redes tradicionales”: atraen nuevos investigadores y las integran a micro-redes de investigación articuladas a un nodo central. De otro, las nuevas temáticas emergen en una lógica de redes que también clausura las relaciones entre los agentes. Esto es: son redes pequeñas y cerradas (v/s las redes tradicionales grandes, pero cerradas), lo que se expresa principalmente en la investigación y producción científica sobre jubilados y migraciones, por ejemplo (*Emergencia de redes complejas*).

2.7.3. En términos de estrategias adaptativas, los mecanismos de clausura de las redes emergentes se hacen comprensibles si se observan los indicadores de redes (similares en el mundo real y los escenarios de simulación): una creciente modularidad de redes, se asocia a una baja sostenida en la densidad de redes. Esto es: los grupos de agentes, y sus temáticas de investigación y publicación, tienden progresivamente a consolidar sus relaciones internas, mientras que

tienden a bajar las relaciones inter-grupos e inter-líneas de investigación. Dicho en términos sociocognitivos, se trata de dos modos de generar clausura de redes (confirmadas en todos los escenarios de simulación): de un lado, una alta integración cognitiva con socios históricos, indica un establecimiento de relaciones que tienden a consolidar una tradición investigativa en una red tradicional de investigadores que heredan “el peso de una tradición investigativa”. De otro, la generación de una red contingente de alta integración cognitiva, activa redes pequeñas, nuevas y cerradas (*micromecanismos de crédito/credibilidad y observación/experiencia*);

2.7.4. Desde el punto de vista de la memoria, consecuencia sociocognitiva del aprendizaje, en la antropología social se observa una contención de sus capacidades investigativas dado el escenario del sistema científico: los agentes, individualmente y en red, acumulan capacidades científicas, que se actualizan en redes complejas que articulan proyectos y publicaciones. En un sistema de financiación orientado a un *laissez faire* de individuos que conforman redes segmentadas, en una variación cíclica de proyectos (*Marco normativo*), la memoria se actualiza de manera variable año a año, y se activa período a período. El sistema de proyectos selecciona un set restringido de temáticas de entre un conjunto mayor de temas de investigación. Son los proyectos Fondecyt ganadores, y las publicaciones aceptadas y publicadas. Esto es, el potencial investigativo de las líneas de investigación es mayor que el real investigado. Dicho de otro modo: el sistema de proyectos científicos chileno, permite el desarrollo de la antropología en el sistema, pero contiene, refrena, el desarrollo de las líneas de investigación.

2.7.5. Así, en términos evolutivos, no se trata de un panorama de inmadurez disciplinaria, sino más bien, las señas de una antesala de consolidación. Lejos de existir una dispersión de temas, que sería la evidencia de la inmadurez según la literatura sobre la antropología, existe una clara delimitación de líneas de investigación (con formas de consolidación heterogéneas –unas grandes,

tradicionales y cerradas; otras pequeñas, nuevas y cerradas). La supuesta dispersión es en realidad una heterogeneidad interna: temas consolidados, en consolidación y emergentes. La disciplina evoluciona en dos mecanismos: una creciente heterogeneidad interna entre líneas de investigación y una diversificación al interior de las líneas de investigación tradicionales.

2.8. La simulación social, realizada en la tesis doctoral mediante una Modelación Basada en Agentes, permite organizar y realizar un análisis microanalítico de la relación entre el nivel emergente y los mecanismos que lo producen. Esto es: (i) permite delimitar y describir el proceso morfogénico mediante el testeo de la existencia de los mecanismos y las relaciones entre ellos. Así, observando la “similaridad” entre el estado real y los estados simulados, se despliega una lógica comparativa entre ellos, lo que permite observar con mejor resolución la dinámica de la disciplina. (ii) Ofrece así una vía para identificar la similitud de mecanismos, relaciones y sus transformaciones en el tiempo; (iii) Permite identificar las trayectorias posibles que han dado lugar a lo emergente. De entre estas, y su comparación con el estado real, es posible definir el modo, el proceso morfogénico que ha generado la estructura del conocimiento científico en la disciplina en análisis; (iv) Permite comparar, a partir de unas condiciones iniciales iguales, las trayectorias del modelo y el estado real (u “objetivo”, al decir de Gilbert). Esta comparación de trayectorias permite observar la relación entre el nivel emergente y las relaciones entre mecanismos en el tiempo. Dicho en síntesis, una comparación dinámica que permite rastrear el proceso morfogénico que da lugar a lo emergente, la estructura y el comportamiento de la disciplina científica.

2.9. La modelación construida con el modelo teórico SACCT-1, simulada mediante Netlogo, permite identificar un conjunto de mecanismos morfogénicos que hacen comprensible la estructura y dinámica del conocimiento científico, y que forman parte del modelo teórico. Se utiliza así para testear los principios teóricos del modelo. En el análisis de resultados,

corresponde al análisis bibliométrico y de redes de colaboración y especialización científica de la Antropología Social Chilena (1988-2011). Así, dado que la simulación basada en agentes, ejecuta las reglas del modelo teórico SACCT-1, y que existe estocasticidad en la actualización de los estados del modelo (en las operaciones de los 4 escenarios de la simulación), entonces SACCT-1, permite observar en distintos niveles:

(i). Sobre el nivel emergente: si bien en el modelo lo emergente se corresponde con lo real (el estado de las relaciones entre palabras claves y entre temas de proyectos), la simulación permite testear la composición de las líneas de investigación en el tiempo. La simulación entrega resultados para testear la similaridad entre las líneas de investigación reales y las simuladas.

(ii) Sobre las redes de agentes: se generan redes complejas de agentes-proyectos-publicaciones, de modo tal que es posible identificar, mediante indicadores de redes, las condiciones en las cuales se generan resultados de mayor similaridad al estado real, lo que permite la identificación de los mecanismos sociales y cognitivos (autorreferenciales y heterorreferenciales) que inciden en la estructuración del nivel emergente: la relación entre densidad y modularidad permite comprender que en las líneas de investigación, la baja de la densidad de redes, se asocia a un aumento de la modularidad, esto es, una línea de investigación se constituye disminuyendo las relaciones entre los agentes (entre líneas de investigación), junto a un aumento de sus relaciones de cohesión internas

(iii) Sobre las estrategias adaptativas: mediante la simulación es posible identificar las variaciones de las estrategias sociocognitivas que inciden en la clausura de redes que dan lugar a la conformación de líneas de investigación. Los escenarios de simulación, permiten identificar en

qué condiciones, se generan resultados similares a lo real: la composición cognitiva de las líneas de investigación. El análisis comparativo entre los escenarios simulados con el real, permite la identificación de esas condiciones variables a las líneas de investigación.

(iv) Sobre la memoria: el aprendizaje de los agentes, genera una red de palabras-publicaciones y temas-proyectos, que vistos en su conjunto, conforman una red distribuida de contenidos investigativos. Estos, en la simulación, evolucionan en los 4 escenarios y constituyen un potencial de conocimiento, que se actualiza, u objetiviza en el nivel emergente. Así, la comparación entre el estado real (el número de palabras clave y temas proyecto objetivos, presentes en proyectos adjudicados, y publicaciones publicadas), y los escenarios de simulación, indica siempre una brecha entre lo real y el potencial. Partiendo de las mismas condiciones iniciales (real y simulado son iguales), aumenta progresivamente la brecha entre ellos. Esta lógica comparativa, permite identificar que la disciplina, se encuentra contenida en el sistema de proyectos: se actualiza período a período una parte de su potencial.

(v) Sobre la evolución: las líneas de investigación real y simulada evolucionan, así como las redes, las estrategias, el aprendizaje y la memoria. Todo ello, en la comparación entre el estado real y los estados simulados, permite identificar mecanismos. Los mecanismos sociales y cognitivos autorreferenciales y heterorreferenciales permiten identificar que la antropología social no se encuentra en un estado de inmadurez, sino más bien, en una antesala de consolidación.

2.10. Para profundizar en estos planteamientos, se procede del siguiente modo: se analiza inicialmente la estructura emergente del conocimiento científico en la antropología social chilena, para luego dar cuenta de los mecanismos que la

generan. Estos mecanismos son 3: la clausura de redes (en términos microsociológicos, los agentes, en redes, ponen en marcha la lógica crédito/credibilidad) en los grupos tradicionales consolidados, en consolidación y emergentes; la generación de una memoria sociocognitiva de la disciplina que se “activa” en las constricciones que instala el marco normativo del sistema científico; la tendencia tardía a acoplar la lógica de las publicaciones con la lógica de los proyectos (que consagra la dinámica de redes en creciente clausura). Cada uno de esos 3 mecanismos, se analiza en términos de semejanzas y diferencias del escenario real y simulado. Se analiza así la eficiencia del modelo SACCT-1, y de la modelación basada en agentes.

3. Lo Emergente. Heterogeneidad en la antropología social chilena, diversificación de Líneas de Investigación científica y especialización intra líneas de investigación.

3.1. En ciencia, se observan productos objetivos: publicaciones y proyectos. Las publicaciones circulan como conocimiento certificado, los proyectos constituyen unidades que organizan la producción y el proceso investigativo. Por ello, el fenómeno emergente en el modelo SACTT-1, lo constituyen las palabras contenidas en las publicaciones (operacionalizadas mediante palabras-clave) y los temas contenidos en los proyectos (operacionalizados como temas-proyectos). Dicho en otros términos: lo emergente es lo real, aquello que el investigador sobre la ciencia estudia como sus productos, aquello que en la investigación doctoral se ha develado mediante técnicas bibliométricas y de redes sociales.

3.2. La disciplina en análisis, se estructura en Líneas de Investigación. Estas líneas, son emergentes. Son distintas a las declaradas por los investigadores individualmente considerados. Podría decirse, son una composición emergente: articulan agentes que trabajan en temas en proyectos, agentes que trabajan en temas publicando. Son el resultado emergente de esa relación sociocognitiva: agentes, relaciones, contenidos cognitivos.

3.3. Las líneas de investigación se van “componiendo en el tiempo”: los agentes, al aprender, generan un potencial de conocimiento que se “objetiva” en proyectos y publicaciones. Dado ese aprendizaje, la línea emerge de la actualización del stock de la memoria de los agentes (memoria social y cognitiva, sobre proyectos y publicaciones). Las líneas de investigación van incorporando palabras, temas y agentes-proyectos y agentes publicaciones en el tiempo, en tanto se objetivan en proyectos y publicaciones reales. Se van componiendo en cada período, del mundo Real (un acumulado de

palabras/temas/agentes) con la composición potencial del mismo período (un acumulado de palabras/temas/agentes).

3.4. Una línea de investigación, al objetivarse, se construye morfogenéticamente. Es posible entonces rastrear la morfogénesis de las líneas de investigación: unos agentes, que interactúan, pues comparten contenidos cognitivos, que al aprender, intercambian contenidos y van componiendo una línea de investigación. En el tiempo, esa composición cobra la forma de una red (de agentes, de temas). Esta red, se reproduce, gracias a la memoria y el aprendizaje, en el tiempo.

3.5. En la Antropología social chilena, tiene una mayor presencia, en proyectos y en publicaciones, el género masculino, con 175 agentes, frente a 118 del género femenino. Desde el punto de vista de la distribución institucional, la Universidad de Chile concentra 45 de un total de 293 investigadores, seguida por la Universidad Academia de Humanismo Cristiano (27 investigadores), la Universidad Católica del Norte con 22, la Universidad Austral con 17, la Universidad de Concepción con 14, la Pontificia Universidad Católica de Chile y particulares con 13 investigadores. Luego de ello, Universidad de Tarapacá con 12, el Museo Chileno de Arte Precolombino con 9.

3.6. Desde el punto de vista de la ubicación geográfica, hay una alta concentración en la Región Metropolitana (136 investigadores), seguido por la zona Sur de Chile, con 19 investigadores en la Región del Bio-Bio, 18 en la Araucanía y Los Ríos, 5 en Los Lagos. Luego, en la zona Norte de Chile, con 25 en Antofagasta, 17 en Arica y Parinacota y 8 en Tarapacá. Un dato interesante, es que 34 investigadores, de un total de 293, tenían como lugar de residencia ciudades fuera del país (7 en Washington DC; 4 en Paris; 2 en Arizona, Conneticut y Massachusetts, respectivamente), y un investigador en Barcelona, Córdoba, Dublin, Indiana, Lima, Madrid, Montpellier, Nashville, New York,

Quebec, Resistencia, Río Grande, Sao Paulo, Strasbourg, Tegucigalpa, Toulouse y Tübingen (ver tablas 3, 4 y 5).

3.7. Ahora bien, la disciplina, en el período considerado, acumula un total de 91 proyectos Fondecyt y 82 publicaciones.

Tabla 7. Número de proyectos y publicaciones, Antropología Social Chilena (1988-2011)

Número de proyectos	Número de publicaciones
91	82

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.8. Desde el punto de vista del agrupamiento de temas y palabras, existen 18 grupos de temas-proyectos y 25 grupos de palabras-publicaciones. Ello indica una **diversificación temática al interior de la disciplina, primera señal de la especialización intra-lineas de investigación**. Ello, se ratifica al observar la Modularidad y la densidad cognitiva, pues una alta modularidad, indica alta cohesión al interior de las temáticas (0,701 en temas-proyectos, y más alta aún en palabras-publicaciones, con 0,839). La Baja Densidad de redes en la dimensión cognitiva, indica también una concentración de los investigadores en el establecimiento de redes al interior de las temáticas de investigación y publicación (0,019 en proyectos y publicaciones). La medida de centralidad, viene a ratificar la especialización de las temáticas de investigación y publicación: una centralidad de red de 3,198 en temas, y 4,348 en publicaciones, indica una baja relación de los nodos de la red con otros nodos.

Tabla 8. Indicadores de Red cognitiva, Proyectos Fondecyt y publicaciones en la Antropología Social Chilena, 1988-2011.

INDICADOR	Temas	Palabras
Tamaño de red	172	230
Número de grupos	18	25
Modularidad	0,701	0,839
Densidad de red	0,019	0,019
Centralidad de red	3,198	4,348

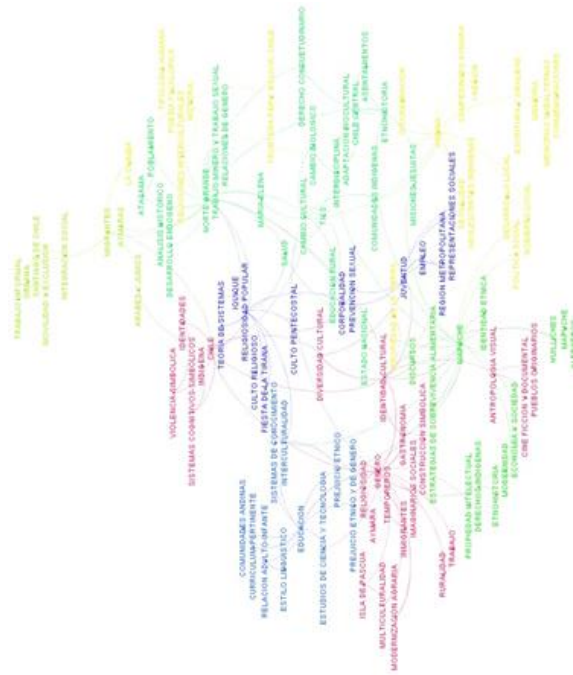
Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 9. Indicadores de red de agentes, Proyectos Fondecyt y publicaciones en la Antropología Social Chilena, 1988-2011.

INDICADOR	Agentes_Pro y	Agentes_Pu b
Tamaño de red	188	72
Número de grupos	37	21
Modularidad	0,843	0,82
Colaboración	0,75	0,51
Densidad de red	0,026	0,044
Centralidad de red	4,83	3,28

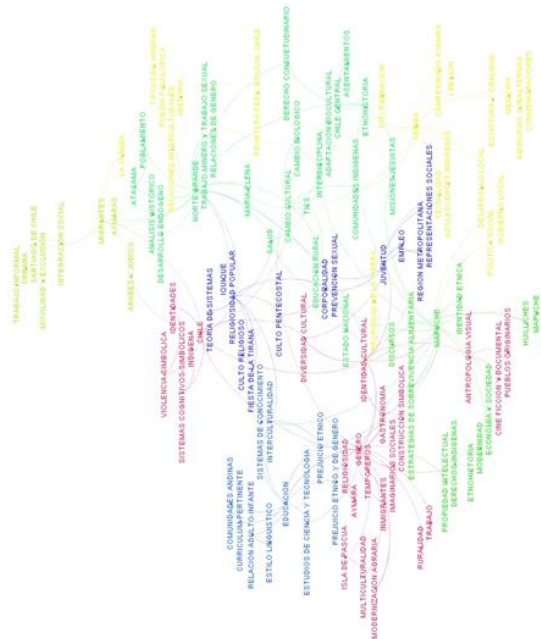
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 5. Red De Temas Proyectos Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)



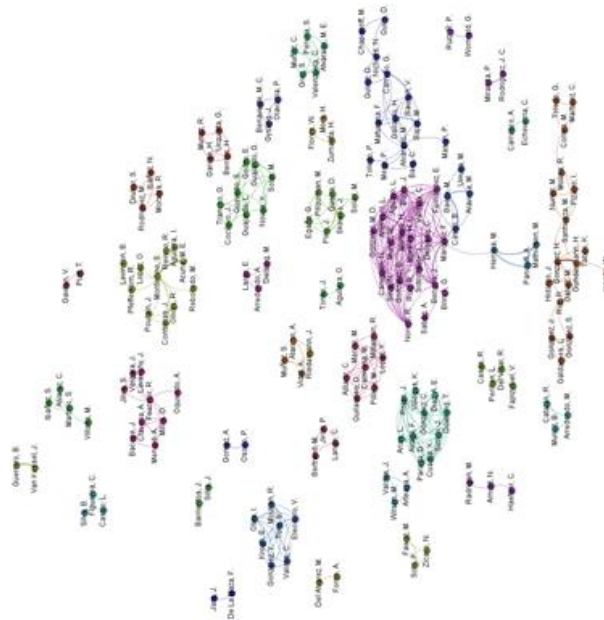
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 6. Red De Palabras Publicaciones Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)



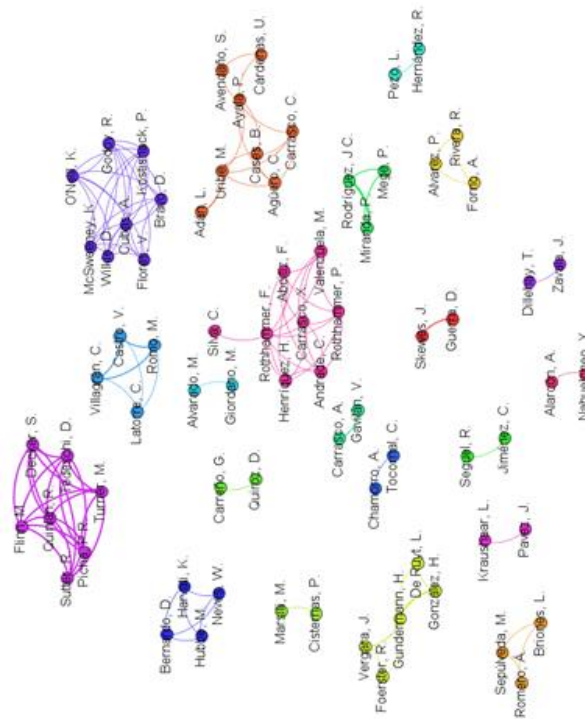
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 7. Red De Agentes Proyectos Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 8. Red De Agentes Publicaciones Global, Antropología Social Chilena (1988-2011)



Fuente: Elaboración propia (2016).

3.9. Al observar los indicadores de red social en proyectos y publicaciones, se ratifica la hipótesis de diversificación temática con especialización: si bien se observa un mayor número de grupos de proyectos (37 grupos) y un número similar de grupos de agentes en publicaciones al número de grupos de palabras (21, en este caso), los indicadores de modularidad, densidad y centralidad, indican que los grupos de agentes existentes tienden a cerrar sus relaciones en torno a sus grupos, y disminuir las relaciones entre grupos: la modularidad es alta (0,843 en agentes-proyectos y 0,82 en agentes-publicaciones); la densidad es baja (0,026 en agentes-proyectos y 0,044 en agentes-publicaciones). La centralidad de red indica también que los agentes establecen pocas conexiones con otros (4,83 en proyectos, y 3,28 en publicaciones).

3.10. La antropología social chilena así, lejos de ser una disciplina con alta dispersión de intereses, muestra una concentración de los agentes y sus temáticas de investigación y publicación en áreas específicas, que tienen comportamientos distintos. Valga aquí una reflexión que hace comprensible las líneas de investigación

3.11. En la antropología social, hay líneas de investigación de distinto carácter:

(i) **Líneas de investigación grandes, consolidadas y tradicionales:** el mundo andino, la sociedad mapuche y el problema de la identidad (anidada a posteriori con género). Constituyen líneas caracterizables como sostenidas por “la fuerza de las redes tradicionales de investigación”, agrupamientos de agentes y temáticas que tienen ya larga data en la investigación en Chile y que definen incluso el origen de la disciplina, en la búsqueda de la comprensión de las sociedades indígenas del país, como “comunidad andina” (28 publicaciones, 27 proyectos), “sociedad mapuche” (6 publicaciones, 18 proyectos), “identidad y género” (12 publicaciones, 17 proyectos);

(ii) Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas, que si bien no acumulan proyectos y publicaciones de manera sostenida, constituyen temáticas a las cuales se regresa permanentemente, cargados de la búsqueda de dimensiones simbólicas, como el tema Kawesqar (1 publicación, 3 proyectos) y la religiosidad (6 publicaciones, 8 proyectos);

(iii) Líneas de investigación nuevas, pequeñas pero consolidadas, que articulan grupos pequeños y cerrados de investigación y publicación, Jubilados (3 publicaciones, 3 proyectos), Migraciones (4 publicaciones, 5 proyectos) y Conflictos socioambientales (5 publicaciones, 1 proyecto);

(iv) Líneas de investigación de poca sostenibilidad, que no han logrado mantener una secuencia de proyectos de investigación y publicación, de modo tal que aparecen esporádicamente, como Paisajes estuariales (2 publicaciones, 3 proyectos), Educación (1 publicación, cuatro proyectos), Semiologías contemporáneas (2 publicaciones, 1 proyecto) y Cooperativismo (2 publicaciones, 1 proyecto);

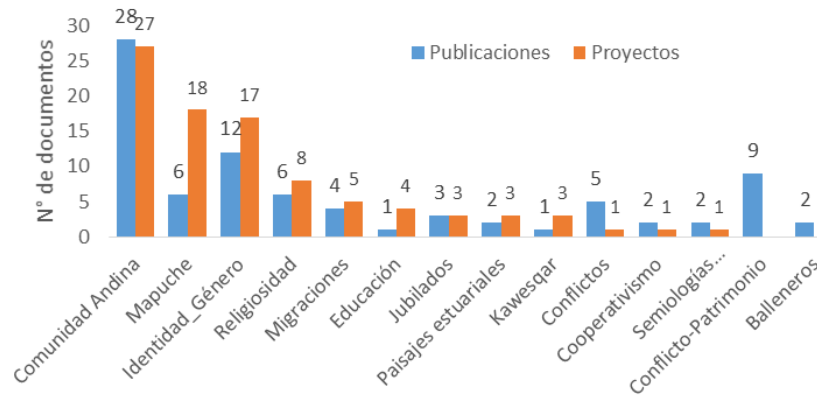
(v) Líneas de investigación nacientes, cuya característica central es ser perfectamente delimitable en publicaciones, pero sin proyectos, como Conflictos patrimoniales, cuyas fuentes de análisis son tanto conflictos derivados de una arqueología social (la investigación arqueológica activa conflictos, o se ve inmersa en ellos), como derivados de tensiones etnopolíticas (9 publicaciones, ningún proyecto). En una situación inversa, la investigación sobre Balleneros, sostenida en dos proyectos Fondecyt, pero sin publicaciones en el circuito de publicaciones indexadas.

Tabla 10. Tipos de Líneas de Investigación en la Antropología Social Chilena (1988-2011)

Líneas de Investigación tradicionales y consolidadas	Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas	Líneas de investigación nuevas y consolidadas	Líneas de investigación con poca sostenibilidad	Líneas de investigación nacientes
<ul style="list-style-type: none"> Comunidad Andina Sociedad Mapuche Identidad y género 	<ul style="list-style-type: none"> Kawesqar Religiosidad 	<ul style="list-style-type: none"> Jubilados Migrantes Conflictos socioambientales 	<ul style="list-style-type: none"> Paisajes estuariales Educación Semiologías contemporáneas Cooperativismo 	<ul style="list-style-type: none"> Conflictos patrimoniales Balleneros

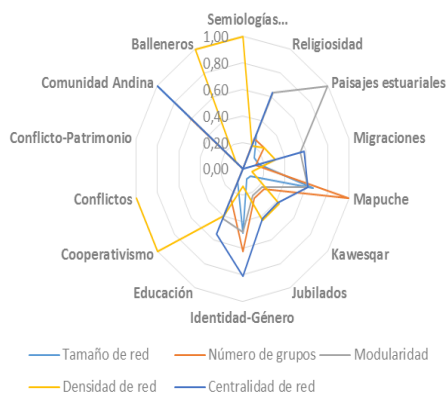
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 2. Número de proyectos y publicaciones en la Antropología social chilena (1988-2011), según líneas de investigación



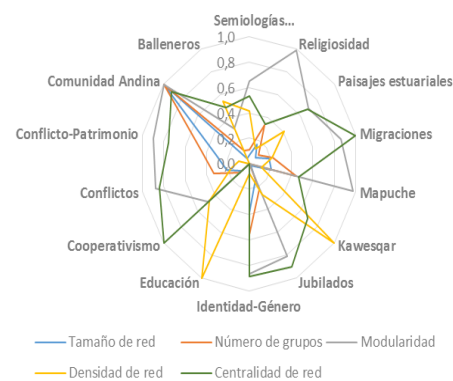
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 3. Indicadores de red, temas de proyectos de investigación, Antropología social chilena (198-2011), según líneas de investigación.



Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 4. Indicadores de red, palabras clave-publicaciones, Antropología social chilena (198-2011), según líneas de investigación.



Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 11. Indicadores de redes Proyectos Fondecyt y Publicaciones en la Antropología Social Chilena (1988-2011)

	LINEAS	INDICADORES DE PROYECTOS FONDECYT (TEMAS)				INDICADORES DE PUBLICACIONES (PALABRAS CLAVE)			
		Tamaño de red	Número de cliques	Densidad de red	Centralidad de red	Tamaño de red	Número de cliques	Densidad de red	Centralidad de red
Líneas de investigación tradicionales y consolidadas	Comunidad Andina	48	27	0,072	3,375	94	210	0,05	4,638
	Mapuche	33	16	0,089	2,848	22	27	0,16	3,364
	Identidad-Género	25	14	0,13	3,12	38	82	0,124	4,579
Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas	Kawesqar	7	3	0,429	2,571	5	10	1	4
	Religiosidad	16	8	0,192	2,875	18	18	0,176	3
Líneas de investigación nuevas y consolidadas	Jubilados	7	3	0,429	2,571	16	49	0,308	4,625
	Migraciones	10	5	0,311	2,8	20	60	0,258	4,9
	Conflictos	3	1	1	2	22	57	0,212	4,455
Líneas de investigación con poca sostenibilidad	Paisajes estuariales	9	3	0,25	2	10	20	0,444	4
	Educación	8	4	0,393	2,75	3	1	1	2
	Semiologías contemporáneas	3	1	1	2	9	14	0,444	3,556
	Cooperativismo	3	1	1	2	11	39	0,491	4,909
Líneas de investigación nacientes	Balleneros	3	1	1	2	7	8	0,571	3,429
	Conflicto-Patrimonio					31	58	0,14	4,194

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.12. Estas distintas líneas de investigación, bien delimitadas entre sí, dan cuenta de la heterogeneidad de la antropología social. Esta heterogeneidad, implica tanto una diversificación creciente de líneas de investigación, y una especialización interna de las líneas en términos cognitivos, como una clausura de redes, lo que da lugar a los tipos de líneas propuestos. En detalle, la situación de cada línea es la siguiente:

Líneas tradicionales y consolidadas

3.13. Comunidad Andina: constituye la línea de investigación de mayor tamaño, con 27 proyectos y 28 publicaciones en el período. Es una línea que ha articulado bien la publicación en revistas indexadas con el sistema de proyectos

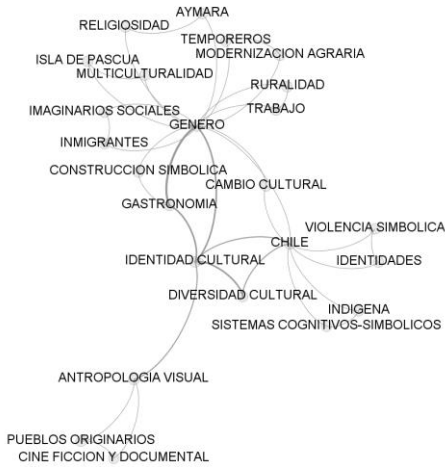
a lo largo del tiempo, sosteniendo esa relación. Tiene un total de 48 temas de proyectos y 27 cliqués. Ello, indica que es una línea con la mayor diversificación interna y a su vez, una alta especialización entre sus sub-temas de investigación en proyectos. Los principales temas de investigación refieren a comunidades atacameñas (problemas del asentamiento indígena, relaciones con el estado nacional y gobierno local, problemas de poblamiento, propiedad, territorio e identidad atacameña (interculturalidad, discriminación y memorias subalternas), etnicidad y globalización (salud, sexualidad), educación aymara. Al analizar las publicaciones, se identifica también la diversificación interna, pues de 94 palabras que conforman la línea, se conforman 210 cliqués, con una muy baja densidad de red y una de los más altos indicadores de centralidad de red (4,638). Esto es, desde el punto de vista de las publicaciones, se conforman muchos intereses específicos al interior de las temáticas, con altos grados de cohesión al interior de esos intereses cognitivos. Las publicaciones así, refieren a cuestiones históricas (desde el periodo intermedio tardío, el período inca y la colonia); temas que articulan la investigación sobre movilidad andina y migración; cuestiones simbólicas como arte rupestre, teología política, etnobotánica y sistemas de clasificación, sistemas visuales y oralidad; cuestiones urbanas, como prostitución, cambios en la identidad en la ciudad; la definición de un modelo de comunidad andina, aymara y atacameña, así como problemas de género, identidad y sexualidad.

3.14. **Sociedad Mapuche:** en el período 1988-2011, se registran 18 proyectos y 6 publicaciones indexadas. Indudablemente, es una línea que ha generado conocimiento en otros circuitos de publicaciones (libros, revistas no ISI, SCIELO), al menos en el período en análisis. Aun así, es la segunda línea en tamaño de proyectos, y la tercera en publicaciones. Desde el punto de vista de la investigación Fondecyt, Tiene 33 temáticas de investigación, y 22 de publicaciones. Los indicadores de red (16 cliqués, 0,089 de densidad de red y 2,848 de centralidad), indican una especialización de las temáticas de investigación en sub áreas temáticas, entre las que destacan aspectos de

política (discurso político, derechos indígenas, demanda étnica, poder y liderazgo, restitución y reconocimiento, identidad y demanda etnonacional); la diseminación de conocimiento específico sobre algunos territorios mapuche (malleco y Arauco, el mundo pehuenche y huilliche); aspectos asociados a prácticas económicas en el mundo mapuche-huilliche (alerceros, relación con el mar). En el caso de publicaciones, la existencia de 27 cliques indica una alta especialización interna en sub-temáticas de investigación (ratificado por la baja densidad de red y una centralidad de 3,364), entre las que destacan cuestiones de política e interculturalidad (etnogubernamentalidad, neoindigenismo, municipio indígena y descentralización del estado); cuestiones de identidad y memoria y subjetivación; temas relativos a etnohistoria mapuche (siglos xvi y xvii, etnohistoria de la cordillera de Nahuelbuta); y la investigación sobre temas de género y mujer mapuche (embarazo, parto y puerperio).

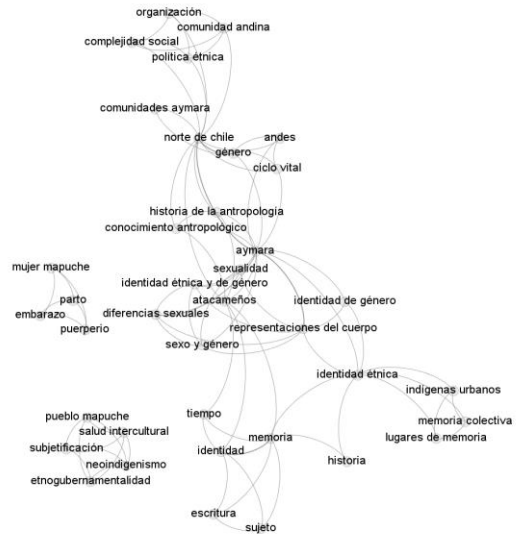
3.15. Identidad y género: es una línea de investigación que ha articulado bien proyectos Fondecyt y Publicaciones indexadas (17 y 12 respectivamente). Al igual que las líneas anteriores, tiene una importante especialización interna. Un aspecto interesante, es que cobra autonomía a partir de la investigación de temas asociados a otras líneas, como comunidades andinas, sociedad mapuche y temas de memoria indígena. Es una línea que nace articulada a otras y cobra autonomía. Ello es generado por una especialización interna. Los temas de investigación de proyectos presentan una baja densidad de red (0,13) y una también baja centralidad de red (3,12), indican pocas relaciones entre todas las temáticas, y una especialización de las relaciones entre subtemas de investigación. Desde el punto de vista de las publicaciones científicas, los 38 nodos y 82 cliques, indican también esa alta especialización interna entre sublíneas. Sus principales temas de publicaciones se desarrollan en el mundo andino (sexualidad, diferencias sexuales, ciclo vital, identidad étnica y género), mientras que en el mundo mapuche, las temáticas se vinculan a temas de embarazo, parto, puerperio, y temas de participación y salud intercultural. Un

Ilustración 13. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Identidad-Género, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 14. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Identidad-Género, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Líneas de investigaciones consolidadas, tradicionales y pequeñas:

3.16. Kawesqar: esta línea de investigación es pequeña, pero se ha mantenido a lo largo del tiempo llegando a 3 proyectos. Ha generado 1 publicación indexada (se articula a otros circuitos de publicación). Al ser una línea pequeña, tiene solo 3 cliqués, y una alta densidad de red (en relación a otras líneas) en sus proyectos de investigación, mientras que sus publicaciones presentan 10 cliqués y la más alta densidad de red ($=1$), lo que indica una conexión absoluta entre todos sus temas de publicación. Tanto los temas de proyectos como publicaciones se organizan en torno a cuestiones lingüísticas, discursivas y simbólicas.

3.17. Religiosidad: al igual que Identidad y género, esta línea de investigación emerge de la investigación en temas tradicionales de la antropología social, especialmente desde el mundo andino. Alcanza 8 proyectos y 6 publicaciones en el período, lo que indica su sostenibilidad en proyectos y una incorporación progresiva al circuito de publicaciones indexadas. Es una línea de investigación que cobra autonomía acoplando proyectos y publicaciones. Al igual que otras líneas de investigación, también presenta una especialización entre sub-líneas, lo que se expresa en 8 cliqués en proyectos (entre 16 temas), y aún más en publicaciones, con 18 temas y 18 cliqués. Sus densidades de red cognitiva son similares (0,192 en proyectos, 0,176 en publicaciones), al igual que en el indicador centralidad de red (2,875 en proyectos, 3 en publicaciones). Esto es, una tendencia a la especialización intralínea de investigación, lo que hace comprensible la investigación y publicación en 4 grandes temas: religiosidad en el mundo aymara, religiosidad popular, ritos mortuorios y culto pentecostal.

Ilustración 15. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Kawesqar, Antropología social chilena (1988-2011).



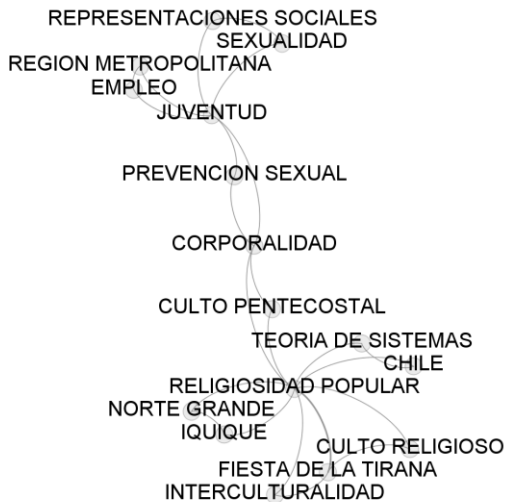
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 16. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Comunicad Andina, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 17. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Religiosidad, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 18. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Religiosidad, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).



Líneas de investigaciones nuevas y consolidadas

3.18. Jubilados: es una línea de investigación que acopla perfectamente proyectos y publicaciones, con 3 en cada caso. En relación a su tamaño, presenta indicadores de densidad y centralidad altos, tanto en proyectos (0,429 y 2,571 respectivamente) como en publicaciones (0,308 y 4,625). Ello indica que en la investigación sobre jubilados, los proyectos dan lugar a la generación de una multiplicidad de temáticas, como construcción social del jubilado, el problema del trabajo en el adulto mayor, viudez, vínculos parentales, expectativas y valoraciones sociales, complejidad social y ciclo vital. Es una línea que en poco tiempo, cobra autonomía acoplando proyectos y publicaciones,

3.19. Migraciones: al igual que Jubilados, es una línea que nace acoplando proyectos y publicaciones, característica propia de las líneas nuevas. Con 5 proyectos y 4 publicaciones indexadas, se articula primero a temas de investigación en el mundo andino, para cobrar autonomía mediante la diversificación de contenidos en publicaciones. Ello se evidencia en la alta centralidad de las redes cognitivas en publicaciones (4,9), mayor a la de proyectos (2,8). Así, mientras los temas de proyectos se vinculan a lo indígena y comunidades atacameñas, las publicaciones se diversifican sobre migrantes, movilidad y exclusión, trabajo informal, integración social, estudios urbanos.

3.20. Conflictos socioambientales: si bien se compone de solo un proyecto, se diferencia de otras líneas por, pero 5 publicaciones. En el contexto de la disciplina, es relevante, y presenta una particularidad. Emerge, si bien observando temáticas propias de otras líneas, articula sus análisis a cuestiones económicas, tecnológicas y rurales-indígenas. Es una línea marcada por los cambios tecnológicos en el capitalismo actual. El alto número de cliques en publicaciones (57) y en proyectos (1=1 proyecto conecta 3 temas), indica una alta cohesión interna en ambos casos, cuestión que se ratifica al observar la alta

densidad de redes en publicaciones. Los principales temas de investigación dicen relación con cuestiones socioambientales, como conflictos ambientales, el caso de Mehuin y el desarrollo de perspectivas teóricas desde la antropología ecológica.

<p>Ilustración 19. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Jubilados, Antropología social chilena (1988-2011).</p>  <p>Fuente: Elaboración propia (2016).</p>	<p>Ilustración 20. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Jubilados, Antropología social chilena (1988-2011).</p>  <p>Fuente: Elaboración propia (2016).</p>
<p>Ilustración 21. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Migraciones, Antropología social chilena (1988-2011).</p>	<p>Ilustración 22. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Migraciones, Antropología social chilena (1988-2011).</p>

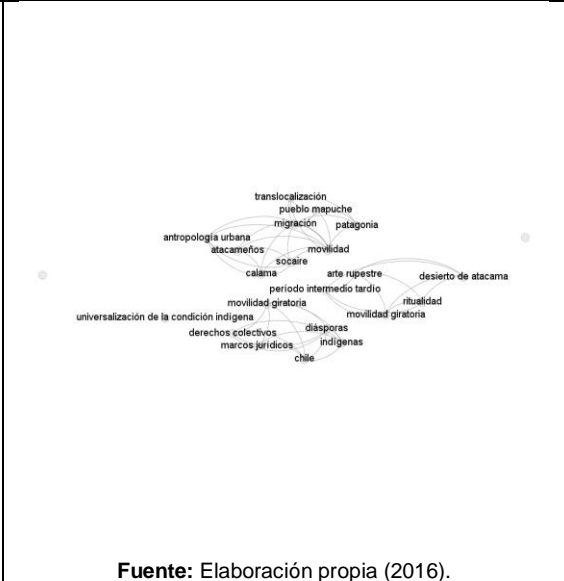
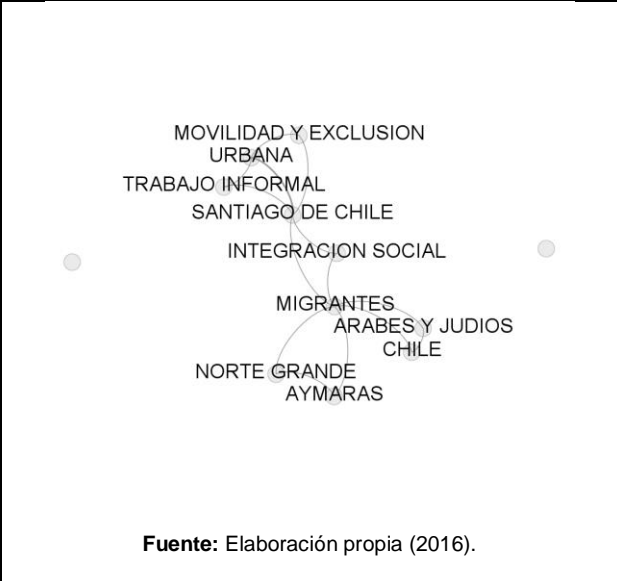
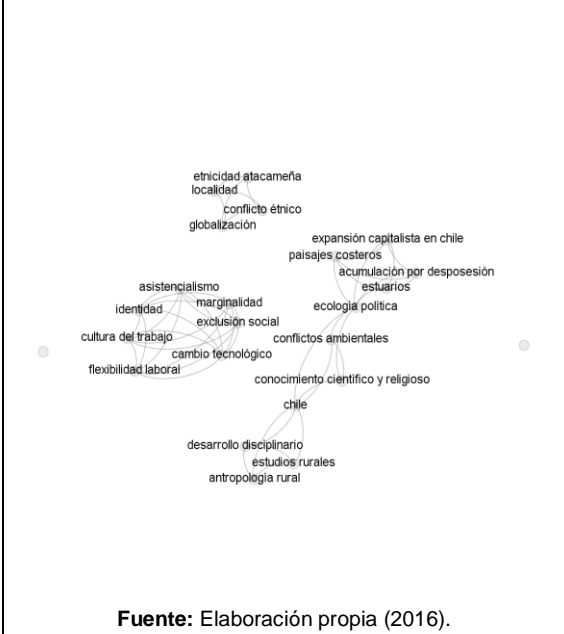
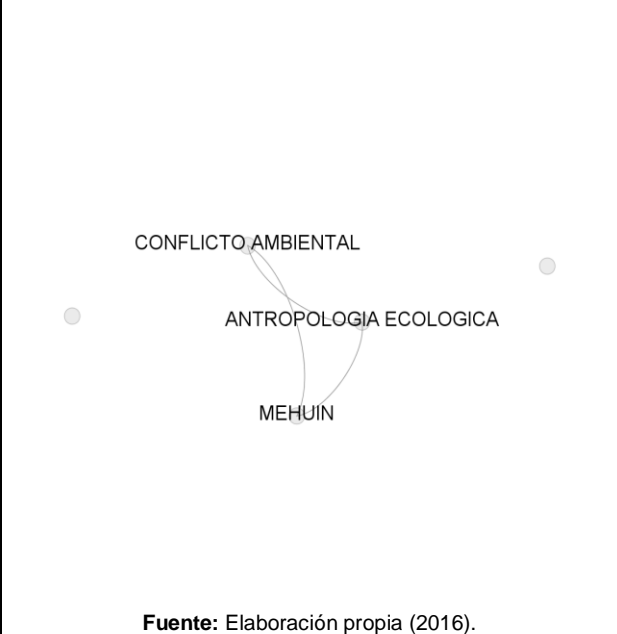


Ilustración 23. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Conflictos Socioambientales, Antropología social chilena (1988-2011).

Ilustración 24. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Conflictos socioambientales, Antropología social chilena (1988-2011).



Líneas de investigación con poca sostenibilidad

3.21. Paisajes estuariales: es una línea con tres proyectos y dos publicaciones. No ha logrado articular bien ambos procesos, lo que se refleja en poca especialización en su interior. Los 9 temas en proyectos se articulan en 3 cliqués, y los 10 temas en publicaciones, se articulan en 20 cliqués. Ello, indica que la línea no ha logrado sostener, en el período, una secuencia de proyectos articulados a publicaciones, si bien las publicaciones tienen una alta conexión interna (densidad de red 0,444) en relación a otras líneas de investigación. Se ha especializado territorialmente, en la investigación sobre cuestiones de antropología ecológica y estrategias adaptativas en el sur de Chile.

3.22. Educación: es una línea de investigación que logra 4 proyectos, pero solo 1 publicación, lo que le otorga su carácter de poca sustentabilidad. La densidad que presenta (0,393), indica una especialización en su interior en proyectos (educación aymara y educación intercultural), mientras que en publicaciones, al ser solo 1 documento, presenta una altísima densidad (1).

3.23. Semiologías contemporáneas: esta línea, presenta solo 1 proyecto, pero es comparativamente productivo en publicaciones, pues presenta 2 documentos. Por ello, tiene indicadores altos en densidad y centralidad, tanto en proyectos como en publicaciones (densidad 1 en proyectos, y 0,444 en publicaciones; centralidad 2 en proyectos y 3,556 en publicaciones), hay una alta relación entre sus temáticas de investigación y publicación, las que se concentran en el análisis de obras audiovisuales (cine, imagen, obras), y problemas de reflexividad indígena.

3.24. Cooperativismo: al igual que la línea anterior, presenta solo 1 proyecto, pero 2 publicaciones, lo que la hace eficiente, pero poco sustentable como un todo. Por ello, los indicadores de densidad y centralidad son altos en proyectos (1 y 2 respectivamente), pero menores en publicaciones (0,4 y 1,6

respectivamente). Ello indica una mayor especialización en las publicaciones, en dos grandes grupos temáticos: de un lado, temas de antropología aplicada interactiva, y de otro, cooperativismo asociado a trabajo y cambio tecnológico, flexibilidad laboral, marginalidad y exclusión social.

Ilustración 25. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Paisajes estuariales, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 26. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Investigación Paisajes estuariales, Antropología social chilena (1988-2011).



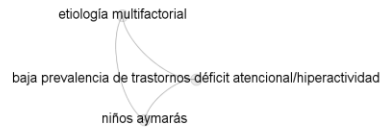
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 27. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Educación, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 28. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Educación, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 29. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Semiologías contemporáneas, Antropología social chilena (1988-2011).



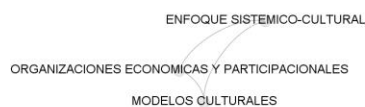
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 30. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Semiologías contemporáneas, Antropología social chilena (1988-2011).



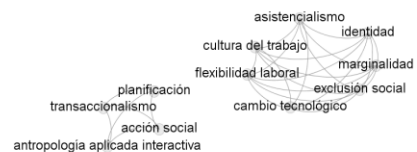
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 31. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Inv. Cooperativismo, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 32. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Cooperativismo, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Líneas de investigación nacientes

3.25. Balleneros: es una línea de investigación que se ha sostenido en 1 proyecto en el período, y dos publicaciones. Es altamente especializada en la investigación de historia de balleneros en el extremo sur de Chile, por lo cual se hace comprensible el indicador de densidad de red 1 en proyectos, y al tener 2 publicaciones, presenta una densidad media de 0,571.

3.26. Conflicto-Patrimonio: es una línea interesante pues solo contiene publicaciones, pero en cantidad relevante en relación a otras (9 publicaciones). Su muy baja densidad de red, indica una alta especialización en las publicaciones, esto es, publicaciones en diversos frentes investigativos, lo que se ratifica en una densidad de 4,194. La línea, comienza a emerger disseminando conocimientos tanto provenientes desde el mundo andino (conflictos sobre el patrimonio), el mundo mapuche (interculturalidad y patrimonio arqueológico), ecología política en el mundo indígena chileno, e historia de la antropología.

Ilustración 33. Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, Línea Balleneros, Antropología social chilena (1988-2011)



Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 34. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv Balleneros, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Redes de Temas de investigación, proyectos Fondecyt, **Línea Inv. Conflictos Patrimoniales**, Antropología social chilena (1988-2011).

Nota: Sin proyectos

Ilustración 35. Redes de Palabras-Publicaciones, Línea Inv. Conflictos Patrimoniales, Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

4. Panorama sintético: especialización y colaboración.

4.1. Un modo de observar el problema de la relación entre la interacción, y las clasificaciones (en la senda de Durkheim-Mauss), es vincular colaboración y especialización. La colaboración científica expresa, como un proxy, el plano de las interacciones entre los agentes, mientras la especialización, expresa el plano de las clasificaciones. Se trata aquí de identificar posiciones diversas, en unas coordenadas que buscan entender niveles de colaboración entre agentes, con la especialización temática.

4.2. Dicho en términos teóricos: las líneas de investigación emergen articulando las estrategias de los agentes (de colaboración), con la especialización cognitiva de sus temáticas de investigación y/o publicación. Esta especialización y colaboración, es relacional y relativa: pone el acento en el modo como interaccionan los agentes, en el modo como interaccionan las temáticas y por ende, relativas pues refieren siempre unas a otras líneas. Estamos así en presencia de dos mecanismos, uno social, el otro cognitivo: la búsqueda de agentes con los cuales colaborar y sostener una colaboración, y la generación de relaciones sostenidas entre temas de investigación-publicación. La relación entre estos mecanismos, generada por un cierre de relaciones entre los agentes y entre las temáticas de investigación (el aumento de su modularidad), activa la heterogeneidad de la disciplina, su diversificación temática, y la especialización interna de las líneas¹³.

4.3. Dicho en términos del modelo teórico: La autonomización de una línea de investigación, emerge cuando se articulan los mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales. Esto es, en la articulación de proyectos y publicaciones, genera un sostenimiento cruzado. Ello, viene siendo producido por

¹³ Este problema, central en la investigación doctoral, es también uno de los aportes centrales de la simulación social realizada. En todos los escenarios de simulación, opera el mismo proceso: aumenta la modularidad, baja la densidad. Esto es, en distintas condiciones, los agentes sostienen estas estrategias, constituyendo un hallazgo propio del modelo teórico SACCT-1.

micromecanismos: el cierre de redes sociales y cognitivas, que da lugar a una variedad de líneas de investigación, según el modo como vinculan lógicas de cooperación científica, en proyectos y publicaciones, con la selección de temáticas de investigación y publicaciones, lo que da lugar a un paisaje disciplinario caracterizado por diversas posiciones de las líneas de investigación según su colaboración y especialización.

4.4. En los proyectos Fondecyt (1988-2011), se observa una alta colaboración científica entre los agentes. En todas las líneas los indicadores son igual o superiores a 0,8. Es una característica del sistema de proyectos, crear y mantener redes sociales para intentar sostener la productividad de proyectos y publicaciones. A excepción de kawesqar, las líneas también son altamente especializadas.

4.5. Entre las líneas con más altos índices de colaboración y especialización, están Balleneros, Cooperativismo, Conflictos socioambientales y Semiologías contemporáneas. Estas, son líneas “hiperespecializadas” en términos cognitivos, y clausuradas en sus redes en términos sociales. Se encuentran aquí aquellas líneas nacientes y aquellas que han tenido poca sustentabilidad. ¿Porque ocurre ello?. Aquellas nacientes, como balleneros, al no tener relaciones con agentes, o temáticas de otras líneas, no amplifican sus posibilidades de diversificación interna, al igual que en aquellas con poca sostenibilidad, como semiologías contemporáneas y cooperativismo. La diversificación paradójicamente genera especialización, pues activa una escisión entre temáticas al interior de una línea, de modo tal que aumenta su “diversidad” como línea. Al no generar ese proceso (al menos, en el periodo en análisis), aparece como totalmente especializada, pareciendo estar en un estado estacionario.

4.6. Las líneas tradicionales tienden a instalarse entre aquellas líneas de alta colaboración científica y especialización, y aquellas que muestran indicadores inferiores. Identidad y género, ocupan una posición interesante: tiene una mayor

especialización que comunidad andina y mapuche. Ello, se debe a que ha emergido de estas, en la búsqueda de temáticas de investigación propias, para lo cual, ha generado algún mecanismo de cierre o construcción de deslindes con lo mapuche y lo andino. Estas líneas, teniendo en general alta especialización y colaboración, tienen un dispositivo interno de aumento de su “complejidad”: el cierre de relaciones que realizan los agentes en temáticas que también tienden a cerrarse, no es máxima, de modo que la diferencia en el indicador (en relación a su total posible), indica un espacio de posibilidades de colaboración con otros agentes, y de relación cognitiva de las temáticas de estas líneas con otras líneas de investigación. A su vez, los altos valores de colaboración y especialización científica, indican también que la línea tiende a aumentar su “diversidad interna”, pero siempre articuladas en torno a unos nodos sociales y cognitivos centrales, aquellos que sostienen la línea como tal, como Lo Andino, lo Mapuche, La identidad-género. En torno a estas temáticas, hay especialización interna, pero contenida en la línea de investigación.

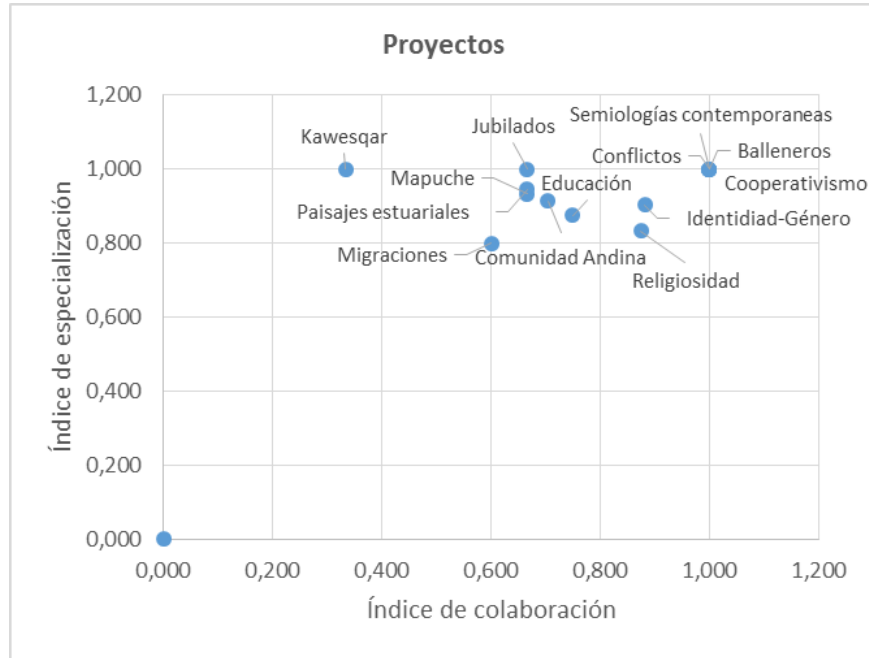
Tabla 12. Indicadores de especialización y colaboración científica según Líneas de Investigación

Líneas	Proyectos		Publicaciones		N° de proyectos	N° de publicaciones
	Índice de colaboración	Índice de especialización	Índice de colaboración	Índice de especialización		
Semiologías contemporáneas	1,000	1,000	0,000	1,000	1	2
Religiosidad	0,875	0,833	0,500	0,803	8	6
Paisajes estuariales	0,667	0,944	0,500	0,733	3	2
Migraciones	0,600	0,799	0,500	0,452	5	4
Mapuche	0,667	0,932	0,500	0,731	18	6
Kawesqar	0,333	1,000	0,000	1,000	3	1
Jubilados	0,667	1,000	1,000	0,366	3	1
Identidad-Género	0,882	0,903	0,333	0,522	17	12
Educación	0,750	0,875	1,000	0,500	4	1
Cooperativismo	1,000	1,000	0,500	0,556	1	2
Conflictos	1,000	1,000	0,800	0,485	1	5
Conflicto-Patrimonio	0,000	0,000	0,778	0,457	0	9
Comunidad Andina	0,704	0,913	0,536	0,643	27	28
Balleneros	1,000	1,000	0,500	1,000	2	2

Fuente: Elaboración propia (2016).

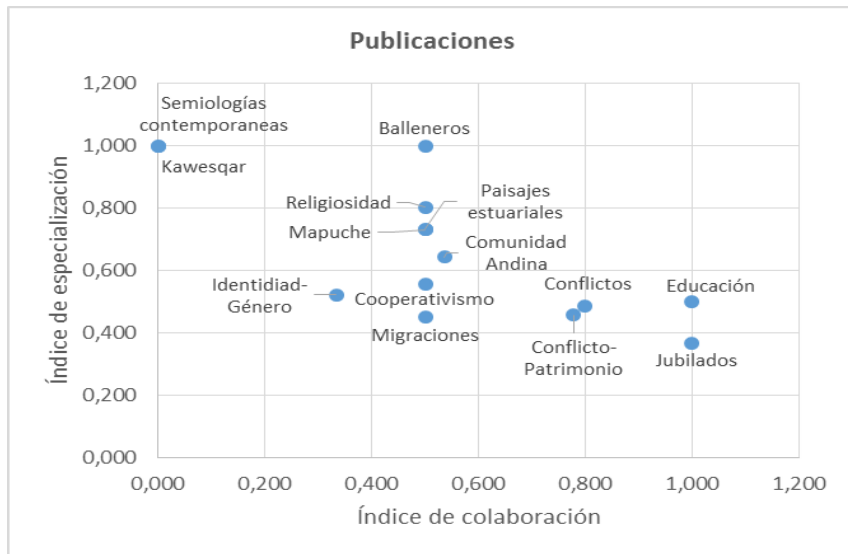
4.7. Las líneas que hemos identificado como pequeñas y consolidadas, tienen posiciones interesantes. Jubilados, indica una colaboración máxima, esto es, el grupo que sostiene la línea, es un grupo altamente cohesionado, que ha cerrado redes constituyendo la línea. Su especialización, indica que aborda temáticas propias, pero que también contiene referencias a temáticas de otras líneas de investigación (por ejemplo, ruralidad, ciclo vital, son también temas propios de otras líneas de investigación). En el caso de Migraciones, se observa que su especialización media (en relación a otras, la segunda más baja en este sentido), indica que hay una mayor diversidad interna, componiéndose así de temáticas vinculadas a otras líneas de investigación, o nacida de entre ellas. De hecho, la investigación sobre migraciones, articula temáticas tanto del mundo indígena en general, como del mundo andino y estudios urbanos.

Gráfico 5. Especialización y colaboración científica en proyectos Fondecyt de Líneas de Investigación en la Antropología social chilena (1988-2011)



Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 6. Especialización y colaboración científica en proyectos Fondecyt de Líneas de Investigación en la Antropología social chilena (1988-2011)



Fuente: Elaboración propia (2016).

4.8. Desde el punto de vista de las publicaciones, las líneas tradicionales consolidadas, mantienen –como en el caso de proyectos- una posición intermedia “estable” en comparación con proyectos. Esto es, presentan una colaboración y especialización de sus temáticas de publicación científica, que indican una diversidad y especialización en su interior, pero que no llega a hiperespecializarse como para producir una fractura o escisión en la línea de investigación. Las publicaciones sobre mapuche y comunidad andina, tienen una leve colaboración científica mayor: son líneas en las cuales los agentes colaboran para publicar como practica sostenida. En Identidad-género, la colaboración y especialización son menores: indican que los agentes tienden a cerrar más las redes de autoría, en una diversidad mayor de temáticas (de hecho, cobra autonomía de lo andino y lo mapuche).

4.9. Las líneas pequeñas pero consolidadas, presentan un panorama diverso. Jubilados, tiene una característica distinguible: es la línea más especializada (sus temas, son tratados por estos investigadores y no se vinculan con otros en las publicaciones) y una colaboración baja (sus autores, participan también de otras redes de autorías). Migraciones, presenta una situación distinta: dado que se compone de una diversidad temática interna, proveniente también, o articulada en el tiempo a otras líneas de investigación, pero que ha cobrado autonomía, entonces su colaboración y especialización son medias: sus agentes, tienen redes de colaboración relativamente abiertas, y sus temáticas, están vinculadas a otras de la disciplina. Conflictos socioambientales, ocupa una posición intermedia: tiene una colaboración científica media, pero una especialización científica mayor que el promedio, esto es, los agentes tienden a especializarse en la publicación sobre conflictos, pero estableciendo redes de autorías abiertas a otras redes. Un caso distinto es kawesqar, que presenta una nula especialización en sus publicaciones, pero la más alta colaboración. Esto es, las redes de autores altamente cohesionados, publican en temáticas clasificadas como comunes a otras, como discurso, simbólica, lingüística.

4.10. Aquellas líneas consolidadas pero pequeñas, como Kawesqar y religiosidad, tienen alta colaboración, pero nula o media especialización. Esto es, sus agentes mantienen relaciones de autoría de modo sostenido, pero no han logrado especializarse de modo tal que se active la escisión y producción de diversidad interna en la línea, motor del crecimiento de una línea de investigación.

4.11. Aquellas líneas con poca sostenibilidad, como semiologías contemporáneas, presentan la más alta colaboración, pero nula especialización. Esto es, publica en temáticas que otros también abordan. Probablemente ello explique su poca sostenibilidad: no ha generado especialización, y solo ha generado colaboración. Un caso prácticamente inverso, es Educación, que tiene una colaboración media, y una alta especialización en sus publicaciones. Diríase, especializaciones extremas, conjuran para sostener una línea: una extremadamente alta colaboración, cierra la red a otras probabilidades, y una baja, resta autonomía al grupo. Paisajes estuariales, se comporta como las publicaciones sobre Mapuche y Cooperativismo: una colaboración alta, una especialización media. Esto es, no ha generado una especialización tal en publicaciones (acompañada de un aumento del número de publicaciones), que permita delimitar y sostener en el tiempo a la línea, si bien sus agentes trabajan colaborativamente.

4.12. Aquellas líneas nacientes, como conflictos-patrimoniales y balleneros, presentan dos posiciones distintas. La primera, que nace como efecto de otras investigaciones (no ancladas directamente al sistema de proyectos, y que publican en temas propios, nuevos), tiene una alta especialización, pero colaboración media. Esto es, la línea, comparativamente, requiere más colaboración para insertarse al sistema de proyectos, pues sus temáticas de publicaciones han ya cobrado una cierta autonomía cognitiva. En el caso de balleneros, es a la inversa, una alta colaboración, no ha sido acompañada de

una alta especialización. Es una línea que publica en circuitos distintos al sistema de publicaciones indexadas.

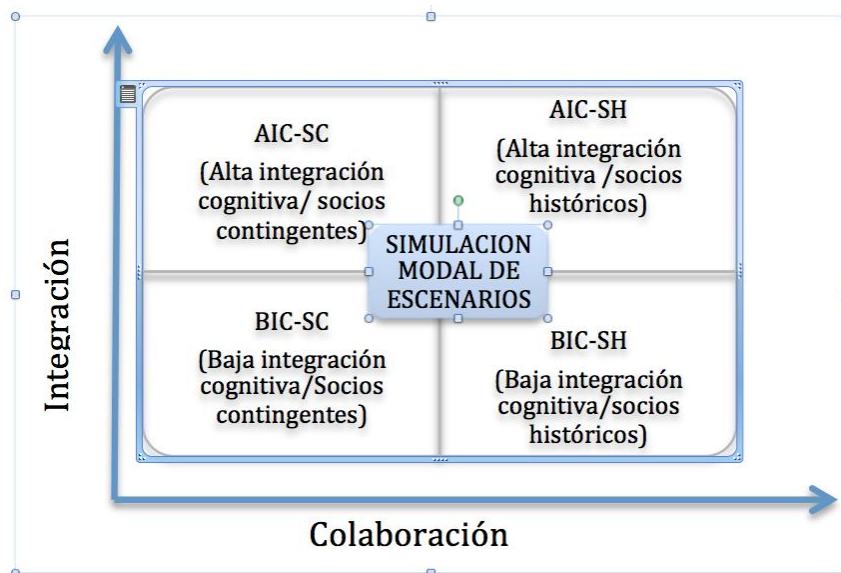
5. La explicación de lo emergente. Simulación social de redes, aprendizaje, memoria y evolución de líneas de investigación.

5.1. El modelo teórico SACCT-1, propone que la estructura y dinámica del conocimiento científico es un fenómeno emergente. Como tal, constituye lo real, y es identificable mediante técnicas de análisis bibliométrico como las utilizadas en la sección anterior. El modelo propone que:

Un sistema de ciencia y tecnología puede ser comprendido como un Sistema Adaptativo Complejo, en tanto está compuesto por una red compleja de agentes científicos que generan y adaptan estrategias (decisiones) sociales y cognitivas, las que en sus interacciones, en un marco de reglas locales, generan procesos de aprendizaje y memoria social y cognitiva, interacción que genera fenómenos emergentes en distintos niveles: redes de colaboración, redes cognitivas de conocimiento potencial, y conocimiento científico y tecnológico certificado (líneas de investigación). Este conocimiento emergente, retroacciona sobre las redes de agentes y sus estrategias. Las interacciones locales ocurren en relación a marcos institucionales que regulan e incentivan la actividad (proponen variaciones e incentivos a la selección que realizan los agentes). Aquí, operan mecanismos autorreferenciales (propios de las lógicas de la actividad de generación, diseminación y uso de conocimiento) y mecanismos heterorreferenciales (propios de las regulaciones e incentivos). Y es ello lo que da lugar a los mecanismos auto organizadores del sistema. Esa interacción ocurre en tanto existen y se adaptan esquemas de selección (decisiones sociales y cognitivas, en los que operan los mecanismos de variación/selección) que articulan los mecanismos, haciendo emerger auto organizadamente el conocimiento científico técnico y generándose patrones de colaboración científica y patrones de especialización disciplinaria. Estos patrones, retroaccionan sobre los agentes, pero también sobre los marcos institucionales generando adaptaciones y coevoluciones del sistema de ciencia y tecnología, lo que le imprime su carácter evolutivo.

5.2. La simulación social realizada, no se orienta a producir “máquinas de descubrimiento de verdades”, en el sentido de los usos construidos por Simon (1981), sino a la identificación de mecanismos que producen lo emergente. En este caso, a la identificación de mecanismos sociales y cognitivos que explicarían la estructura y dinámica del conocimiento. Para ello, la Modelación basada en agentes realizada, se orienta a identificar, mediante una Simulación Modal de Escenarios, las condiciones en las cuales los mecanismos sociales y cognitivos se articulan para producir lo emergente. Ello, se realiza metodológicamente, comparando los resultados de los indicadores entre el mundo real y los escenarios simulados.

Ilustración 36. Metodología de Simulación modal de escenarios



Fuente: Elaboración propia (2016).

5.3. Los escenarios, conjugan dos ejes: el eje de las interacciones, y el eje de las clasificaciones, en la senda trazada por Durkheim-Mauss (1905). En las interacciones, se distingue si los agentes se asocian con otros de modo contingente o histórico (diríase, socios nuevos o conocidos); y en el eje de cognitivo, si los agentes seleccionan temáticas ya trabajadas con anterioridad, o si seleccionan temáticas disponibles exclusivamente en el período en cuestión (diríase, temáticas nuevas o nuevas para el agente). Ello, da lugar a **escenarios en los cuales es posible identificar las condiciones en las cuales se generan indicadores de redes sociales y cognitivas similares a lo real (le hemos llamado, similaridad)**: los agentes pueden asociarse con socios con los cuales ya han colaborado en temáticas que ya han investigado (AIC-SH); pueden asociarse con agentes con los cuales ya han colaborado, pero en temáticas contingentes (BIC-SH); pueden asociarse con agentes disponibles solo en el período “actual”, en temáticas también contingentes; o, pueden asociarse con agentes contingentes en temáticas históricas.

5.4. Estos escenarios, constituyen las “corridas” de la simulación realizada mediante la Modelación basada en agentes. Es entonces en la comparación de resultados del mundo real y los escenarios simulados, donde la simulación muestra su aporte central (una etnología de mundos reales y simulados): se realiza para identificar aquellas condiciones que dan lugar a los mecanismos sociales y cognitivos que dan forma al conocimiento científico emergente. A ello se dedica la presente sección. En este sentido, la simulación permite, mediante la comprensión de las dinámicas de construcción de redes complejas (de proyectos y publicaciones), a nivel global y en las líneas de investigación, identificar las estrategias adaptativas (seleccionar socios nuevos o conocidos, seleccionar temas nuevos o conocidos), y con ello, develar los mecanismos sociales y cognitivos (el cierre de redes sociales y cognitivas expresada en la baja de la densidad y el aumento de la modularidad), que operan como mecanismos autorreferenciales (en el sistema de publicaciones) y mecanismos heterorreferenciales (en el sistema de proyectos). Así, los mecanismos sociales y cognitivos, generan un efecto macro, emergente: en el nivel micro, especialización; en el nivel meso, diversificación de líneas de investigación; en el nivel macro, aumento de la heterogeneidad disciplinaria.

5.6. Desde el punto de vista de la estructura de lo emergente, y observando los mecanismos de redes sociales y cognitivas, es posible afirmar que: la diversificación de temáticas de investigación y producción científica, se expresa, y es activada, en redes complejas de investigación, que tienden a un proceso de clausura de redes en dos modos similares, que indican focalización y no dispersión: las redes tradicionales (especialmente la investigación sobre el mundo andino, el mundo mapuche y la investigación de la identidad y género) operan en un mecanismo de “la fuerza de las redes tradicionales”: atraen nuevos investigadores y las integran a micro-redes de investigación articuladas a un nodo central. De otro, las nuevas temáticas emergen en una lógica de redes que también clausura las relaciones entre los agentes. Esto es: son redes pequeñas y cerradas (v/s las redes tradicionales grandes, pero cerradas), lo que se

expresa principalmente en la investigación y producción científica sobre jubilados, migraciones, religiosidad. Las otras líneas de investigación, despliegan los mismos mecanismos de clausura de redes sociales y cognitivas, pero al ser pequeñas, no generan una especialización interna tal que escinda sub-líneas de investigación. Ello, hace que las líneas tengan dificultades para sostener proyectos y publicaciones, lo que las deja en estado estacionario sin crecimiento.

5.7. Esta hipótesis substantiva sobre las redes complejas de investigación que dan lugar a las líneas de investigación, se sostiene en el análisis comparativo de las redes de agentes-proyectos, agentes-publicaciones y las redes cognitivas de temas-proyectos y redes cognitivas de palabras-publicaciones. Para ello, en la presente sección, se propone un tratamiento de los resultados que permita comprender el problema de las estrategias adaptativas, la memoria, el aprendizaje y la evolución de la antropología social chilena:

5.7.1. Las redes sociales y cognitivas: el análisis de las redes de agentes proyectos y agentes publicaciones, da lugar a la comprensión de mecanismos sociales y cognitivos. Se propone que: **la clausura de las redes complejas, se hacen comprensibles si se observan los indicadores de redes (similares en el mundo real y los escenarios de simulación): una creciente modularidad de redes, se asocia a una baja sostenida en la densidad de redes. Esto es: tanto los grupos de agentes-proyectos y agentes-publicaciones, como las redes cognitivas de contenidos de proyectos (temáticas de investigación) y las redes cognitivas de contenidos de las publicaciones, tienden progresivamente a consolidar sus relaciones internas, mientras que tienden a bajar las relaciones inter-grupos e inter-líneas de investigación. Ello, da lugar a la especialización intra-líneas de investigación, la diversificación temática entre líneas, y genera sí un efecto macro en lo emergente, la heterogeneidad disciplinaria.**

5.7.2. Estrategias adaptativas y escenarios de simulación: el análisis comparativo de los escenarios de simulación con el escenario real, y específicamente el análisis de la composición cognitiva de las líneas de investigación en esos 5 escenarios, da lugar a la identificación de las estrategias adaptativas que distinguen a las líneas de investigación. Dado que en los escenarios los agentes seleccionan agentes estocásticamente, de entre aquellos con los cuales ha trabajado ya (están en su memoria, son conocidos); y dado que selecciona temas de investigación y palabras de publicaciones de entre aquellos que ya conoce (tiene una alta integración cognitiva), entonces se generan 4 posibles estrategias. El análisis así, identifica el modo como se distribuyen las estrategias entre las líneas de investigación, mediante la detección de las mayores co-incidencias en los contenidos cognitivos de las líneas reales y simuladas.

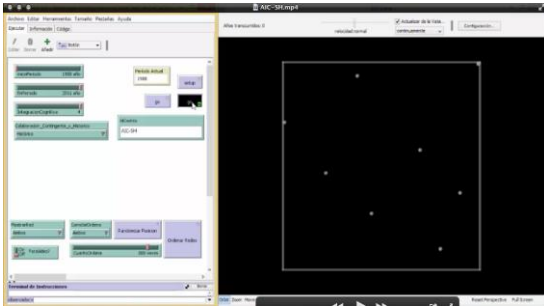
6. Redes complejas de investigación y publicación: la activación de mecanismos sociales y cognitivos en la antropología social chilena (1988-2011)

El modelo SACCT-1, propone que los agentes operan estableciendo redes. Para ello, tienen una organización interna. Tienen una Memoria de trabajo (social y cognitiva), tienen unas reglas de comportamiento y un intérprete de la regla. En el funcionamiento del modelo, los agentes tienen la regla de asociarse para formar parte de proyectos y publicaciones (una regla jerárquica basada en los pesos académicos del agente). El intérprete de la regla, consiste en la selección estocástica que realiza el agente con mayor peso, respecto de con quien asociarse (socio contingente o histórico), y cuanto debe compartir con él para hacerlo (alta o baja integración cognitiva). El resultado emergente aquí es una red compleja: los agentes se articulan en redes de proyectos y publicaciones en conjunto. En ese proceso, los agentes intercambian palabras (de publicaciones), y temas (de proyectos), agentes de proyectos, y agentes de publicaciones.

6.1. De los agentes a los micro-redes sociales, de los temas a las redes de investigación, de las palabras a las micro redes de publicación

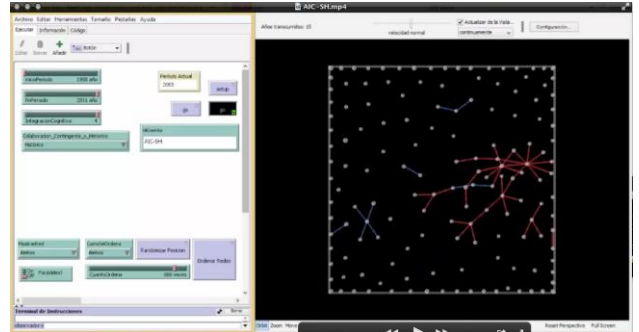
6.1.1. En el modelo, los agentes, individuales, poseen atributos (género, filiación institucional, ubicación geográfica, peso académico en proyectos, peso académico en publicaciones, peso académico ponderado). Los agentes con mayor peso académico, se convierten, estocásticamente, en líderes de proyectos, y líderes de publicaciones. Seleccionan, estocásticamente, a sus coinvestigadores y sus co-autores, proceso que se actualiza período a período (desde 1989 al 2011), según los datos reales. Ello da lugar a una primera emergencia: emergen redes complejas de proyectos-publicaciones.

Ilustración 37. Agentes



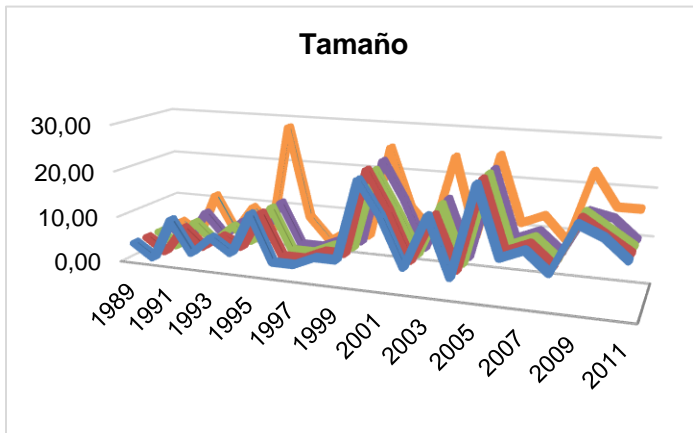
Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 38. Red Compleja De Agentes



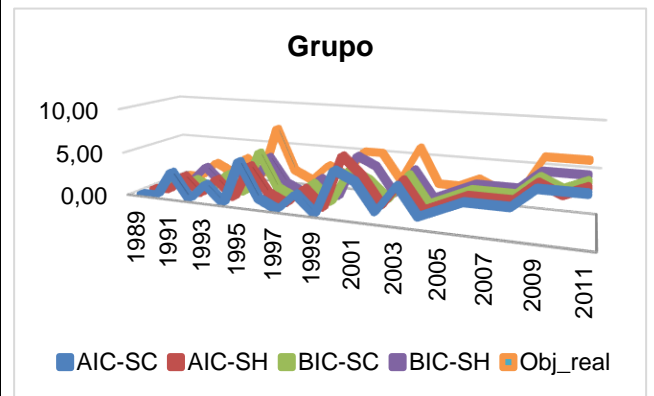
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 7. Número de Agentes-proyectos



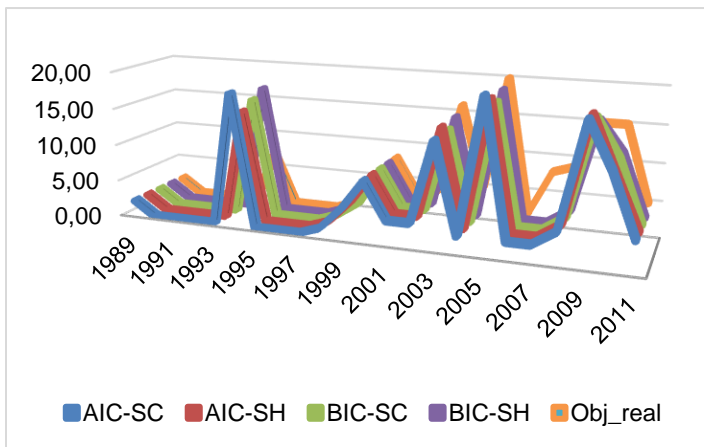
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 8. Número de micro-redes de grupos de proyectos de investigación



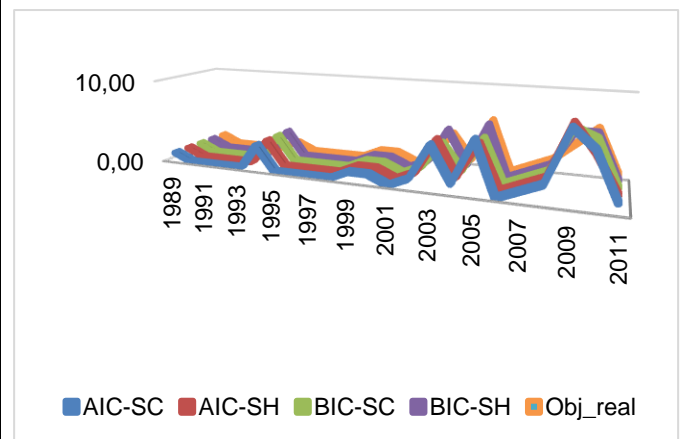
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 9. Número de agentes-publicaciones



Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 10. Número de redes de autoría en publicaciones



Fuente: Elaboración propia (2016).

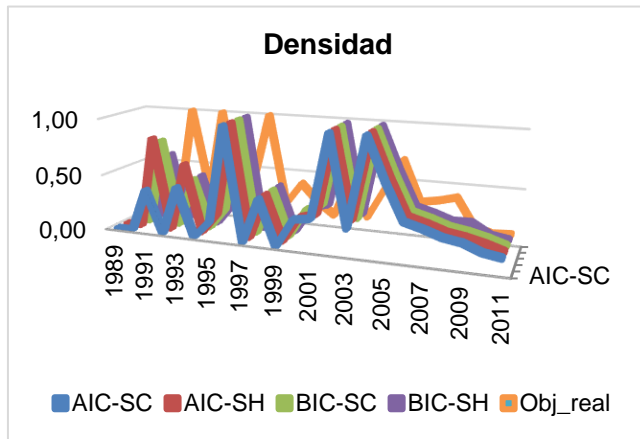
En las figuras anteriores, se observa, en la primera fila, la interfaz gráfica del Modelo Basado en Agentes. En cada escenario de simulación, el número de agentes, los proyectos de investigación y las publicaciones, se corresponden con lo real. Dado que hay selecciones estocásticas de entre aquellos que tienen el peso suficiente, comparten temas y palabras, entonces la red ha de generar comportamientos emergentes. El modelo genera redes de agentes-proyectos/publicaciones (los agentes, son el link entre proyectos y publicaciones).

En la segunda y tercera fila de gráficas, se observa que en el número de agentes y el número de micro-redes, no hay variaciones. Han de corresponderse con lo real. Tanto en el número de agentes-proyectos, número de microredes de agentes-proyectos, número de agentes-publicaciones, y número de redes de co-autoría, los resultados son iguales, o casi iguales, a lo real. La sensibilidad aquí del modelo es baja, y así se espera, puesto los proyectos y publicaciones período a período son discretos, y prescriben un número de agentes y sus relaciones. **Entonces, el número de grupos de agentes que se generan, el número de temas y número de grupos de temas, y el número de palabras que se publican y el número de grupo de palabras que se publican, son prácticamente iguales a lo real.**

Desde el punto de vista de la red de agentes proyectos y agentes-publicaciones, sus propiedades estructurales, en los escenarios simulados, son similares a lo real, casi iguales. Ahora bien, su comportamiento global puede tener variaciones. El comportamiento global, es medido aquí mediante la densidad y la modularidad. La primera, mide el número de conexiones que los agentes tienen en la red, mientras la segunda, las conexiones posibles en grupos reducidos.

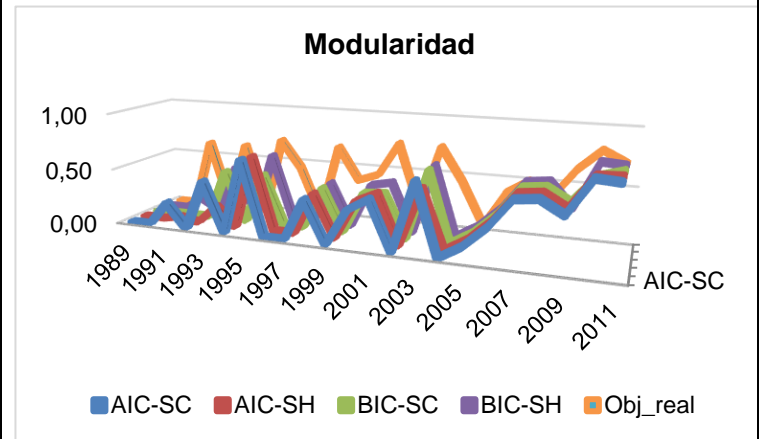
Un efecto macro de la articulación en redes complejas

Gráfico 11. Densidad agentes proyectos



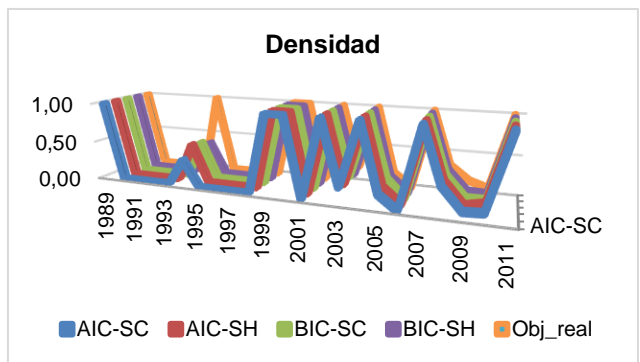
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 12. Modularidad Agentes proyectos



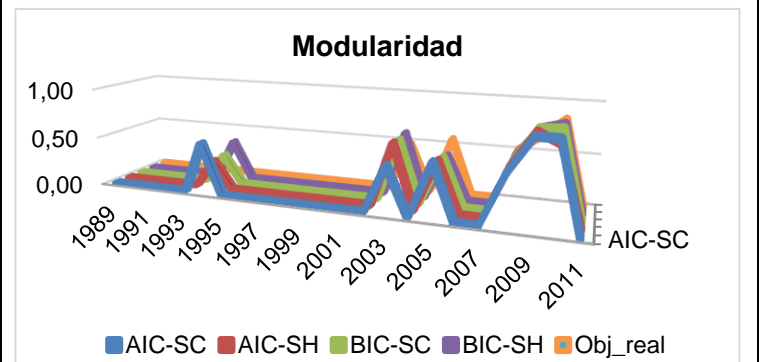
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 13. Densidad agentes publicaciones



Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 14. Modularidad agentes-publicaciones

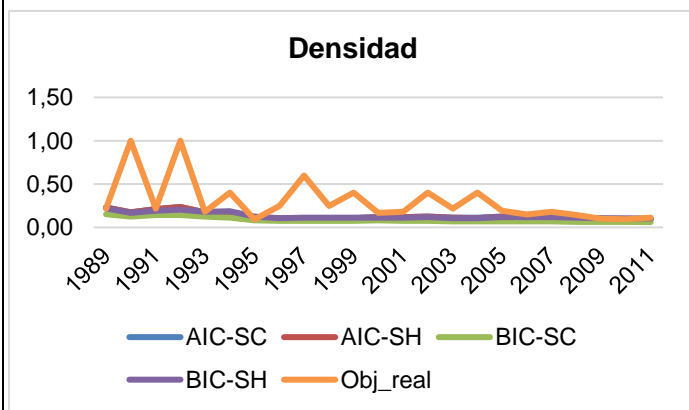


Fuente: Elaboración propia (2016).

Aquí hay un fenómeno central. Las variaciones de la densidad de la red, y la modularidad, se corresponden casi perfectamente. Al aumentar la densidad, baja la modularidad, y al disminuir la densidad, aumenta la modularidad. Ello ocurre tanto en el escenario real, como en todos los escenarios simulados. Sus variaciones son menores, y ocurre tanto en las redes de proyectos como de publicaciones.

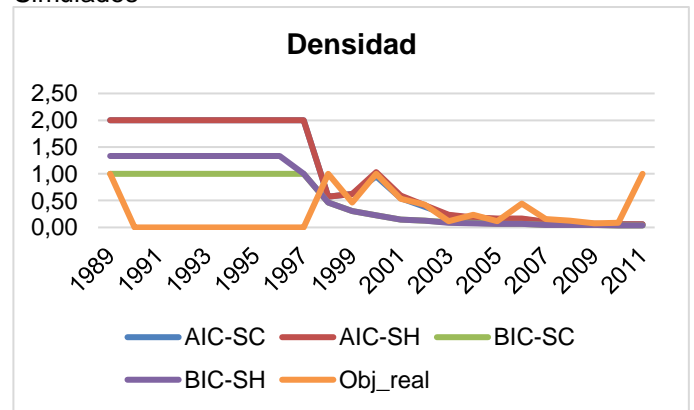
6.1.2. Ello implica algo central. Es un mecanismo, la red de agentes tiende a disminuir sus relaciones de entre el total posible de relaciones, para “privilegiar” relaciones focalizadas con algunos de los agentes, tanto en proyectos como en publicaciones. Ello, está más allá de la decisión del agente. Y ello ocurre en los escenarios real y simulados. Los agentes así, van conformando sub-grupos, lo que genera agrupamientos variables de temáticas de investigación, y contenidos de publicaciones. Hay así un mecanismo autorreferencial, y un mecanismo heterreferencial: los agentes disminuyen las relaciones posibles con otros agentes potenciales socios de proyectos, para articularse con algunos, activando un cierre de redes de proyectos. Hay también un mecanismo autorreferencial: los agentes tienden a cerrar sus relaciones para publicar.

Gráfico 15. Densidad Temas Proyectos Reales Y Simulados



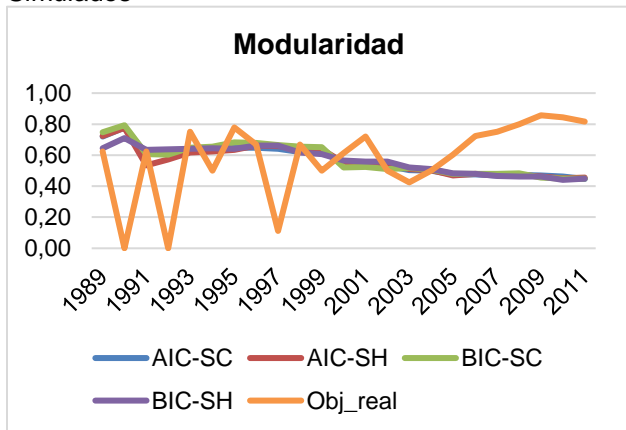
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 16. Densidad Palabras Publicaciones Reales Y Simulados



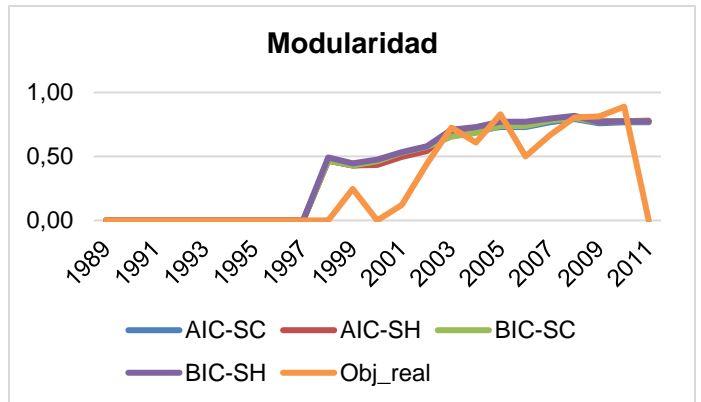
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 17. Modularidad Temas Proyectos Reales Y Simulados



Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 18. Modularidad Palabras Publicaciones Reales Y Simulados



Fuente: Elaboración propia (2016).

6.1.3. En términos cognitivos, ocurre también que al bajar la densidad, aumenta la modularidad. Esto es: los contenidos cognitivos en proyectos (redes de temas-proyectos) y en publicaciones (redes de palabras clave), disminuyen sus relaciones totales posibles en tanto aumentan las relaciones entre conjuntos de palabras. El mecanismo social de conformación de redes sociales de investigación y publicación, ocurre también en términos cognitivos.

6.1.4. La simulación confirma esta dinámica real en la conformación de redes complejas. Ahora, estos mecanismos han de relacionarse. La simulación para ver ello es irremplazable. ¿Cómo articulan los agentes la selección de temas y contenidos de publicaciones? Hay aquí entonces una articulación de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales. Los agentes van disminuyendo sus relaciones posibles y aumentando su focalización de relaciones (por ello, no hay dispersión en la disciplina), y a su vez, en términos cognitivos, los temas-proyecto y las palabras-publicaciones, van experimentando el mismo fenómeno. Al ocurrir ello en proyectos y publicaciones, los mecanismos se articulan, para dar forma a la emergencia de líneas de investigación.

6.1.5. Lo anterior, ocurre en el modelo dependiendo del stock variable disponible de agentes y contenidos cognitivos, en cada período. Esto disponible, es variable, puesto que los agentes pueden vincularse con socios conocidos o no conocidos, y las temáticas que seleccionan para proyectos, pueden formar parte o no de su memoria, es decir, puede ser una configuración de temas ya conocidos o nuevos para el agente. Ello consiste en las Estrategias adaptativas que se despliegan en el proceso morfogenético de emergencia de líneas de investigación.

6.2. Estrategias adaptativas y decisiones sociocognitivas de los agentes en la antropología social chilena (1988-2012)

6.2.1. Los agentes toman decisiones en cada período. Estas decisiones, responden al cambio de posiciones y pesos académicos que tienen los agentes (peso en proyectos y publicaciones). Estas decisiones devienen en estrategias si se les observa en el tiempo: pueden decidir mantener o cambiar la red con la cual colaboran, o mantenerse solitarios. Lo mismo ocurre con la cuestión cognitiva: pueden decidir mantener o cambiar los temas que investigan en proyectos, o las temáticas de sus publicaciones.

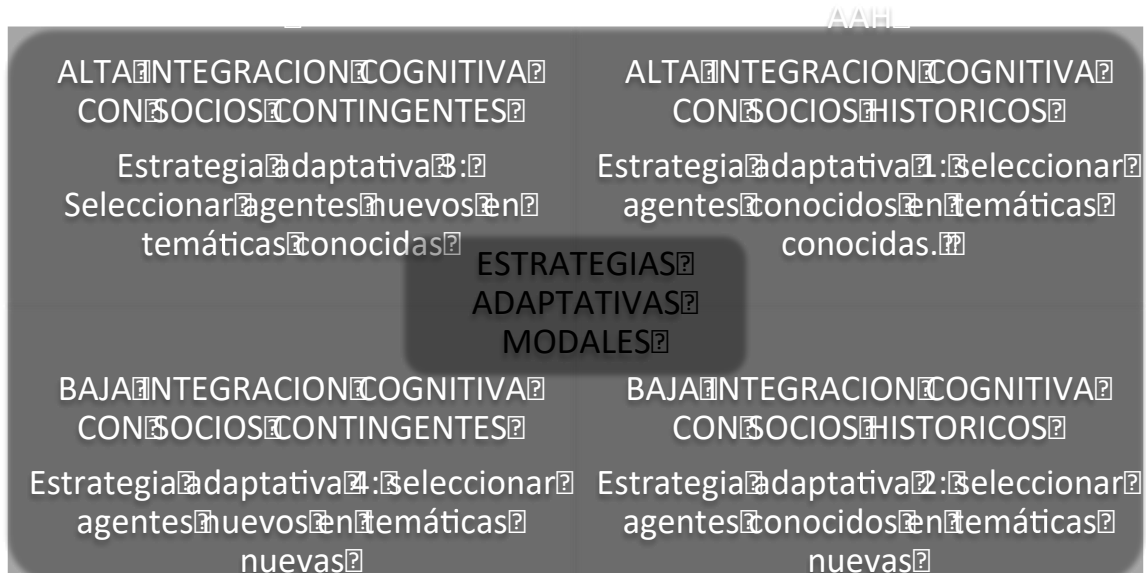
6.2.3. La propuesta teórica aquí es que en este proceso juegan dos cuestiones microsociológicas que ha desarrollado la sociología de la ciencia: el círculo crédito-credibilidad (Latour-Woolgar, 19945) y la lógica observación/experiencia (Knorr-Cetina, 2005). Ello significa que los agentes, para tomar decisiones, lo hacen siempre incorporando otros agentes en su procesamiento (su memoria social) y considerando el set de contenidos cognitivos disponibles (el acervo de conocimiento que la disciplina va construyendo).

6.2.4. Los agentes entonces, observan a otros, evalúan a partir del peso que los agentes tienen, de su cercanía cognitiva (han investigado o publicado cosas

similares) y social (conocen o no conocen a los investigadores). Ello es la puesta en escena del crédito/credibilidad, pues buscan mantenerse o progresar en el sistema científico (progresar es aquí aumentar el peso del agente, sostener grupos publicando y obteniendo proyectos). Esto es, los agentes observan a partir de su experiencia: observan la disponibilidad de otros agentes, y a partir de su experiencia previa (conocen o no conocer a otros agentes y los temas y palabras existentes en el período.).

6.2.5. En lo que sigue, se identifica, en cada línea de investigación, en que escenarios se genera una selección de temas-proyecto y palabras-publicaciones similares a lo real. Ello, significa que en ese (o esos escenarios), los agentes despliegan estrategias para generar proyectos y publicaciones con similaridad a lo real. La lectura teórica es la siguiente: en aquellos escenarios similares a lo real, los agentes están desplegando estrategias adaptativas similares a lo que ocurriría en lo real. Y dado que los escenarios consisten en modos diferentes de vincularse con socios nuevos o conocidos, en temas de proyectos y publicaciones nuevos o conocidos, entonces es posible identificar las estrategias variables que dan lugar a lo emergente. Así, la lógica crédito/credibilidad y observación/experiencia opera de manera “modal”: los agentes obtienen crédito/credibilidad seleccionando agentes que tienen cierto crédito/credibilidad, dependiendo del peso académico, de su stock cognitivo y de la observación que hace el agente de ello. El agente, al seleccionar a otro, lo hace desplegando una estrategia adaptativa, y las líneas “acumulan” estrategias adaptativas únicas o variadas. Estas son:

Ilustración 39. Estrategias adaptativas de agentes y redes de agentes científicos en escenarios de simulación



Fuente: Elaboración propia (2016).

6.2.6. Dado que estas estrategias se despliegan tanto en la dinámica de proyectos y de publicaciones (puede variar en una línea la estrategia para ambos caso), entonces las estrategias adaptativas articulan mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales: dan lugar a una especial estrategia de la línea de investigación. En lo que sigue, se analizan esas estrategias en cada línea de investigación.

Tabla 13. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados

LÍNEAS	ESCENARIO REAL		ESCENARIOS SIMULADOS								
	Palabras	Temas	AIC-SC		AIC-SH		BIC-SC		BIC-SH		
			Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	
Líneas de Investigación tradicionales y consolidadas	Comunidad Andina	85	45	63,5%	97,8%	68,2%	95,6%	64,7%	95,6%	67,1%	95,6%
	Mapuche	21	29	85,7%	93,1%	85,7%	93,1%	85,7%	93,1%	85,7%	93,1%
	Identidad-Género	30	23	66,7%	91,3%	70,0%	91,3%	70,0%	100,0%	66,7%	91,3%
Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas	Kawesqar	3	7	0,0%	71,4%	0,0%	85,7%	0,0%	71,4%	0,0%	100,0%
	Religiosidad	14	12	78,6%	91,7%	78,6%	83,3%	78,6%	83,3%	78,6%	100,0%
Líneas de investigación nuevas y consolidadas	Jubilados	8	7	50,0%	71,4%	62,5%	42,9%	50,0%	57,1%	62,5%	57,1%
	Migraciones	12	8	91,7%	100,0%	91,7%	87,5%	100,0%	87,5%	91,7%	100,0%
	Conflictos	16	3	31,3%	100,0%	31,3%	100,0%	31,3%	100,0%	25,0%	100,0%
Líneas de investigación con poca sostenibilidad	Paisajes estuariales	7	8	85,7%	75,0%	71,4%	100,0%	71,4%	87,5%	71,4%	100,0%
	Educación	6	9	83,3%	100,0%	83,3%	100,0%	83,3%	100,0%	100,0%	100,0%
	Semiologías contemporáneas	9	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Cooperativismo	13	3	53,8%	100,0%	46,2%	100,0%	53,8%	100,0%	46,2%	100,0%
Líneas de investigación nacientes	Balleneros	7	3	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	14,3%	100,0%
	Conflicto-Patrimonio	26		69,2%	N/A	76,9%	N/A	65,4%	N/A	76,9%	N/A

Fuente: Elaboración propia (2016).

Líneas de investigación tradicionales y consolidadas:

6.2.7. En este tipo de líneas, hay estrategias diversas, pero se identifica una recurrencia: las 3 líneas (Comunidad Andina, Mapuche e Identidad-género), seleccionan agentes ya conocidos en temas ya conocidos para publicar. Es ello lo que le imprime un carácter tradicional y consolidado, la persistencia de las redes de publicación. Desde el punto de vista de los proyectos, los agentes tienden a desplegar estrategias de articulación con socios contingentes, ya sea en temas conocidos o nuevos. Ello, implica una apertura a la conformación de redes de proyectos, lo que dinamiza las líneas y sostiene su tamaño y crecimiento en el tiempo. Así, se articula una estrategia de publicación con socios conocidos, en temas que constituyen el “core” tradicional de las líneas, y se abren las redes para generar proyectos.

Tabla 14. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación tradicionales y consolidadas

LÍNEAS	ESCENARIO REAL		ESCENARIOS SIMULADOS							
	Palabras	Temas	AIC-SC		AIC-SH		BIC-SC		BIC-SH	
			Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas
Comunidad Andina	85	45	63,5%	97,8%	68,2%	95,6%	64,7%	95,6%	67,1%	95,6%
Mapuche	21	29	85,7%	93,1%	85,7%	93,1%	85,7%	93,1%	85,7%	93,1%
Identidad-Género	30	23	66,7%	91,3%	70,0%	91,3%	70,0%	100,0%	66,7%	91,3%

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 15. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación tradicional y consolidada

Líneas de Investigación tradicionales y consolidadas	PROYECTOS		PUBLICACIONES	ACOPAMIENTO AUTO-HETERORREFERENCIAL
	Comunidad Andina	En Comunidad Andina, los agentes tienden a adjudicarse proyectos con socios nuevos en temas conocidos.	En Comunidad Andina, los agentes tienden a publicar con socios conocidos en temas conocidos.	Estrategia de diversificación en proyectos, y mantenimiento de límites en publicaciones, lo que genera una alta capacidad para "reclutar" agentes a la red, manteniendo los límites de ella, y generando especialización en sub-redes de publicaciones.
	Mapuche	Todas las estrategias, en proyectos y publicaciones, generan resultados similares a lo real.		Es una línea que acopla proyectos y publicaciones en múltiples formas, lo que contribuye a la diversificación interna, pero contiene un crecimiento, pues activa la autonomización de sub-líneas, que pueden autonomizarse de la línea para construir otra propia.
	Identidad-Género	En Identidad-género, los agentes tienden a adjudicarse proyectos en temas contingentes con socios contingentes. Es una línea abierta al cambio	En Identidad-género, los agentes tienden a publicar y a sea con socios conocidos en temas conocidos, como con socios nuevos en temas nuevos.	Articula proyectos y publicaciones generando procesos de crecimiento y diversificación interna.

Fuente: Elaboración propia (2016).

6.2.8. Desde el punto de vista de las líneas, ocurre que en la investigación sobre Comunidad andina, tienden a desplegarse estrategias de asociación con socios nuevos, en temas conocidos, para generar proyectos. Ello activa la conformación de sub-redes de investigación, articuladas a nodos centrales de la línea de investigación. Se mantiene así una "unicidad" de la línea mediante redes de proyectos. En el caso de las publicaciones, se sostienen las redes tradicionales: se tiende a publicar con socios conocidos en temas conocidos. Ello, imprime un sello a la línea: tiene una alta capacidad de reclutamiento de nuevos agentes en proyectos, y sostiene un núcleo en publicaciones. Así se articula lo autorreferencial con lo heterorreferencial: los agentes, para publicar, ponen en escena una lógica tradicional, pero para adjudicar proyectos, abren la red. Es un acoplamiento que dinamiza la línea de investigación.

6.2.9. En el caso de la investigación sobre la Sociedad Mapuche, ocurre que todos los escenarios producen resultados similares a lo real. Ello, significa que en la línea, se generan estrategias diversas para generar, y acoplar, proyectos y publicaciones, mecanismos heterorreferenciales y autorreferenciales. La línea, si bien tradicional, es de menor magnitud que Comunidad Andina (contiene 21 palabras, 29 temas, frente a 85 y 45, respectivamente en el caso andino). Esta

diversidad de estrategias, contiene el crecimiento de la línea de investigación, pero a su vez, la mantiene unitaria. Los agentes se vinculan con socios nuevos y tradicionales, en temas nuevos y tradicionales. La línea se “oxigena” con agentes y temas nuevos, pero también, se sostienen los tradicionales. Ello, contribuye a su especialización interna, pero activa también la autonomización de sub-líneas que nacen y se autonomizan, o se acoplan a otras (a, por ejemplo, Migraciones, e Identidad-género).

6.2.10. En el caso de Identidad-Género, ocurre que las estrategias predominantes en la generación de proyectos, es vincularse a socios nuevos en temas nuevos (hay una disposición a la apertura), y una doble estrategia de vinculación con socios conocidos para temas conocidos, como una vinculación con socios nuevos en temas nuevos. Estas estrategias generan un especial tipo de acoplamiento autorreferencial y heterorreferencial: se genera crecimiento y diversificación interna. Es, entre las líneas tradicionales, la más nueva. Ha de hecho, emergido de ellas.

Líneas de investigaciones consolidadas, tradicionales y pequeñas:

6.2.11. La investigación sobre la sociedad Kawesqar, y el problema de la Religiosidad conforman este tipo de línea, que ha sido tradicional, pero no ha crecido en el tiempo. Es interesante observar que en ambas, para la generación de proyectos, la estrategia predominante es vincularse con socios históricos en temas contingentes. Es una línea que tiene una red cerrada de agentes-proyectos, pero que, en el caso de Religiosidad, busca su sostenimiento mediante la apertura a estrategias diversas en las publicaciones.

Tabla 16. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas.

	LÍNEAS	ESCENARIO REAL		ESCENARIOS SIMULADOS							
		Palabras	Temas	AIC-SC		AIC-SH		BIC-SC		BIC-SH	
				Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas
Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas	Kawesqar	3	7	0,0%	71,4%	0,0%	85,7%	0,0%	71,4%	0,0%	100,0%
	Religiosidad	14	12	78,6%	91,7%	78,6%	83,3%	78,6%	83,3%	78,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 17. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación consolidada, tradicional y pequeña.

	PROYECTOS	PUBLICACIONES	ACOPAMIENTO AUTO-HETERORREFERENCIAL
Líneas de investigación consolidadas, tradicionales y pequeñas	En Kawesqar, los agentes tienden a adjudicarse proyectos con socios conocidos en temas conocidos.	No hay evidencia en los escenarios de simulación sobre las estrategias, dado el pequeño tamaño de las publicaciones (1 publicación).	Es una línea tradicional, que no diversifica sus estrategias, lo que la mantiene en un estado "estacionario" de mantenimiento sin crecimiento ni especialización interna.
	En Religiosidad, los agentes tienden a generar proyectos en temas contingentes con socios conocidos.	En Religiosidad, los agentes están abiertos a publicar con socios conocidos, contingentes, en temas conocidos y nuevos.	Los agentes adjudican proyectos con socios conocidos, pero están abiertos a publicar con socios nuevos en temas conocidos y contingentes. Esto genera que la línea de investigación se sostenga en el tiempo, posibilitando su especialización interna, pero manteniendo su unicidad como línea.

Fuente: Elaboración propia (2016).

6.2.12. En la línea de investigación Kawesqar, dado el bajo número de publicaciones, la simulación no genera resultados similares a lo real. Es la influencia de la diseminación de conocimiento en otros circuitos de publicación científica. Por ello, solo se puede sostener respecto de esta línea que articula socios históricos con temas nuevos. Por ello es línea: hay un conjunto de actores en la red que sostienen sus relaciones mediante proyectos.

6.2.13. En la línea de investigación Religiosidad, las estrategias indican que, junto a un núcleo de agentes en proyectos, que despliegan estrategias de

asociación históricas, en temas nuevos, las publicaciones articulan todas las estrategias posibles. La línea así, articula un grupo central de proyectos, y una apertura a nuevos agentes y nuevos temas en publicaciones. Con ello, se especializa en el tiempo, pero mantiene su unicidad interna. Es un particular modo de articular lo autorreferencial con lo heterorreferencial. La línea se mantiene, pero no crece.

Líneas de investigaciones nuevas y consolidadas

6.2.14. En este tipo de líneas de investigación, se encuentra la investigación sobre Jubilados, Migraciones y Conflictos socioambientales. Una cuestión relevante aquí, es que para la adjudicación de proyectos de investigación, se despliega en todas las líneas una estrategia de asociación con socios contingentes en temas conocidos. Esto, abre la red –permite su consolidación– pero en torno a temas nucleares de las líneas de investigación. Es interesante la variedad de estrategias para publicar: en el caso de Jubilados, se seleccionan agentes conocidos, ya sea para temas nuevos como para temas ya conocidos; mientras que en el caso de Migraciones, se seleccionan agentes nuevos en temas nuevos. Hay aquí dos modos de consolidación de una línea de investigación.

Tabla 18. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación nuevas y consolidadas

LÍNEAS	ESCENARIO REAL		ESCENARIOS SIMULADOS								
	Palabras	Temas	AIC-SC		AIC-SH		BIC-SC		BIC-SH		
			Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	
Líneas de investigación nuevas y consolidadas	Jubilados	8	7	50,0%	71,4%	62,5%	42,9%	50,0%	57,1%	62,5%	57,1%
	Migraciones	12	8	91,7%	100,0%	91,7%	87,5%	100,0%	87,5%	91,7%	100,0%
	Conflictos socioambiental	16	3	31,3%	100,0%	31,3%	100,0%	31,3%	100,0%	25,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 19. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigaciones nuevas y consolidadas.

		PROYECTOS	PUBLICACIONES	ACOPAMIENTO AUTO-HETERORREFERENCIAL
Líneas de investigación nuevas y consolidadas	Jubilados	En jubilados, los agentes tienden a adjudicarse proyectos de investigación con socios contingentes en temas contingentes.	Los agentes tienden a publicar con socios conocidos en temas conocidos.	La línea, nueva en el tiempo, despliega una estrategia para la consolidación de proyectos y crecimiento en publicaciones.
	Migraciones	En migraciones, en la adjudicación de proyectos hay dos estrategias, adjudicar proyectos en temas conocidos con socios contingentes, o adjudicar proyectos con agentes contingentes en temas conocidos.	En migraciones, para publicar, los agentes tienden a publicar con agentes contingentes en temas conocidos.	La línea general de estrategias de consolidación de sus temáticas de investigación y publicación mediante la selección de temas conocidos (para proyectos y publicaciones), y lo hace asociándose con agentes conocidos o nuevos. Hay un core consolidado de temas, y los agentes han de articularse a ellos.
	Conflictos Socioambientales	En conflictos socioambientales, los agentes adjudican proyectos con estrategias heterogéneas de selección de agentes y temas de investigación.	En conflictos socioambientales, los agentes publican y a sea con agentes conocidos o nuevos, pero tienden a hacerlo en temas conocidos.	En esta línea, hay estrategias diversas, especialmente en proyectos, pero investigan, mayoritariamente, en temas conocidos, que emergen de sus proyectos.

Fuente: Elaboración propia (2016).

6.2.15. Una estrategia distinta, es la desplegada en Conflictos socioambientales. Aquí, las estrategias son diversas, para adjudicar proyectos y publicaciones. En proyectos, las 4 estrategias posibles se despliegan, mientras que en publicaciones, los agentes publican ya sea con agentes conocidos o nuevos, en temas conocidos.

Líneas de investigación con poca sostenibilidad

6.2.16. Aquí, se encuentran 4 líneas de investigación: Paisajes Estuariales, Educación, Semiologías contemporáneas y Cooperativismo. Estas, se caracterizan por no sostener en el tiempo proyectos, o publicaciones.

6.2.17. Hay dos estrategias comunes a todas las líneas, que bien pueden explicar su poca sostenibilidad. Es la asociación, para adjudicar proyectos, con investigadores con los cuales ya se ha colaborado, ya sea en temas conocidos o en temas nuevos. Este modo de cerrar la red, unido a una tendencia a colaborar con socios contingentes en temas conocidos, potencia una clausura de red que genera poca sostenibilidad.

Tabla 20. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación con poca sostenibilidad

LÍNEAS	ESCENARIO REAL		ESCENARIOS SIMULADOS								
	Palabras	Temas	AIC-SC		AIC-SH		BIC-SC		BIC-SH		
			Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	
Líneas de investigación con poca sostenibilidad	Paisajes estuariales	7	8	85,7%	75,0%	71,4%	100,0%	71,4%	87,5%	71,4%	100,0%
	Educación	6	9	83,3%	100,0%	83,3%	100,0%	83,3%	100,0%	100,0%	100,0%
	Semiologías contempor	9	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Cooperativismo	13	3	53,8%	100,0%	46,2%	100,0%	53,8%	100,0%	46,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 21. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación con poca sostenibilidad.

LÍNEA DE INVESTIGACION	PROYECTOS	PUBLICACIONES	ACOPAMIENTO AUTO-HETERORREFERENCIAL	
Líneas de investigación con poca sostenibilidad	Paisajes estuariales	En paisajes estuariales, los agentes tienden a adjudicarse proyectos con socios conocidos, en temas conocidos o nuevos	En paisajes estuariales, los agentes tienden a publicar con agentes conocidos en temas contingentes	En esta línea, las estrategias desplegadas generan poca sostenibilidad. La ausencia de redes en proyectos, las escasas publicaciones con socios conocidos, genera poca productividad.
	Educación	En educación, los agentes, para adjudicarse proyectos, tienen estrategias heterogéneas	En educación, los agentes tienden a publicar con socios conocidos en temas contingentes.	En educación, las estrategias son heterogéneas en proyectos, y tienen redes de publicaciones con socios conocidos en temas nuevos. Ello, genera poca sostenibilidad: bien generan proyectos, dado que la ausencia de redes de publicaciones, estas son escasas, lo que genera falta de permanencia de la productividad, y con ello, poca sostenibilidad.
	Semiologías contemporánea	No se pueden establecer descripciones sobre esta línea. Dada la estocasticidad, que la red emerge en los escenarios simulados. Probablemente, no alcanza a constituir una línea.		En esta línea, dada la poca sostenibilidad y pequeño tamaño, no se puede establecer una descripción sobre esta línea. Dada la estocasticidad, que la red emerge en los escenarios simulados. Probablemente, no alcanza a constituir una línea.
	Cooperativismo	En cooperativismo, los agentes tienen éxito con estrategias heterogéneas para la adjudicación de proyectos	En cooperativismo, los agentes publican con agentes contingentes, en temas conocidos o nuevos	En cooperativismo, dado que constituyen una línea pequeña, se adjudican pocos proyectos, y bien despliegan diversas estrategias. No es el articulado de investigación de la publicación, lo que explica su carácter poco sostenible.

Fuente: Elaboración propia (2016).

6.2.18. En el caso de Paisajes estuariales, los agentes tienden a conformar redes con socios conocidos, en temas conocidos o nuevos. Es, en pequeña escala, la fuerza de las redes tradicionales. Ello ocurre también para publicar: la estrategia es colaborar con socios conocidos, en temas nuevos. Así, la red tradicional contiene el crecimiento y periodicidad, genera poca sostenibilidad.

En el caso de Educación, los agentes tienen estrategias heterogéneas, pero tienden a publicar con agentes conocidos en temas nuevos. La poca selectividad en las estrategias de proyectos, y la contención de una red tradicional, es lo que genera aquí su poca sostenibilidad. En el caso de Cooperativismo, la poca sostenibilidad se genera de forma algo distinta. Hay estrategias colaborativas diversas para la generación de proyectos, pero asociación con socios

contingentes, en temas nuevos o conocidos, en publicaciones. Si se observa junto a Educación, entonces la variedad, o poca focalización en sus estrategias, genera poca sostenibilidad.

Líneas de Investigación nacientes

6.2.19. Se encuentran aquí dos líneas: Balleneros y conflicto-patrimonio. Una estrategia común, es seleccionar agentes conocidos para temas nuevos para lograr publicar. Ahora bien, la línea Balleneros, despliega múltiples estrategias para generar proyectos. Una hipótesis aquí es que esta poca focalización de estrategias en proyectos, unido a un cierre de red con socios conocidos en publicaciones, genera su carácter pequeño, pero a su vez, un motor posible de sostenibilidad y crecimiento.

Tabla 22. Coincidencias en redes cognitivas de investigación y publicación entre escenario real y escenarios simulados, Líneas de investigación nacientes.

LÍNEAS	ESCENARIOS SIMULADOS									
	ESCENARIO REAL		AIC-SC		AIC-SH		BIC-SC		BIC-SH	
	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas	Palabras	Temas
Balleneros	7	3	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	14,3%	100,0%
Conflicto-Patrimonio	26		69,2%	N/A	76,9%	N/A	65,4%	N/A	76,9%	N/A

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 23. Estrategias adaptativas en redes cognitivas de investigación y publicación: Líneas de investigación con poca sostenibilidad.

LÍNEA DE INVESTIGACION	PROYECTOS	PUBLICACIONES	ACOPAMIENTO AUTO-HETERORREFERENCIAL
Balleneros	En Balleneros, los agentes tienden a adjudicarse proyectos con socios contingentes, pero en temas conocidos.	En Balleneros, los agentes tienden a publicar con socios conocidos en temas nuevos.	Línea naciente, abierta a nuevas redes de proyectos, y desde ahí se genera para publicar en temas nuevos.
Conflicto-Patrimonio	En conflicto-patrimonio, no hay proyectos.	En conflictos-patrimonio, los agentes tienden a publicar con socios conocidos, en temas conocidos o nuevos.	Una estrategia de apertura a generación de redes de coautorías, que hace comprensible el carácter de línea naciente.

Fuente: Elaboración propia (2016).

6.2.20. En el caso de Conflicto-patrimonio, se trata de una línea sin proyectos, pero delimitable en sus publicaciones. Aquí, se trata de problemas que no han tenido proyectos, pero si están presentes en el sistema de publicaciones: la estrategia es asociarse con socios conocidos, ya sea en temas nuevos o conocidos.

6.2.21. En síntesis. La simulación modal de escenarios, permite aproximarse a una tipología de “estrategias modales” de colaboración y selección de temas de investigación y publicación. Los agentes científicos despliegan estrategias adaptativas sociocognitivas. Lo hacen, buscando la reproducción de su red, y se genera como efecto, dado el doble mecanismo autorreferencial y heterorreferencial, social y cognitivo de las redes que construye (baja de la densidad, aumento de la modularidad), una línea de investigación, que se sostiene por la fuerza de las redes tradicionales (Comunidad Andina, Mapuche, Identidad-Género); por el peso de la tradición de redes pequeñas y especializadas (Kawesqar y religiosidad); por la fuerza de los grupos consolidados y nuevos en la articulación novedosa de proyectos y publicaciones (Jubilados, Migraciones, Conflictos Socioambientales); por la estrategia de cierre de redes tradicionales de líneas con poca sostenibilidad (paisajes Estuariales, Educación, Cooperativismo); y, por el cierre de redes y la falta de articulación de proyectos y publicaciones en líneas nacientes (Balleneros, Conflicto-Patrimonio).

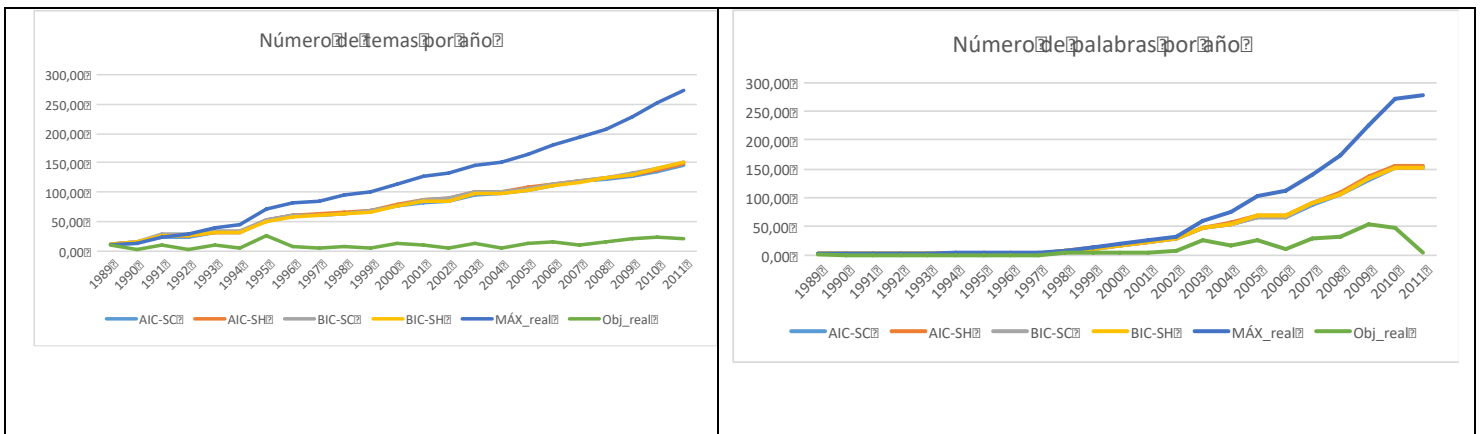
7. Aprendizaje y memoria cognitiva: un efecto macro de los mecanismos y las estrategias adaptativas.

7.1. El proceso de modelamiento y su análisis, ha generado un conjunto de resultados que podrían definirse como “no esperados”, de sumo interés: el aprendizaje científico, sus causas y consecuencias. Los agentes, al interactuar, y estar dotados de memoria y capacidad de observación/experiencia, y crédito/credibilidad, transforman permanentemente su stock cognitivo y social (lo que conocen en su disciplina, y aquellos a quienes conocen) en un flujo: su memoria crece en el tiempo. Ello implica que la memoria es siempre distribuida, puesto que comparten contenidos de conocimiento entre los agentes, pero son operados en redes locales. Por ello, la memoria hace emerger un potencial de conocimiento en los Escenarios de Simulación. Esto es, el conjunto de cosas que en el período podrían ser investigadas, dado que son compartidas por los agentes. Ahora bien, este potencial de conocimiento, se actualiza u objetiva en el Escenario Real. Por ello, la capacidad científica real es menor a la potencial. A su vez, la disciplina va acumulando un “Acervo” de conocimiento, que es mayor al Real y al Potencial, constituye el depósito del conjunto de temas que se han venido investigando y publicando en el tiempo. El acervo es acumulativo, pero lo real es la actualización de un potencial.

7.2. En el origen, lo real, lo potencial y el acervo eran iguales. En el tiempo, se alejan entre sí. La heterorreferencialidad instala un proceso de creciente brecha entre ellos. Ello, ocurre porque se diversifica el potencial de grupos temáticos. Estos son sensibles a los parámetros (el período de duración de los proyectos). Es sensible a la asociación y la integración cognitiva (el crecimiento en los períodos 1992 a 1997): en este período se conforman grupos temáticos con alta integración cognitiva, y una articulación de temas que históricamente venían relacionándose; lo que se ratifica con un aumento en período de la modularidad. Los agentes aprenden, y en diversas condiciones de asociatividad tienden a generar grupos de dos modos posibles: Los históricos sostienen grupos

cerrados, y Los contingentes generan grupos cerrados. Por ello, opera la fuerza de los grupos, temas y palabras tradicionales, junto a momentos de inflexión por la incorporación de agentes nuevos.

Gráfico 19. Aprendizaje Científico, Potencial y acervo de conocimiento en la antropología social chilena (1988-2011)



Fuente: Elaboración propia (2016).

7.3. La simulación ha permitido identificar los mecanismos que inciden en este fenómeno, y sus efectos en el sistema. El aprendizaje opera en todos los escenarios, de manera casi idéntica. Diríase, el aprendizaje genera una potencial transformación del sistema. Dado el carácter cíclico, basado en individuos y el laissez faire en temáticas de investigación y publicación, el aprendizaje contiene el desarrollo de la disciplina. Esto es, el acervo de conocimiento de la disciplina, es posible gracias al aprendizaje, pero a su vez, contiene, o refrena, su desarrollo. El mecanismo heterorreferencial contiene el desarrollo de la disciplina: permite que se realiza, pero la refrena. En otros términos, la capacidad real es siempre menor a la potencial, existiendo incluso un acervo creciente ¿Por qué ocurre ello? La propuesta es que las reglas del sistema científico basado en individuos generan esa forma. Son las redes de investigadores las que se diversifican, pero estas redes actúan cíclicamente, son sensibles a los proyectos.

7.4. El aprendizaje es permanente en todos los escenarios. Incide en al menos 3 procesos: en el crecimiento del potencial de investigación, y por ende, en la diversificación temática de la disciplina (la heterogeneidad de grupos y temas de investigación y publicación, que al 2011 parece comenzar a estabilizarse), lo que a su vez, explica una baja cíclica de la densidad, seguida por fuertes crecimientos (en todos los escenarios). ¿Porque ocurre ello?. Dado el sistema de proyectos, cíclico, la inestabilidad de la densidad (que de todos modos baja al aumentar la modularidad) es causada por la especialización (mayor cohesión interna entre temas, y una menor vinculación entre temas). En términos de aprendizaje, este se acumula, pero se actualiza solo una fracción, y dado que está mediado por redes, entonces estas se cierran buscando mantenerse en el sistema. Un aumento de la cohesión, una baja de la densidad, un crecimiento del aprendizaje, explica el modo como el sistema de proyectos contiene el desarrollo de la disciplina: los agentes se ven obligados a generar estrategias de cierre en sus grupos, aumentar su especialización para sostener su presencia en el sistema. De modo complementario, la irrupción de nuevas temáticas en hitos claves del desarrollo de la disciplina, genera un aumento del aprendizaje y del potencial investigativo, lo que reinaugura el ciclo.

8. Sobre la evolución: Autorreferencialidad y Heterorreferencialidad

8.1. El modelo teórico SACCT-1, propone que en las redes sociales y cognitivas, actúan conjuntamente ambos mecanismos, pues los agentes, al tomar decisiones (que en el tiempo devienen en estrategias), procesan los incentivos del sistema científico de proyectos y siguen la huella de sus hallazgos científicos. Para que esto ocurra, hay procesos relevantes: el aprendizaje en proyectos y publicaciones (que genera un potencial de conocimiento) incide mediante las redes complejas que actualizan el potencial en un contenido real, objetivo, de proyectos y publicaciones. Las normas, inciden haciendo variar sensiblemente el número de proyectos, de grupos (de agentes, de temas, de

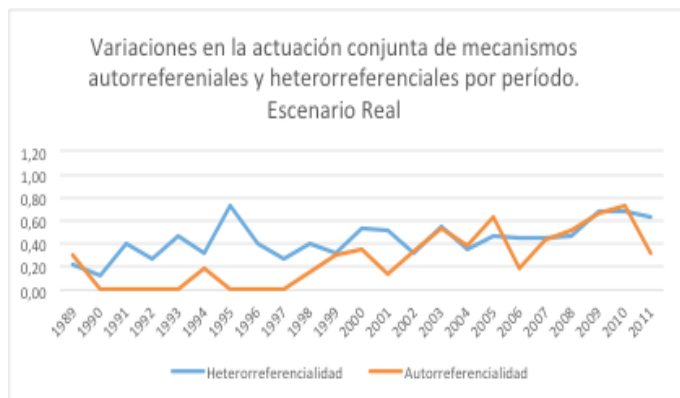
publicaciones). Los agentes toman decisiones-estrategias: hacen variar la composición y organización de la disciplina (sus grupos de investigación, sus grupos temáticos) en tanto se articulan al sistema de proyectos, y organizan grupos de publicación (lo hacen, mediante dos procesos: la fuerza del cierre de las redes tradicionales, y el cierre de los grupos emergentes). Ello, genera al menos 3 cuestiones relevantes de considerar para comprender la actuación de los mecanismos (en términos teóricos, la autoorganización de la ciencia):

8.2. A nivel global, diríamos emergente, los mecanismos heterorreferenciales y heterorreferenciales, se articulan de dos grandes modos. En lo real, la disciplina, como un todo, es fuertemente activada por el sistema de proyectos científicos del sistema nacional de innovación. La lógica de la publicación no está del todo consolidada en la disciplina, sino hasta mediados de la década del 2000. Ahora bien, una Alta Integración Cognitiva explica ello: ya sea articulándose con socios contingentes o históricos (levemente mayor en el caso de socios históricos), es la que sostiene la relación entre el sistema de incentivos de proyectos y la búsqueda de la huella cognitiva. Es el efecto del aprendizaje condensado en las redes de proyectos y publicaciones. Diríase: el recurso a las redes permite a los agentes operar ambos mecanismos: se articulan para obtener proyectos, y para publicar. La relación entre ambos objetivos, opera primero para obtener proyectos, con lo cual se puede publicar, con lo cual se puede obtener proyectos, con lo cual se puede publicar. Es el círculo crédito/credibilidad de Latour y Woolgar (1995). Aquí, sostener redes tradicionales, es un modo de generar especialización y diversificación. El cierre de redes la produce. Un segundo modo de articulación de mecanismos heterorreferenciales y autorreferenciales, es la apertura de las redes sociales y cognitivas. En el modelo, se entiende como baja integración cognitiva y colaboración con socios nuevos. Los agentes abren sus redes sociales para integrar nuevos agentes o nuevas temáticas de investigación y/o publicación. Es un modo que introduce ajustes en las redes. Al abrirse, atraen agentes, y temáticas, con lo cual bajan las relaciones de estos con el todo. Es el segundo germen de la especialización

intralíneas, y la diversificación temática entre líneas. No hay un modo de generar líneas, el sistema es adaptativo.

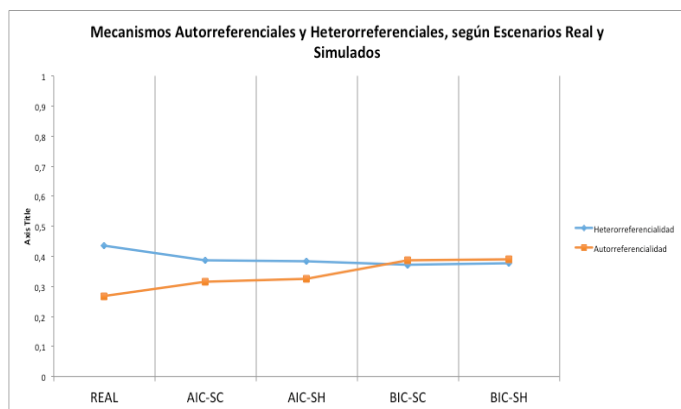
8.3. Visto en términos temporales, hay una variación permanente en la relación entre el incentivo del sistema de proyectos y de publicaciones, tanto en lo Real como en los Escenarios Simulados. Hay una tendencia a que cada vez más, los índices se hacen más fuertes y tienden a converger desde 2007 ¿Qué significa ello? Año a año hay fuertes variaciones entre los Índices. La variación bien se condice con el carácter cíclico del sistema científico de proyectos: fuerza a los investigadores a presentar proyectos, a ejecutarlos durante un inter-período, lo que genera una alta variación. Una cuestión interesante aquí, es que en esos inter-períodos, hasta el año 2004 en lo Real, y de manera casi coincidente en los Escenarios Simulados, la relación es siempre casi inversa: un alto incentivo a proyectos, se asocia a un bajo índice autorreferencial. Ello, se explica por lo siguiente: es en los inter-períodos que se generan publicaciones, las que sustentan el posicionamiento para obtener proyectos. Las temporalidades se cruzan.

Gráfico 20. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Real.



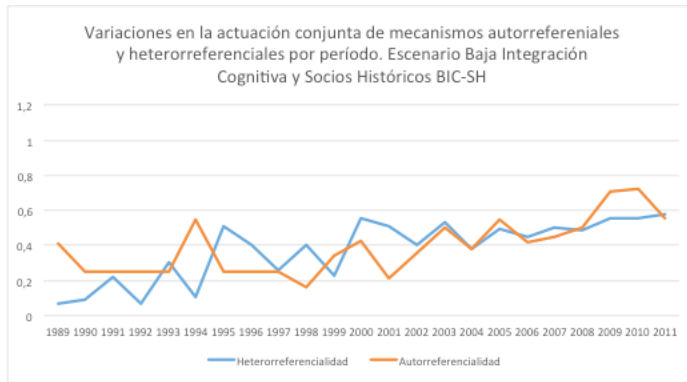
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 21. Mecanismos Autorreferenciales según Escenario Real y Simulados.



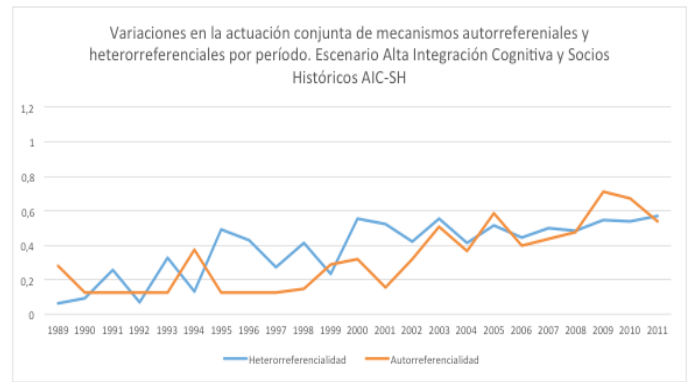
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 22. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Baja Integración Cognitiva y Socio Históricos (BIC-SH).



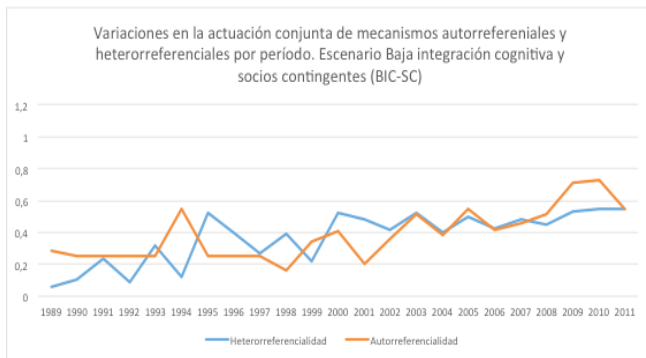
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 23. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Alta Integración Cognitiva y Socios Históricos (AIC-SH).



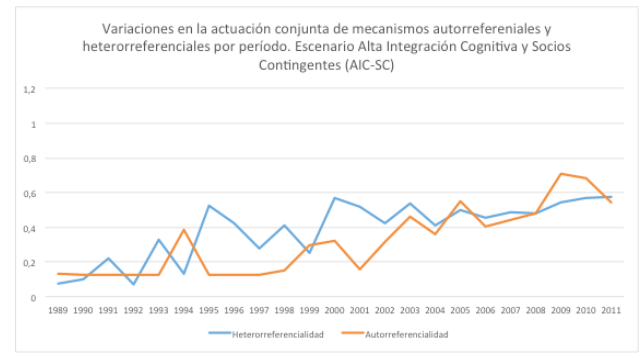
Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 24. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Baja Integración Cognitiva y Socio Contingente (BIC-SC).



Fuente: Elaboración propia (2016).

Gráfico 25. Variaciones en la actuación conjunta de mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales por periodo. Escenario Alta Integración Cognitiva y Socio Contingentes (AIC-SC).



Fuente: Elaboración propia (2016).

8.4. La disciplina comienza a consolidarse desde mediados de los 2000 en el mundo real. Ello, se identifica al observar en lo Real una fuerte alza del Índice de Autorreferencialidad, se acopla a la Heterorreferencialidad. Son las primeras señales de una operación casi uno a uno de ambos mecanismos: la disciplina comienza poco a poco a consolidarse. Lo hace, generando una Heterogeneidad en el número de grupos de investigación y publicación, así como en los grupos de temas de proyectos y publicaciones. Los grupos, se cierran: aumenta su modularidad, disminuye su densidad. La Heterogeneidad interna de la disciplina,

es el resultado de la consolidación del sistema de proyectos y del acoplamiento al sistema de publicaciones (inexistente casi al inicio de la década del 90). Los agentes y sus redes, operan ambos mecanismos y ello explica la diversificación sostenida de grupos, redes de proyectos, de temas proyectos y grupos de publicaciones y contenidos de publicaciones.

8.5. La antropología social chilena presente en el sistema científico chileno, contiene el desarrollo de la antropología social.

9. Discusión de Resultados

9.1. El modelo SACCT-1, ha propuesto que es posible modelar la ciencia como un sistema adaptativo complejo. A ello se ha orientado el análisis de la Antropología Social chilena. El análisis de resultados, se ha orientado tanto a develar utilidades de la simulación social, como testear, y descubrir, hipótesis substantivas sobre la disciplina. A este ejercicio, le hemos llamado la comparación de mundos reales y simulados, una búsqueda de la similaridad mediante escenarios modales de simulación.

9.2. La lógica desplegada ha sido la siguiente. Las características de la producción científica, en proyectos y en publicaciones, corresponde a un fenómeno emergente. Esto emergente, ha sido caracterizado mediante análisis bibliométrico, lexicométrico y de redes, identificando 14 líneas de investigación, que indican que la antropología social lejos de ser una disciplina dispersa, cuenta con procesos internos y una heterogeneidad de líneas de investigación que indican más bien modos distintos de diversificación temática interna. Las líneas reflejan esa diversificación, pues al articular proyectos y publicaciones – de modo diferenciado- dan lugar a 5 tipos de líneas de investigación.

9.3. Estas líneas de investigación, presentan características que las diferencian, pero también ciertos patrones que las hacen comprensible como un todo. La tesis propone que los mecanismos sociales y cognitivos, que en relación a la lógica de proyectos constituye un mecanismo heterorreferencial, y en la lógica de las publicaciones refiere a un mecanismo autorreferencial, consisten en un cierre de relaciones al interior de las microredes en las líneas de investigación (un aumento de la modularidad), se asocia a una disminución de las relaciones posibles entre los agentes de toda la disciplina (disminución de la densidad). Ello ocurre tanto entre los agentes como entre los contenidos cognitivos de las líneas (temas de proyectos y palabras de publicaciones). La simulación modal de

escenarios confirma este planteamiento, el fenómeno ocurre en todos los escenarios.

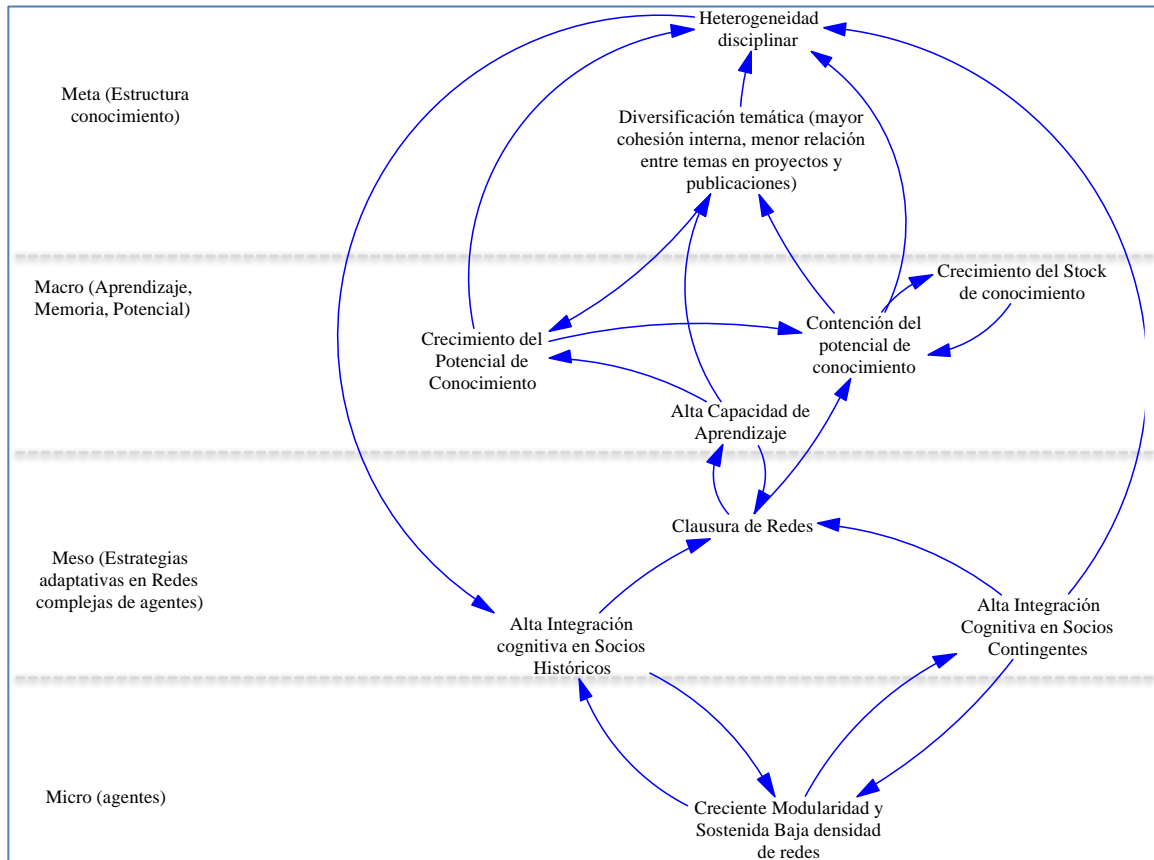
9.4. La simulación así, mediante la comparación, permite tanto detectar esos mecanismos sociocognitivos, como adentrarse en los procesos que lo generan. Así, se explora en las estrategias adaptativas de los agentes, y en el aprendizaje y la memoria de ellos. La simulación permite detectar las condiciones en las cuales se generan y articulan esos mecanismos: el modo como los agentes despliegan estrategias para la conformación de redes y como se articulan los contenidos cognitivos de las líneas de investigación. Los modos como articulan esas estrategias sociales y cognitivas, en el sistema de proyectos y de publicaciones, da lugar a una estrategia modular, sociocognitiva, adaptativa.

9.5. La simulación social así, es de utilidad para identificar un efecto macro de las estrategias microlocales, y sus efectos meso (la baja de la densidad y el aumento de la modularidad): la generación de una brecha creciente entre la capacidad cognitiva de una disciplina, el potencial investigativo, y su acumulación de conocimiento. Este efecto macro, indica una cualidad interesnate de la disciplina, que probablemente sea esperable en otras: el sistema de proyectos contiene el potencial de conocimientos, en el sentido de permitir su desarrollo, pero también de impedir su expresión, de refrenar, en el sentido de Dupuy (2009).

9.6. La simulación así, ha permitido no solo testear la existencia de los principios del modelo teórico. La antropología social puede ser descrita como un sistema adaptativo complejo: los agentes conforman redes, en un marco normativo específico, estas redes conforman redes complejas, que en la generación de mecanismos, generan estrategias, las que activan un aprendizaje-memoria científico. Ello, retroacciona sobre los agentes: las redes cambian, pues sus estrategias varían, cambia el agente en el aprendizaje-memoria, cambia la disciplina, evoluciona.

9.7. En términos teóricos, el análisis de resultados ha propuesto como se va desplegando un proceso morfogenético, que da lugar a la emergencia de la estructura y dinámica de la ciencia, en este caso, la antropología social chilena. En ese proceso, en niveles, interviene el modo como se articulan redes sociales y cognitivas (micromecanismos), estrategias adaptativas, procesos de aprendizaje y memoria.

Ilustración 40. Modelación sistémica del proceso morfogénico de emergencia del conocimiento científico. El caso de la Antropología social chilena (1988-2011).



Fuente: Elaboración propia (2016).

9.8. Sobre la Articulación en redes: Los investigadores en antropología social, se articulan en redes desplegando dos grandes estrategias. Por un lado, se despliega una estrategia adaptativa que conforma “la fuerza de las redes tradicionales”, y por otro, la irrupción de nuevos agentes-temáticas de investigación. Ambas concurren en la generación de mayor diversificación temática (que genera especialización al interior de las líneas, y Heterogeneidad a nivel de la disciplina). Las redes tradicionales, crecen en la medida que consolidan su posición, pero aumentando su diversidad temática interna: esto es, atrayendo o generando mayor especialización siempre en el sentido de una red gestionada por pocos agentes con mayor peso académico, el que ha emergido en la larga data del sistema. Los agentes que irrumpen con temáticas

nuevas, contribuyen a la especialización/heterogeneidad, en tanto despliegan una estrategia también de cierre de redes. Las redes, contienen el crecimiento del potencial, así como del Acervo de conocimiento disciplinar, en tanto están afectos la sensibilidad al modelo que generan los ciclos de proyectos.

9.9 Sobre la diversificación temática: la disciplina como un todo, progresivamente especializa sus temáticas de investigación y publicación. Ello genera, una mayor diversidad de grupos en su interior, una baja de la densidad de la red (en su inestabilidad), fruto del cierre de relaciones recién descrito. Con ello, se genera mayor heterogeneidad a nivel de la disciplina. Esta heterogeneidad es sensible a los ciclos de adjudicación/ejecución de proyectos. Con ello, dado el mecanismo del aprendizaje y la memoria, se actualiza una parte del potencial investigativo de la disciplina. Las redes, permiten el desarrollo de la disciplina, pero refrenan la actualización y objetivación de su potencial. El sistema de ciencia, contiene el desarrollo disciplinar.

9.10. Sobre el Aprendizaje y la Memoria científica: Los investigadores, en su interacción, intercambian contenidos de investigación y publicación. Van construyendo una memoria que permite potenciar su vinculación en redes. El agente, al acrecentar su memoria, puede potencialmente, articularse con más agentes (puede hacerlo con quienes ya conoce, o con quienes están disponibles en el período). Esto es, los investigadores pueden decidir asociarse con aquellos con los cuales ha publicado ya, o con quienes ha trabajado en proyectos de investigación. Así, la memoria/aprendizaje, incide en el crecimiento del potencial de la disciplina, pero la misma red, contiene la actualización de ese potencial.

9.11. Sobre la Objetivación del potencial de conocimiento en ciclos de adjudicación/ejecución de proyectos: la disciplina, genera (emerge) un potencial de conocimiento fruto del aprendizaje y memoria. Dada la condición estructural del ciclo periódico de adjudicación/ejecución de proyectos científicos, el potencial se contiene (en el doble sentido del término: lo permite, pero lo

refrena). Con ello, las redes de investigación, son dispositivos que contienen el desarrollo de la disciplina. Ello, fruto del *laissez faire* de proyectos. Los agentes compiten por fondos para investigar. En ese proceso, deben mejorar su desempeño en publicaciones, cuestión que se logra en la disciplina tardíamente. Por ello los debates sobre su consolidación: la antropología social chilena, muestra indicios de consolidación (cuenta con heterogeneidad, redes que se cierran, grupos tradicionales y pocos grupos emergentes). Pero en estos debates, la simulación aporta un elemento: la disciplina no presenta dispersión, sino especialización al interior de las líneas, diversificación temática entre líneas, y aumento de su heterogeneidad en términos globales.

CONCLUSIONES. SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA: MECANISMOS MORFOGENETICOS MULTINIVELES, APRENDIZAJE Y RETROACCION.

En la base de la teoría social, se encuentra el problema de lo emergente. ¿Cómo es posible el orden social?, ¿Cómo es posible que de unas relaciones entre agentes individuales emerja un orden social que regula ese conjunto, cobra autonomía e incide en aquello que le ha dado origen?. En la sociedad contemporánea, caracterizada por una “complejidad sociocientífica”, un fenómeno interesante de observar en la actualidad es la ciencia, en la óptica de los problemas de lo emergente. En la ciencia, ocurren aquellos fenómenos de emergencia (del conocimiento científico), fruto de las interacciones entre agentes científicos, que conforman redes –desplegando estrategias adaptativas-, y donde el propio conocimiento emergente, morfogénicamente se auto-construye como una red de contenidos y agentes científico-técnicos. Por ello la ciencia es un fenómeno que bien permite abordar uno de los problemas claves de la teoría social. Aquello que Mauss y Durkheim (1903) definían como la relación entre un plano de las interacciones y un plano de las clasificaciones. La ciencia articula ambos planos.

En esta senda, la tesis, ha propuesto una arquitectura teórica para abordar la complejidad sociocientífica, aquel entramado ciencia-sociedad en la contemporaneidad. Se ha desarrollado una arquitectura teórica basada en la noción de Sistema Adaptativo Complejo, y una metodología que articula bibliometría, análisis de redes, con Modelación Basada en Agentes. Ello, ha permitido comprender que “real”, es aquello emergente, y que la explicación ha de explorar en sus mecanismos, estrategias adaptativas y aprendizajes y memorias en la construcción de redes de los agentes científicos.

En ciencia, los agentes despliegan un conjunto de estrategias sociales y cognitivas, articulando el sistema de proyectos y publicaciones. Este modo de la complejidad sociocientífica –y se ha intentado adentrarse hasta sus micromecanismos- bien evidencia como se articula ciencia y sociedad. En los estudios de la ciencia, la metáfora de la “apertura de la caja negra” es referida para indicar que se requiere comprender que es lo que pasa al interior de la ciencia, y cómo es posible, que procesos sociales, inciden en la construcción de conocimiento. En este sentido, la tesis propone un giro para abrir la caja negra. La tesis propone un modo simulado de apertura de esa caja negra. ¿Que hay en su interior? La tesis ha propuesto que para abrirla, es posible vincular interacción y clasificación. La simulación permite experimentar un modo de observación que articula aproximaciones teóricas de los estudios de la ciencia, con el problema de la complejidad. Es en este sentido, la tesis quiere hacerse cargo del “desplazamiento de las bases del conocimiento”. La simulación ha permitido abrir esa caja negra, y develar las dinámicas morfogénicas en las que interactúan estrategias, aprendizajes, memorias y micromecanismos.

La Tesis Doctoral así, propone que el conocimiento científico-tecnológico producido por la ciencia (condensado en publicaciones científicas) constituye un fenómeno emergente. Es, en la tipología de Vivanco, una *Emergencia recursiva* (Vivanco, 2010). La condición de emergente, reside en tres características centrales del conocimiento científico en la actualidad: (i) ha sido producido en redes locales, pero cobra autonomía respecto de los agentes que la crearon (circula como conocimiento certificado), y aquello que los científicos localmente crean en sus redes como “temáticas de investigación” y “publicaciones”, emergen – a nivel agregado- como líneas de investigación; (ii) El conocimiento creado, retroacciona sobre los agentes que la crearon, incidiendo en su prestigio –que modifica sus capacidades de interacción en redes-, y sus propios hallazgos científicos –modifica el conocimiento antes creado; (iii) Este conocimiento, ha emergido de la relación entre mecanismos autorreferenciales (los científicos,

organizan redes para generar conocimiento mediante publicaciones) y heterorreferenciales (los científicos, organizan redes para obtener fondos de investigación), que le imprimen una dinámica autoorganizadora a la ciencia.

La teoría de Sistemas adaptativos complejos, entendidos como una red de agentes que interactúan en el marco de ciertas reglas, y que de su interacción emergen fenómenos más allá de las condiciones locales de interacción, proceso en el que se generan aprendizajes, co-evoluciones y adaptaciones entre niveles (Holland, 2004; Vivanco, 2010) permiten modelar los sistemas de ciencia y tecnología, en tanto estos están compuestos por agentes científicos (red multiagentes) que aprenden y se adaptan a las variaciones que la propia evolución de las interacciones genera, en relación a ciertas reglas que regulan las interacciones, y que en el campo de la ciencia, corresponden a regulaciones propias de la financiación de proyectos científicos, y la publicación de documentos científicos. Es en este proceso, que emerge el conocimiento científico (o el estado actual de capacidades científicas) que requiere entonces explicaciones respecto de los mecanismos que en ciertas condiciones locales de interacción hacen comprensible ese estado de capacidades científicas.

En este sentido, se propone que la ciencia puede ser entendida como un **Sistema Adaptativo Complejo de Ciencia y Tecnología**: esta organizada en una red de agentes científicos¹⁴ que generan y adaptan evolutivamente estrategias en sus interacciones locales para conformar redes de proyectos y redes de publicaciones científicas. En este proceso, se articulan mecanismos autorreferenciales (los científicos, buscan la generación de conocimiento), con mecanismos heterorreferenciales (los científicos, se articulan al sistema científico organizando redes para obtener fondos). Se relacionan entre sí procesando las reglas del sistema científico (marcos normativos, incentivos),

14 El modelo, ofrece una red de agentes científicos. En el futuro, se desarrollarán nuevas versiones del modelo SACCT-1, que hagan interactuar a estos con agentes públicos, privados, organizaciones sociales.

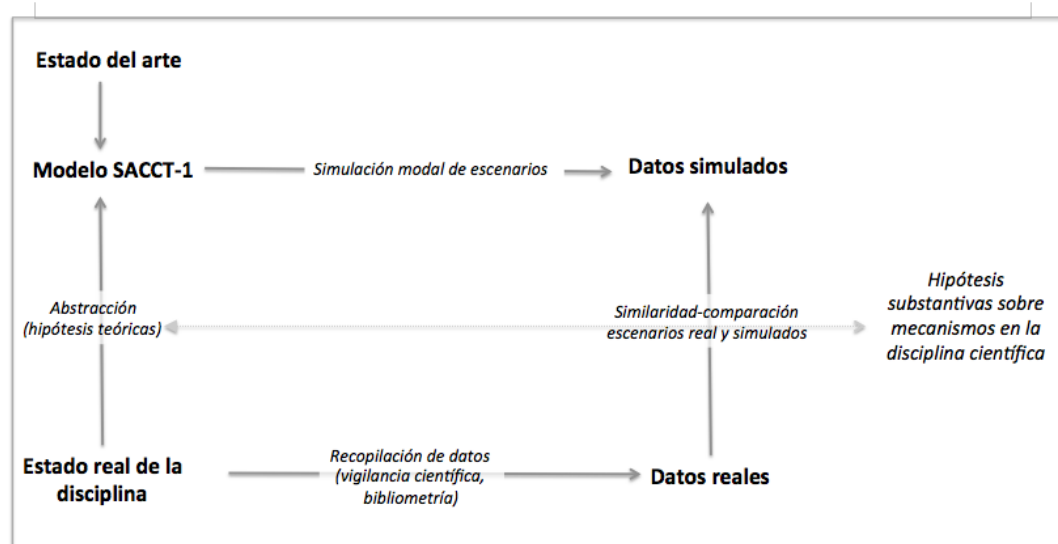
para formar redes de investigación mediante proyectos científicos y tecnológicos, y formar redes para publicar el conocimiento producido. El conocimiento científico así, evoluciona transformado sus patrones de colaboración y especialización científica.

Los mecanismos autorreferenciales operan en procesos de articulación en redes de agentes en la producción de publicaciones científicas y tecnológicas. Aquí, los agentes, en un proceso de variación/selección (del conjunto de agentes, se vinculan algunos entre sí) conforman las relaciones de autoría y co-autoría. Estas redes son dinámicas: se modifican y/o mantienen en el tiempo. Los mecanismos operan en la relación de los esquemas de selección al interior de la red de agentes heterogéneos en relación al marco institucional y los incentivos. Se conforman así morfogénicamente patrones de colaboración científica en publicaciones científicas. A su vez, los mecanismos heterorreferenciales en ciencia, operan en procesos de articulación en redes de agentes en la producción de proyectos de investigación científica y tecnológica. De este modo, la red se conforma en referencia a un incentivo del sistema científico (obtiene recursos) que define también un conjunto de normas que regulan sus interacciones (define por ejemplo, la imposibilidad de dirigir en el mismo fondo, dos proyectos). Esta relación entre mecanismos autorreferenciales y heterorreferenciales, genera estrategias: los agentes científicos generan estrategias que articulan el incentivo con su trayectoria y posición: seleccionan agentes para conformar esas redes que responden a incentivos, y lo hacen articulando preferencias cognitivas y de asociatividad. El mecanismo morfogénico es así, el aprendizaje, y la memoria, que mediante las redes, conforman un potencial que se objetiva.

Con lo anterior, la tesis ha permitido identificar algunos desafíos de futuro para dar continuidad a este tipo de estudios. Entre ellos:

- i. **Diseño de Modelos de gestión de datos e información científica y tecnológica para los estudios de la ciencia y la simulación social en estudios de la ciencia.** La gestión de cadenas de datos e información científica, es central en la actualidad. En los estudios de la ciencia, no existen modelos que permitan capturar, almacenar, procesar y diseminar información científica y tecnológica. El protocolo de Grimm utilizado en la tesis doctoral, es un punto de partida para el diseño de este tipo de modelos, que bien facilitarían la realización de investigaciones comparativas entre disciplinas, por ejemplo. Para ello, la tesis propone, como aprendizaje, un primer diseño metodológico:

Ilustración 41. Modelo de procesos para la gestión de datos de investigación e información científica en estudios de la ciencia.



Fuente: Elaboración propia (2016).

La construcción de estados del arte teórico sobre la ciencia, y/o sobre la disciplina (o interdisciplinar, o campo de investigación), permite construir o actualizar un modelo teórico como SACCT-1, en versiones mejoradas,

ampliadas o focalizadas. Ello, permite construir hipótesis tanto meta teóricas sobre la ciencia, como hipótesis substantivas sobre el problema en investigación. El levantamiento de datos reales sobre la disciplina, mediante ejercicios de vigilancia científica (captura y almacenamiento de datos), permite, dado el modelo teórico y la metodología de Simulación Modal de escenarios, levantar análisis comparativos entre mundos reales y simulados, en búsqueda de la similaridad (se corresponde con el procesamiento de datos e información científica). Así, las hipótesis substantivas, pueden ser visualizadas y comunicadas a la comunidad de investigadores (a ello refiere la diseminación de datos de investigación e información científica).

- ii. **Articulación a procesos de diseño y gestión de políticas de ciencia, tecnología e innovación.** Dado que la tesis ha evidenciado que el sistema científico de proyectos, contiene el desarrollo disciplinar (lo vehiculiza, pero lo refrena), entonces la comprensión de la ciencia como un sistema adaptativo complejo, puede permitir el diseño y/o testeo de políticas de ciencia, tecnología e innovación. Los modelos teóricos predominantes, que inspiran las políticas, tienden a dar por sentado algunos tipos o modos de colaboración. Los enfoques sistémicos de la innovación, que abundan e inspiran los modelos de política, suponen que los agentes colaboran en la producción de novedades. La tesis propone que ese supuesto, ha de ser puesto en suspenso, para abrir la observación de los modos en diversos campos y disciplinas. Ello, puede realizarse ya sea poniendo herramientas a disposición para hacer estudios retrospectivos, como prospectivos. La identificación de mecanismos permite analizar efectos esperados y no esperados de la política, y la lógica de simulación modal de escenarios, puede permitir avanzar hacia la simulación prospectiva de escenarios de desarrollo científico y tecnológico. A ello se dedicarán esfuerzos en el futuro.

- iii. **Construcción de una teoría general sobre la ciencia en la óptica de la complejidad sociocientífica:** ciertamente el modelo SACCT-1, no contiene la totalidad de elementos y procesos que una teoría general de la ciencia puede incluir. La consideración de interacciones entre variados tipos de agentes (públicos, privados, académicos), la estructura y dinámica de los circuitos de publicación (más allá de aquellos de indexación internacional), la incidencia de procesos y mecanismos de evaluación científica, las normas e incentivos de políticas públicas sectoriales, la consideración de micromecanismos de incentivos universitarios a la actividad investigativa, así como la consideración de dimensiones cualitativas en la comprensión de la dinámica de la ciencia, son elementos que en el futuro formarán parte de nuevas versiones del modelo SACCT-1.

Todo ello, y seguramente más, permitiría construir una teoría general de la ciencia, en una óptica sistémica, adaptativa, compleja, que permita entender la complejidad sociocientífica en la sociedad contemporánea. Será en el futuro un aporte a las ciencias sociales en particular, y a la ciencia en general.

iv. BIBLIOGRAFIA

- Acuña, María Elena (1994) -Presencia y ausencia de las mujeres en las tesis de Antropología de la Universidad de Chile. En: Ensayos, monografías, artículos. Cuadernos de Terreno N°2. Editorial: Programa Interdisciplinario de Estudios de Género, Chile, 1994, pp. 55-72
- Arnold, M. (1990). LA ANTROPOLOGÍA SOCIAL EN CHILE producciones y representaciones. Santiago de Chile: Propiedad del Autor.
- Ahrweiler, P; (2010) 'Innovation in complex social Systems – An Introduction' In: Petra Ahrweiler (Eds). Innovation in complex social Systems. London: Routledge.
- Arocena, R., & J. Sutz. (2002). Sistemas de innovación y países en desarrollo. SUDESCA. Research Papers, n.º 30
- Atlan, H. (1991). Con razón y sin ella. Intercrítica de la ciencia y el mito. Barcelona: Tusquets.
- Baladier, G. (1991). EL DESORDEN La teoría del caos y las ciencias sociales. Elogio de la fecundidad y el movimiento. Barcelona: Gredisa. S.A.
- Badiou, Alan (2005) El siglo. Ediciones Manantial, Bs. Aires, Argentina.
- Bengoa, J. (2014). LA TRAYECTORIA DE LA ANTROPOLOGÍA. Antropologías del Sur N°1 , 15-42.
- Beck, Ulrich (1998) La sociedad del riesgo. Ed. Alianza, Madrid.
- Bell, Daniel (1992). Las contradicciones culturales del capitalismo [The Cultural Contradictions of Capitalism, 1977]. Madrid: Alianza Universidad.
- Bengoa, J. (2014). LA TRAYECTORIA DE LA ANTROPOLOGÍA. Antropologías del Sur N°1 , 15-42.
- Bijker, Wiebe, Thomas P. Hughes and Trevor J. Pinch (1987). General Introduction, en Bijker, W. Et. Al. (eds), The Social Construction of Technological Systems, The MIT Press, Cambridge.
- Bloor, David (1998) “Conocimiento e imaginario social”; Barcelona, Gedisa.
- Bloor, D. (2005). BUSCA CONOCIMIENTO E IMAGINARIO SOCIAL. Barcelona: GEDISA. S.A.
- Bloor, D. (1982). Durkheim and Mauss revisited: classification and the sociology of knowledge. Studies in History and Philosophy of Science , 267-297.

- Bourdieu, Pierre (1973) El campo científico, en Rev. REDES Nro. 2, vol.1.
- Bourdieu, Pierre (2003). El oficio del científico. Edit. Anagrama, Barcelona.
- Callon, M., Courtial, J.P., y Penan, Hervé (1993) Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica. Ed. Trea, España.
- Campbell (1988) Evolutionary Epistemology. En Radnitzky, Gerard y Bartley, III (Edit) Evolutionary epistemology, rationality, and the sociology of knowledge. Illinois, U.S.A.
- Campbell (1999) Epistemología Evolucionista. En Martínez, Sergio y Olivé, León (Edits.) (1999) Epistemología Evolucionista, Paidós, UNAM, México.
- Cancino, R., Orozco, L., Garcia, M., y Restrepo, C. (2012). Modelos de Investigación y Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina. Los casos de Chile y Colombia. Paper presented at the IX Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE, Ciudad de México.
- Cassiolato, J. . Matos, M. and Lastres, H. Innovation Systems and Development., in International Development: Ideas, Experience, and Prospects, edited by Currie-Alder, B., R. Kanbur, D. Malone and R. Medhora, Chapter 33. Oxford: Oxford University Press, forthcoming.
- Castells, Manuel (2002) La Era de la Información. Vol. I: La Sociedad Red. México, Distrito Federal: Siglo XXI Editores. 2002.
- Castro, M. (2014). A SESENTA AÑOS DE LA ANTROPOLOGÍA EN CHILE. Revista Antropologías del Sur , 43-64.
- Cooke, Philip (2012) Complex Adaptive Innovation Systems: Relatedness and Transversality in the Evolving Region (Regions and Cities) Routledge: London.
- Collins, H. (2009). Social Construction of Science. En J. Berg, S. Pedersen, & V. Hendricks, A Companion to the Philosophy of Technology (págs. 84-87). Hoboken, Nueva Jersey: Wiley-Blackwell.
- Cooke, P. (1996). Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. Geoforum 23 , 365-382.
- Derek J. de Solla Price (1963). Little Science, Big Science. New York: Columbia University Press

- Dohnert, S. 2008. "Regional Innovation Systems in Latin America. Provoking Discussion about How to Encourage Learning and Innovation in the Region". Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo, BID.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11, 147-162.
- Dupuy, J. P. & Varela, F. (1998). Circularidades creativas: para la comprensión de los orígenes. En P. Watzlawick & P. Krieg (Ed.), *El Ojo del observador. Contribuciones al constructivismo*. Barcelona: Gedisa.
- Dupuy, Jean Pierre (1979). *La traición de la opulencia*. Edit. Gedisa, Barcelona, España.
- Durkheim, Emile (2003), *Las formas elementales de la vida religiosa*. Edd. Alianza, Madrid, España.
- Durkheim, E., & Mauss, M. (1905). De ciertas Formas primitivas de clasificación. Contribución al estudio de las representaciones colectivas (Artículo). *Année Sociologique*, 3-46.
- Edquist, C. 1997. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres/Washington, D.C.: Pinter Publishers/Cassell Academic.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. (2000). The dynamics of innovation from national systems and "mode 2" to a Triple Helix of University-Industry government relations. *Research Policy*, N°29:109-123.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. (2000). The dynamics of innovation from national systems and "mode 2" to a Triple Helix of University-Industry government relations. *Research Policy*, N°29:109-123.
- Feeney, R. 2009. "Development, Innovation and Natural Resources: The Latin-American case". *Journal of Interdisciplinary Economics*. 20: 149-167.
- Garfield, E. (2009). From the science of science to Scientometrics : Visualizing the history of science with HistCite software. *EL SEVIER* , 173-179.
- Galanakis (2006) AN INNOVATION SYSTEMS MODEL Using the Systems Thinking Approach. En *Technovation* 26 (2006).
- Gilbert N. (1998) 'Simulation: an introduction to the idea'. in Ahrweiler P, Gilbert N (eds.) *Computer simulations in science and technology studies* Berlin : Springer , pp. 1-14.

- Gilbert, Nigel (1997) 'A simulation of the structure of academic science' *Sociological Research Online* vol. 2(2).
- Gilbert, Nigel (1999), First Draft of a Model of an Innovation Network, SEIN-Working Paper, June 1999.
- Gilbert, Nigel (2002a). Varieties of emergence. Paper presented at the Agent 2002. Conference: Social agents: ecology, exchange, and evolution, Chicago.
- Gilbert, Nigel y Troitzsch, Klaus (2006) Simulación para las ciencias sociales. Edit. Mc Graw Hill. Madrid, España.
- Gilbert, N., & Troitzsch, K. (2005). Simulación para las Ciencias Sociales. Unha guía práctica para explorar cuestiones sociales mediante el uso de simulaciones informáticas. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA,S.A.U.
- Ginnobili, Santiago (2005) Epistemologías evolucionistas y descubrimiento científico. En Klimovsky, Gregorio (Ed.) Los enigmas del descubrimiento científico. Bs. Aires. Alianza, pp.161-183.
- Grabhoff, Gerd (1998) The discovery of the urea cycle: computer models of scientific discovery. En Ahrweiler, P. and Gilbert, N (eds). Computer Simulations in Science and Technology Studies. Berlin, New York: Springer
- Volker Grimm, Uta Berger, Finn Bastiansen, Sigrunn Eliassen, Vincent Ginot, Jarl Giske, John Goss-Custard, Tamara Grand, Simone K. Heinz, Geir Huse, Andreas Huth, Jane U. Jepsen, Christian Jørgensen, Wolf M. Mooij, Birgit Müller, Guy Pe'er, Cyril Piou, Steven F. Railsback, Andrew M. Robbins, Martha M. Robbins, Eva Rossmanith, Nadja Rüger, Espen Strand, Sami Souissi, Richard A. Stillman, Rune Vabø, Ute Visser, Donald L. DeAngelis, A standard protocol for describing individual-based and agent-based models, *Ecological Modelling*, Volume 198, Issues 1–2, 15 September 2006, Pages 115-126, ISSN 0304-3800, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.04.023>.
- Volker Grimm, Uta Berger, Donald L. DeAngelis, J. Gary Polhill, Jarl Giske, Steven F. Railsback, The ODD protocol: A review and first update, *Ecological Modelling*, Volume 221, Issue 23, 24 November 2010, Pages 2760-2768, ISSN 0304-3800, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.08.019>.
- Gundermann, H., & González, H. (2009). SOCIEDADES INDÍGENAS Y CONOCIMIENTO ANTROPOLÓGICO. AYMARÁS Y ATACAMEÑOS DE LOS SIGLOS XIX Y XX. *Revista de Antropología Chilena* , 113-164.
- H. A. Simon, P. Langley and G. Bradshaw, Scientific discovery as problem solving, *Synthese* 47 (1981), 1-27.

- Holbrook, Adam (2005) *Innovation Happens in Systems: Implications for Science, Technology and Innovation Policy*. Report.
- Holland (2004) *El orden oculto: de cómo la adaptación crea la complejidad*. FCE.
- Hull, David (1988). *Science as a process. An evolutionary account about the social and conceptual development of science*. Chicago University Pres.
- Ibañez, Jesús *Más allá de la sociología*. Ed. Siglo xxi, Madrid. 1979.
- Ibañez, Jesús (1986) "Perspectivas de la Investigación Social". En, *El Análisis de la Realidad social*. Garcia Ferrando (comp), Alianza Editorial.
- Jameson, Fredric (1991) *El Posmodernismo o la lógica cultural del capitalismo avanzado*. Edit. Paidós, Barcelona. España.
- Kluser, Jurgen (1998) *Modelling science as an adaptative and selforganising social system: concepts, theories and modelling tools*. En Ahrweiler, P. and Gilbert, N (eds). *Computer Simulations in Science and Technology Studies*. Berlin, New York: Springer
- Knorr Cetina, K. y Cicourel, A. (1981), *Advances in social theory and methodology. Toward an integrEation of micro and macro-sociologies*, Boston, Londres y Henley, Routledge & Keagan Paul.
- Knorr-Cetina (2005) *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Univ. Nacional de Quilmes, Argentina.
- Kreimer, P. (1994). *Estudios sociales de la ciencia: algunos aspectos de la conformación de un campo*". *REDES: revista de estudios sociales de la ciencia*, 77-105.
- Kreimer, P. (2005) *Estudio preliminar. El conocimiento se fabrica. ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo?*. En *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Univ. Nacional de Quilmes, Argentina.
- Kreimer, P. (1999). *De probetas, computadoras y ratones. La construcción de una mirada sobre la ciencia*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Kuhn, Thomas (1983) *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE, México.
- Kupers, Gunter (1998) *The selforganization of social systems: a simulation of the social construction of science*. En Ahrweiler, P. and Gilbert, N (eds). *Computer Simulations in Science and Technology Studies*. Berlin, New York: Springer.

- Lakatos, Imre (1987) La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales. Tecnos, Madrid.
- Latour, B. (2008). Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red. Buenos Aires: Editorial Manantial.
- Latour, Bruno y Woolgar, Steve (1995) La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos. Madrid. Alianza Universidad.
- Leydesdorff, L. y Etskowitz (2000) Henry Etskowitz & Loet Leydesdorff, "The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations," Introduction to the special "Triple Helix" issue of Research Policy 29(2) (2000) 109-123.
- Leydesdorff, Loet (2001)-(1995) The Challenge of Scientometrics. The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications. Universal-Publishe
- Leydesdorff, Loet, Cooke, Philip, and Mikel Olazarán, "Technology Transfer in European Regions: Introduction to the Special Issue," Journal of Technology Transfer 27(1) (2002) 5-13.
- Leydesdorff, L. (2006). Measuring the knowledge base of an economy in terms of triple-helix relations among technology, organization, and territory, Research Policy, 35, 181-199.
- Luhmann, N. (1996). La Ciencia de la sociedad. México: Universidad Iberoamericana, Anthropos, ITESO.
- Lundvall, B. A (ed.). (1992). National Systems of Innovation - Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. London, England: Pinter Publishers, London and New York.
- Manheim, Karl (1997). Ideología y Utopía. FCE, México.
- May, Michael (1998) Causation and discovery. En Ahrweiler, P. and Gilbert, N (eds). Computer Simulations in Science and Technology Studies. Berlin, New York: Springer
- Medina, J. Y Ortegón, E. (2006) Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Cepal, Stgo. Chile.
- Merton, Robert (1980). Los imperativos institucionales de la ciencia, en Estudios sobre sociología de la ciencia. B. Barnes comp. Editorial Alianza, Madrid.

- Merton, Robert (1987) "La ciencia y la estructura social democrática", en Teoría y estructura social, México, Fondo de Cultura Económica.
- Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2014). Identifying research fields within business and management: A journal cross-citation analysis. *Journal of the Operational Research Society*, Online. doi: DOI: 10.1057/jors.2014.113
- Nelson, R. And S. Winter (1982) An evolutionary theory of economic change. Harvard University Press, Cambridge, MANOM
- Popper (1973) Epistemología Evolutiva. En Miller, David (Comp) (2006). Popper: escritos selectos. FCE, México.
- Pyka, A. and Ahrweiler, P.; (2004) 'Applied Evolutionary Economics and Social Simulation - An Introduction'. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 7 (2)
- Pyka, Gilbert y Arwheiler (2001) Innovation Networks - A Simulation Approach. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 4, no. 3, <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/4/3/8.html>
- Sakaiya, Taischi (1995) Historia del Futuro, la sociedad del conocimiento. Edit. Andrés Bello, Santiago, Chile.
- Scharnhorst, A., Börner, K., & Besselaar, P. v. (2012). Models of Science Dynamics: Encounters Between Complexity Theory and Information Sciences. Berlin: Springer-Verlag.
- Shinn, Terry (1999). Change or mutation? Reflections on the foundations of contemporary science. *Social Science Information* 38(1, March), 149–76
- Thagard, P. (1989) Computational Philosophy of ciencia. MIT Press: Cambridge, MA.
- Thagard, P. (1993). Computational Philosophy of science. London: Massachusetts Institute of Techonology.
- Van den Besselaar (2012) Science policy and the challenges for modeling science. En Models of Science dynamics. Encounters between complexuty theory and information science.
- Velho, L. (2011). La ciencia y los paradigmas de política científica, tecnológica y de innovación. In H. Arellano y P. Kreimer (Eds.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Siglo del Hombre. Bogotá.

- Vessuri, H. (1994). La ciencia académica en América Latina en el siglo XX. REDES, Revista de estudios sociales de la ciencia, 2, 41–76.
- Vivanco, Manuel (2010) Sociedad y Complejidad. Del discurso al modelo. Universidad de Chile. Ed. LOM.
- Vivanco, Manuel (s.f.) tematizando la noción de emergencia en ciencias sociales. Documento inédito.
- Vos, Rein, Rikken (1998) Connecting disconnected structures: The modelling of scientific discovery in medical literature databases. En Ahrweiler, P. and Gilbert, N (eds). Computer Simulations in Science and Technology Studies. Berlin, New York: Springer
- Whitley, Richard (1994) Cambios en la organización social e intelectual de las ciencias: la profesionalización y el ideal aritmético. En Olivé, León (Ed.) La explicación social del conocimiento. UAM, México.
- Windrum, Paul and Birchenhall, Chris (1998) Developing simulations models with policy relevance: the implications of recent UK reforms for emergent scientific disciplines. En Ahrweiler, P. and Gilbert, N (eds). Computer Simulations in Science and Technology Studies. Berlin, New York: Springer
- Zizek, Slavoj (2008) Sobre la violencia. Seis reflexiones marginales. Edit. Paidós, Bs. Aires, Argentina.