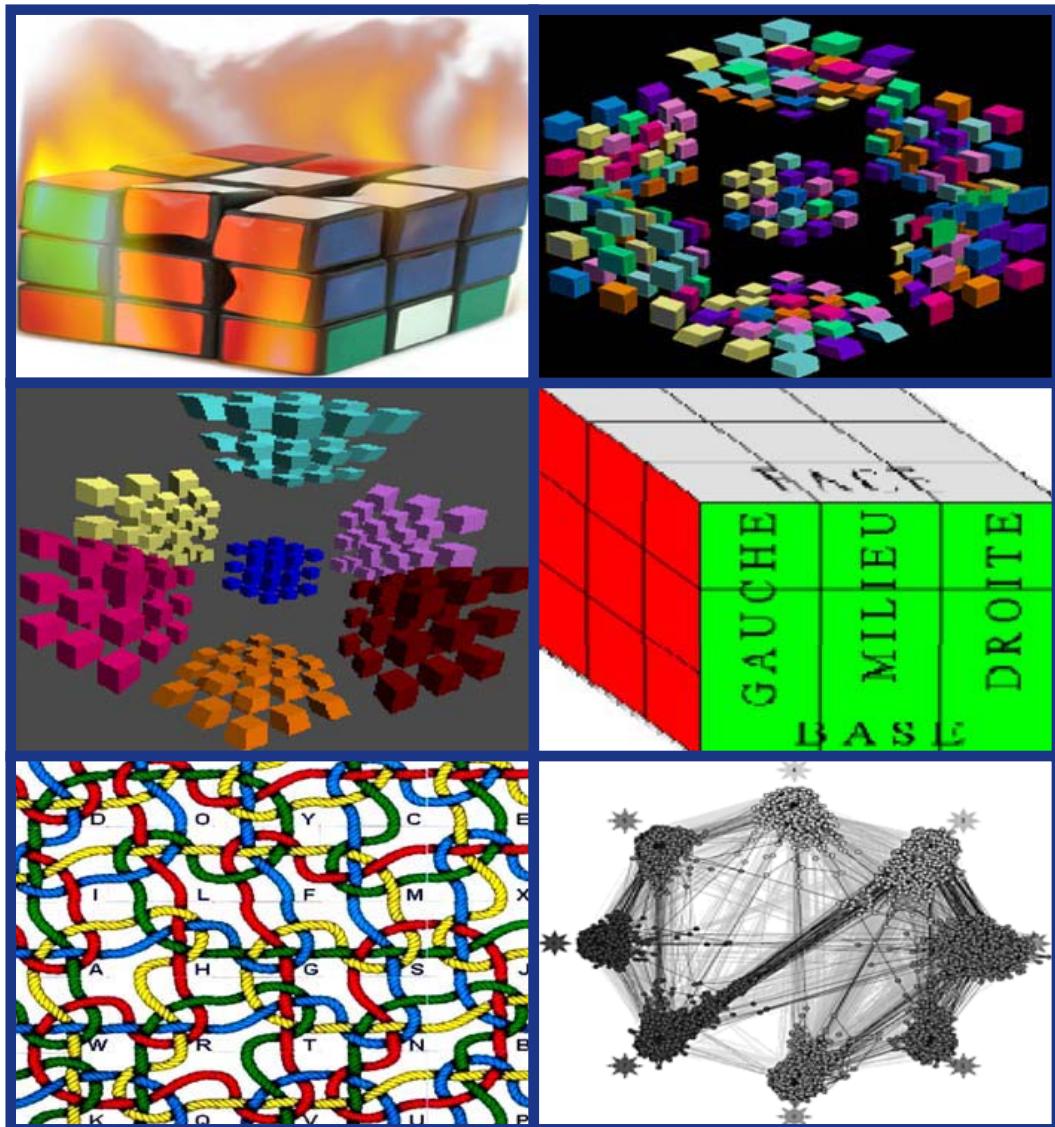


Introducción a la Sociología Matemática

Antonio Alaminos



*SEMINARIO PERMANENTE DE ESTUDIOS SOCIALES
UNIVERSIDAD DE ALICANTE*

Introducción a la Sociología Matemática

Antonio Alaminos

El presente libro ha sido posible gracias a la ayuda de Grupos I+D+I: OBETS, Ref. GRUPOS03/209, financiado por la Conselleria de Empresa, Universidad y Ciencia, Generalitat Valenciana.

Introducción a la Sociología Matemática

© Alaminos, A.F.

I.S.B.N.: 84-609-7674-2
Depósito Legal: A-918-2005

OBETS – Observatorio Europeo de Tendencias Sociales. www.obets.ua.es
SPES – Seminario Permanente de Estudios Sociales

Diseño de cubierta: A. Alaminos
Maquetación: Mª José Ros

Impreso en España
CEE Limencop CEE
965903400 Ext. 2784
publicaciones@limencop.com

Índice de Contenido

Presentación.....	3
1. El conocimiento científico.....	7
1.1. La ciencia.....	27
1.2. El método científico.....	35
2. La Sociología.....	55
2.1. Objeto.....	58
2.2. Método.....	65
2.3. Teoría y empiría.....	71
2.4. La Sociología y sus especialidades.....	80
3. La Sociología Matemática.....	89
3.1. Definición.....	94
3.2. Antecedentes de la Sociología Matemática.....	101
3.2.1. La Sociología clásica.....	111
3.2.2. El siglo XX.....	120
3.2.3. Lazarsfeld y la formalización de la sociología matemática.....	123
3.2.4. La expansión de modelos aplicados	128
3.2.5. Desarrollos desde los años 70.....	132
3.3. Objeto.....	143
3.4. Método.....	150
3.4.1. Modelos y representación.....	151
3.4.2. Modelos y formalización.....	154
3.4.3. Los procedimientos de modelado matemático.....	170
3.4.3.1 Procesos sociales.....	173
3.4.3.2 Estructuras.....	187
3.4.3.3 Modelos de elección racional.....	237
3.4.3.4 Simulación	245
3.4.4. Los modelos de medición.....	252
3.4.5. Matemáticas.....	275
3.4.6. Estadística	294
3.4.7. Computación.	297
Bibliografía general.....	305

Presentación

Considerando las expectativas despertadas por la sociología matemática durante la década de los 70 y su menor presencia en el campo de la sociología en las décadas posteriores, podría pensarse que nuevamente se reproduciría esa naturaleza oscilatoria que le atribuyen algunos autores. Sin embargo, un examen más detallado permite apreciar que esto no ha sido de este modo. Son muchos los ejemplos: las estrategias de modelado basadas en redes sociales, las diferentes aproximaciones a la simulación (tipo Forrester o algorítmicas), el modelado de procesos sociales, los modelos estructurales, todos ellos han mostrado un proceso continuado de innovación y aplicación. Destaca, en ese sentido, una especialización muy importante dentro de la disciplina.

Esta especialización se explica por dos factores, el carácter aplicado de las estrategias de modelado y una menor necesidad de cambiar de método matemático. En términos aplicados, determinados fenómenos sociales se prestan más a unos procedimientos que a otros; por ejemplo, el enfoque sobre la relación sugiere el empleo de redes o estructuras, mientras que cuando la atención se dirige al actor se preferirá los modelos de decisión. La consecuencia de ello es la preferencia por una estrategia en particular, en la que se abunda conforme se acumulan las investigaciones. El segundo factor de especialización proviene de la importante plasticidad que aporta el desarrollo continuado de la computación (tanto en algoritmos como en memoria o velocidad de proceso). De este modo, un investigador familiarizado con la notación de la estrategia de redes, puede modelar el cambio mediante la dinámica de redes, o producir simulaciones que le permita evaluar diferentes procesos y comprender la naturaleza de estos.

La posibilidad de analizar redes dinámicas se produce gracias a la computación y la investigación de algoritmos. Este ejemplo permite apreciar un proceso muy importante por el que las estrategias de modelado se perfilan de forma autónoma cada vez en un mayor grado. La clásica distinción entre estrategias para modelar procesos y estructuras se va diluyendo, en la medida que la computación ha permitido a las estructuras empezar a “moverse”.

La sociología matemática se constituye como disciplina vertebradora entre métodos y estrategias de modelado formal, integrando y evaluando, entre otras cosas, la pertinencia de las presunciones matemáticas, el ajuste entre presunciones y sociedad que se propone teóricamente, la comparación entre estrategias para un mismo fenómeno, la difusión de la aplicación de modelos entre fenómenos sociales, etc.

Un aspecto interesante proviene de la relación entre estadística y sociología matemática. Es evidente que la estadística cumple una función importante en la sociología matemática, especialmente la estadística matemática. Sin embargo, el empleo de modelos estadísticos para testar hipótesis no es la actividad central de la sociología matemática. Es importante destacar este hecho dado el papel que los procedimientos estadísticos han ocupado en la sociología actual. En los últimos quince años se ha producido, tanto en España como internacionalmente, una “explosión” de programas y procedimientos estadísticos, asociados a la difusión y popularización de los ordenadores personales así como al crecimiento del “mercado” de este tipo de utilidades en las ciencias sociales. Una vez realizada la matización con respecto al testado de hipótesis, cabe destacar la contribución fundamental que esta realizando la estadística matemática a la sociología matemática. Por ejemplo, en potenciar la plasticidad de los procedimientos matemáticos, tanto en lo referido a la medición como al tratamiento de los fenómenos sociales. Se está abandonando rápidamente la rigidez de las representaciones mecanicistas, en parte impuestas por unos métodos de formalización más próximos a la ciencia natural del siglo XIX que a las matemáticas actuales. Así, basten unos pocos ejemplos. En análisis multinivel, se reconoce la naturaleza jerárquica e integrada de los fenómenos sociales, recogiéndose una

aproximación que podría representarse como “muñecas rusas” (también “cajas chinas”), donde se tiene en cuenta la inclusividad y subordinación de los fenómenos sociales. Actualmente son varios los programas que permiten de forma accesible este tipo de análisis (como el M+). Otro ejemplo notable de plasticidad es el “escalamiento óptimo”. Esta aproximación permite que la medición se flexibilice de modo que las variables “no métricas” adopten “roles” métricos dependiendo de su “coordinación” empírica con otras variables. De este modo, surgen alternativas donde se puede abandonar la noción de “isomorfismo” estricto por otra más plástica, propia de la “teoría del dato”. En términos de metáfora, “las variables” y su relación con la realidad han entrado en el mercado, de forma que el “valor” depende de los “valores” de las variables que definen el fenómeno social en estudio. La transformación supone una relativización notable, de modo que no podría hablarse de variable y sus valores, sino de variable que se realiza en diferentes valores según “contexto”. Prácticamente podrían considerarse variables “goffmanianas”.

Junto a las dinámicas anteriores, se están desarrollando otras mucho más cuestionables, en gran parte, precisamente como consecuencia de los desarrollos en la ciencia de la computación en los distintos campos científicos. Así por ejemplo, mencionábamos como el análisis de redes, generalmente estructural, permitía actualmente un tratamiento dinámico, donde las estructuras cambian en el tiempo. En esta aproximación, especialmente en simulación, se han importado algoritmos desde el campo de la biología evolucionista que incorporan fuertes contenidos teóricos, como es el caso de las “redes evolucionarias”, regidas por la noción de adaptación operativa. Otro ejemplo de difusión con una “contaminación” teórica notable son los algoritmos genéticos (basados en la lógica difusa) también importados desde la biología, y que son el corazón que late tras varias simulaciones actuales. Desde el punto de vista de la tradición sociológica representan, según el acento, una actualización tanto del estructural funcionalismo más conservador, como del darwinismo social.

En ese sentido, una de las actividades de la sociología matemática procede del hecho que cada vez son más frecuentes las “diferencias” (algoritmos, métodos de modelado, de procedimientos tecnológicos y

operacionales) entre disciplinas. Sin embargo, una estrategia de modelado contiene presunciones que le aproximan con mayor o menor intensidad a una familia teórica. Como destacaba Sorensen, la Sociología Matemática se ocupó de “ilustrar” diferentes métodos mediante aplicaciones y ejemplos cuando esta actividad era poco habitual. Sin embargo, su actividad principal es, sin duda, la sistematización crítica de estos métodos y modelos (la “traducción” sociológica de sus debilidades y potencialidades, de sus presunciones matemáticas y de las sociedades que suponen dichos principios), así como contribuir al desarrollo, integración y mejora de los métodos de modelado. La utilidad de la integración es evidente. Un ejemplo de ello es la convergencia en los años 70 de tres actividades redundantes y complementarias. El análisis de factores en la psicología, el análisis de senderos y causal en la sociología y el análisis estructural de la econometría se unificaron para dar lugar los métodos de modelado mediante ecuaciones estructurales que fructificaron continuadamente desde entonces en muchas y variadas aplicaciones. (MTMM, MIMIC, etc).

El texto que aquí se presenta se ordena secuencialmente de modo jerárquico. En una primera parte se desarrollan las características y se debate el conocimiento considerado como científico, para a continuación considerar la sociología como campo de actividad científica caracterizado por la pluralidad metodológica y la diversidad de su objeto, finalizando con el objeto y método de la sociología matemática. Una vez considerada analíticamente la disciplina, en una segunda parte se desarrolla el método docente que se propone para la materia. Dada la dinámica de la sociología matemática actual, se pone un énfasis especial en las nuevas tecnologías, sin las que es imposible, como se destaco anteriormente, la práctica o la docencia de esta materia.

1. El conocimiento científico

El estudio de la actividad científica, en tanto que forma específica de conocimiento, corresponde a la Epistemología. Esta se define como la teoría del conocimiento del saber científico. Pese a los todavía borrosos contornos de esta teoría nacida el pasado siglo, continúa aceptándose como *epistemología* la teoría del conocimiento científico que investiga la rectitud de los métodos y procedimientos de cada ciencia o del pensamiento científico en general. Esta se clasifica formalmente, según J.A. Cañas y J. Fernández¹, de la siguiente forma. La Metaciencia se subdivide en externa e interna. La *Metaciencia externa* correspondería a la actividad de la Sociología de la ciencia, la Historia de la ciencia y la Psicología de la ciencia. La *Metaciencia interna* a la Metodología de la ciencia, la Lógica de la ciencia y la Filosofía de la ciencia. En términos de actividad científica es especialmente interesante la Metaciencia interna, en la medida que se concentra en la producción de conocimiento. Así, la Metodología de la ciencia estudiaría el método científico, la Lógica de la ciencia se ocuparía de las teorías, sintaxis y semántica de enunciados y por último la Filosofía de la ciencia que se ocuparía de los presupuestos y consecuencias de la actividad científica. Al igual que el resto de la actividad científica esta disciplina se sujeta, evidentemente, a los mismos condicionantes y circunstancias de las demás actividades científicas, lo que implica la presencia de debate. Así, J. Ziman señala que “se nos ha propuesto que distingamos cuidadosamente entre Ciencia como un cuerpo de conocimiento, Ciencia como lo que hacen los científicos y Ciencia como una institución social. Esta es precisamente la clase de distinción que no se debe hacer (...). El problema ha sido descubrir un principio unificador para la Ciencia en todos sus aspectos (...). Antes de que se pueda distinguir separadamente la dimensión filosófica, psicológica o sociológica de la Ciencia, se debe de alguna manera haber tenido éxito en caracterizarla como un todo”². Como señala E. Medina, esto plantea que no es posible estudiar la estructura cognitiva de la ciencia

¹ J.A. Cañas y J. Fernández, *Metodología de las Ciencias Sociales*, Córdoba, Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba, 1994, p.42.

² J. Ziman, *Public knowledge: an essay concerning the social dimension of science* Cambridge, Cambridge UP. 1968 p.11. Citado en E. Medina, *Conocimiento y sociología de la ciencia*. Madrid, Cis, 1989, p. Xi.

independientemente de su estructura institucional y social. Así “Quizás fuera por todo esto más acertado acometer el estudio de la ciencia/s desde una visión que integrara las aportaciones de la sociología, filosofía, política, psicología social, economía, historia... de la misma/s. Por eso, en el área cultural alemana (Klima y Viehoff)³, se prefiere utilizar términos tales como *Wissenschaftsforschung* (estudio de la ciencia) o *Wissenschaftswissenschaft* (ciencia de la ciencia)⁴. Para Bunge en la actividad epistemológica⁵ cabe destacar que este análisis concierne a la ciencia propiamente dicha; se ocupa de problemas filosóficos que se presentan en el curso de la investigación científica o en la reflexión acerca de problemas, métodos o teorías de la ciencia, proponiendo soluciones claras a tales problemas. Debe distinguir la ciencia auténtica de la seudo ciencia. La epistemología abarca tanto los problemas de demarcación de la ciencia, el concepto de ciencia y los problemas del incremento y desarrollo del conocimiento científico. Todos estos aspectos han sido objeto de debate entre las diferentes corrientes epistemológicas.

El concepto ciencia, en su acepción original y más general, equivale a toda clase de saber. Sin embargo, históricamente, ciencia vino a significar, de modo más preciso, un tipo específico de conocimiento. R. Singleton plantea como “el objetivo de la ciencia es producir conocimiento, comprender y explicar algunos aspectos del mundo que nos rodea. Sin embargo, acumular conocimiento no distingue por sí mismo la ciencia de la mitología. (...) esencialmente es una cuestión de *cómo* y *por qué* determinado conocimiento es aceptado por la comunidad de científicos. Dos criterios interrelacionados determinan la aceptación o rechazo. Uno de los conjuntos de criterios se refiere a la estructura o forma lógica del conocimiento , el otro a las evidencias sobre las que se basa. Al discutir la naturaleza de la ciencia, diferenciamos entre leyes, principios y teorías que constituyen el *producto* de la ciencia y los métodos y la lógica de la investigación que comprende el *proceso*

³ R. Klima y L. Viehoff, “The sociology of science in West Germany and Austria”, en R.K. Merton y J. Gaston (comps.), *The sociology of science in Europe*. University Carbondale (Ill.), Southern Illinois, 1977, pp.159-192.

⁴ E. Medina *Conocimiento y sociología de la ciencia*, Madrid, CIS, 1989, p. xi-xii.

⁵ M. A. Bunge, *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*, Barcelona, Ariel, 1985.

mediante el que el conocimiento científico es creado y testado”⁶. En ese sentido, la ciencia implica un producto con unas características determinadas y un proceso concreto de producción.

Existe, como se ha indicado, un debate importante sobre los criterios de producto y de proceso en la elaboración del conocimiento científico. Comenzaremos exponiendo el punto de vista del positivismo. El positivismo lógico es una corriente filosófica que floreció en el primer tercio del siglo XX, encontrando en la ciudad de Viena un referente. El positivismo lógico aspiraba a construir una teoría de la ciencia, mediante un análisis del significado y del método. Desde esta perspectiva solamente son válidas y están dotadas de significado aquellas ciencias que, o son tautológicas (es decir, que su verdad o falsedad es un problema puramente formal, que se resuelve absolutamente *a priori*) o son empíricas, o sea, proponen hipótesis cuya verdad o falsedad puede establecerse mediante la verificación empírica, recurriendo a la experiencia sensible. La lógica y la experiencia son centrales en esta aproximación para caracterizar a la ciencia. Por lo tanto, existirían dos tipos de ciencia posibles, las ciencias formales y las ciencias empíricas. En las ciencias formales no es preciso recurrir a nada exterior para saber si una proposición determinada es verdadera o falsa. No hay que experimentar. Basta con aplicar las propias reglas de constitución de las ciencias para saber si es o no correcta. Por eso se llaman también *a priori*. Sus proposiciones válidas se llaman tautologías o axiomas, y son esquemas formales que serán válidos cualquiera que sea el contenido de que los dotemos. Al decir válidos queremos decir formalmente correctos. Estas ciencias constituyen sistemas cerrados, sin referencia a nada exterior, pero, en cambio, sus esquemas formales son muy útiles como modelos auxiliares de otros conocimientos. Las ciencias empíricas, en cambio, se refieren a fenómenos externos, al mundo de la experiencia. Para saber si sus hipótesis son verdaderas o falsas necesitamos recurrir a las comprobaciones experimentales. Estas ciencias, por tanto, sí nos enseñan cosas nuevas, y sus proposiciones están dotadas de contenido, se refieren a objetos del mundo, y el criterio para afirmarlas o negarlas es la verdad de lo que propone (además de la validez formal de sus argumentos). Esto implica que las ciencias

⁶ R.Singleton, B. Straits, M. Straits y R. McAllister, *Approaches to social research*, New York, Oxford University Press, 1988, p.18.

empíricas se someten a un doble control, sus proposiciones pueden ser verdaderas o falsas en función a un criterio de verdad, definido en el positivismo como el ajuste entre una proposición y lo que sucede en el mundo. Un elemento destacado lo ocupa la noción de experimento en la ciencia empírica. En ese sentido, la referencia a su contraste con la realidad se prescribe mediante unos procedimientos muy específicos. Los positivistas lógicos sólo reconocían valor, como vimos, a la lógica y la matemática, como sistemas formales, y a las ciencias empíricas, o sea, las ciencias en las que es posible comprobar las hipótesis experimentalmente. La metafísica, la ética, y también todas las ciencias sin carácter experimental, eran calificadas de meros absurdos. Pero incluso dentro del ámbito de las ciencias empíricas era necesaria la limpieza radical, purificándolas de elementos teóricos. En las ciencias naturales sólo puede admitirse aquello que es verificable mediante la observación ya sea realizable o simplemente definida en su realización potencial. De este modo las frases que no se refieren a términos directamente observables no tienen cabida en la actividad científica. Como una aplicación tajante de este principio excluiría toda generalización universal (no podríamos decir “todos los gatos tienen cuatro patas”) y convertiría la ciencia en algo de muy corto alcance, se llegó a una solución de compromiso: para que una proposición tenga sentido basta con que sepamos qué experimento tendríamos que hacer para comprobarla. De este modo, en el caso de las ciencias empíricas, el principio de verificación devendría un elemento central en la demarcación entre ciencia y no ciencia desde el empirismo lógico. Así, el hecho de que una proposición sea verificable o no, es decir, que mediante una comprobación empírica o un análisis formal se pueda establecer su verdad o su validez, servirá de criterio, no sólo para saber si es verdadera, sino para decidir si es científica o es una simple fantasía sin sentido. Una proposición será verificable directamente si es posible comprobar su verdad mediante la observación simple. Puede serlo en sentido fuerte o débil, según la experiencia nos la presente como absolutamente verdadera o, simplemente, como probable. También puede ser indirectamente verificable si cumple dos condiciones: primera, que en conjunción con otras determinadas premisas implique una o más declaraciones directamente verificables, que no sean

deducibles de estas otras premisas solas y segundo, que las otras premisas sean, o analíticas, o directamente verificables.

Éstas serían, en síntesis, las características que definirían al conocimiento científico frente a otros tipos de conocimiento. Es evidente que el criterio es muy restrictivo y conduce a una definición de ciencia poco realista. El segundo aspecto importante es el definido por el método científico. Para Russell, el científico parte siempre de la observación directa de los hechos, para llegar más tarde a la elaboración de teorías que den razón de ellos, mediante una progresiva generalización. De este modo para llegar a establecer una ley científica existen tres etapas principales: la primera consiste en observar los hechos significativos; la segunda, en sentar hipótesis que, si son verdaderas, expliquen aquellos hechos; la tercera, en deducir de estas hipótesis consecuencias que puedan ser puestas a prueba por la observación. Si las consecuencias son verificadas, se acepta provisionalmente la hipótesis como verdadera, aunque requerirá ordinariamente modificación posterior, como resultado del descubrimiento de hechos ulteriores⁷. Desde este punto de vista se procede desde los hechos hasta la hipótesis para explicarlos, y desde la hipótesis nuevamente hasta los hechos a efectos de verificación. La reiteración acumulada de este procedimiento producirá una generalización cada vez mayor, agrupando diversas hipótesis bajo una ley más general. Para Russel la ciencia, en su último ideal, consiste en una serie de proposiciones dispuestas en orden jerárquico; refiriéndose las del nivel más bajo en la jerarquía a los hechos particulares, y las del más alto, a alguna ley general que lo gobierna todo en el universo. Los distintos niveles en la jerarquía tiene una doble conexión lógica: una hacia arriba, y la otra hacia abajo. La conexión ascendente procede por inducción; la descendente, por deducción. Es decir, los científicos operan desde los hechos a las leyes, de lo particular a lo general, y son preferentemente inductivistas en su tarea empírica. Los sistematizadores proceden al revés, partiendo de las leyes generales hasta llegar a los hechos particulares, y son preferentemente deductivistas. Si la ciencia está bien construida, la doble escalera funciona de manera fluida y sin fisuras. De este modo, en el método del científico tienen un papel

⁷ B. Russell, *La perspectiva científica*, Barcelona, Ariel, 1971.

relevante la observación y el experimento para determinar la falsedad o no de las hipótesis y de la lógica para determinar su validez formal. La versión fuerte del positivismo lógico recibió varias revisiones importantes, y se constituyó en el referente (de crítica o de refinamiento) de los debates posteriores. Popper realiza una crítica importante al principio de verificación desde la opinión de que las teorías científicas son complejas y no pueden despojarse de conceptos generales y teóricos hasta el punto de ser directa y totalmente sometibles a verificación empírico-sensible. Esta matización no contradice la importancia central concedida a los experimentos en la demarcación entre ciencia y no ciencia. De este modo, la ciencia se distingue de las proposiciones metafísicas en que está dotada de contenido real y puede elaborar predicciones que pueden comprobarse experimentalmente, bien de manera directa, bien extrayendo conclusiones según las normas de la lógica matemática. Estos experimentos no servirán, desde luego, para probar de una forma concluyente y de una vez por todas la verdad de una teoría. Constituye una prueba de modo que si sus predicciones no se cumplen, la teoría será puesta en cuestión y eventualmente desechará. Así, para Popper la experiencia no puede probar la verdad, pero sí demostrar la falsedad. De este modo reemplaza el principio de verificabilidad por el de falsabilidad. Esto responde a la aplicación de la lógica deductiva a la argumentación de la demostración. Supongamos que los datos confirman la predicción, por ejemplo, que la tasa de suicidio sería menor entre los católicos que entre los protestantes. Entonces podemos considerar que la hipótesis que explica la relación entre solidaridad social y suicidio se “confirma”. No obstante, no podemos decir que la veracidad de la hipótesis esté probada, sólo que la probabilidad de que sea cierta se incrementa. Concluir desde la confirmación de las observaciones que la hipótesis está probada implicaría efectuar el siguiente argumento:

- Si la hipótesis es verdadera, entonces los hechos predecidos son verdaderos.
- los hechos predecidos son verdaderos
- luego la hipótesis es verdadera

Es decir, notado mediante los ya conocidos “p” y “q”

Si p, entonces q.

q.

Luego p.

Lo que constituye en lógica deductiva la falacia de afirmar el consecuente; por lo tanto desde el punto de vista deductivo define un argumento *no válido* que no prueba la conclusión. En definitiva, los hechos que se confirman son el consecuente de la hipótesis (q). El motivo de sobra conocido es que el argumento no cierra las puertas a explicaciones complementarias. Así, los hechos explicados por la hipótesis “solidaridad social” podrían también ser explicados por hipótesis alternativas (“las demencias”); de la misma forma una predicción derivada de una hipótesis podría tener origen en otras hipótesis diferentes. Así, deductivamente no podemos afirmar que se pruebe la verdad de la hipótesis por el hecho de que la realidad confirme sus predicciones. Desde una lógica inductiva si podemos, sin embargo, afirmar que si una hipótesis predice un hecho observable y esto se ve corroborado por las evidencias, su probabilidad de ser cierta se incrementa, (aun cuando no este probada definitivamente). Durante la generación de la hipótesis en relación a los hechos, cada predicción que se confirma supone una evidencia más en apoyo de la hipótesis. Así, podemos afirmar que, tras corroborar la relación existente entre religión y suicidio, entenderíamos que se afianza la hipótesis original. De este modo, en lógica confirmatoria, cada predicción viene a convertirse en una premisa adicional del argumento inductivo sobre el que se apoya la hipótesis o explicación. Por el contrario, como plantea Popper, la contradicción de hipótesis si es una prueba importante sobre la validez de la hipótesis. A efectos de concluir algo acerca de una hipótesis en base a su contrastación empírica, la lógica de falsar es diferente en sus resultados a la lógica de verificar. Esto viene dado porque el razonamiento que se argumenta desde una evidencia empírica contradictoria que rechaza la hipótesis es deductivamente válido, adoptando la forma siguiente:

- Si la hipótesis es verdadera, entonces los hechos predecidos son verdaderos,
- la hipótesis no es verdadera,
- luego los hechos predecidos no son verdaderos.

Que argumentada en notación adopta la siguiente forma silogística

Si p, entonces q.

No p.

Luego no q.

Esta forma argumental, denominada negación de consecuente, es deductivamente válida. Es en base a ello que Popper mantiene que las hipótesis no pueden ser verificadas (probadas), pero sí pueden ser falsadas (negadas). Esta posición se concentra exclusivamente sobre el argumento lógico. Sin embargo, el rechazar o aceptar hipótesis implica muchas operaciones diversas. El criterio lógico analiza exclusivamente el argumento, pero no examina en detalle la validez de la inferencia, es decir, que la predicción está claramente implicada en la hipótesis, o que las mediciones efectuadas poseen una correlación epistémica importante o no (en definitiva que la predicción sea verdaderamente falsa o no). Dado que los testados de hipótesis emplean implícitamente dichas presunciones, dándolas por correctas, falsar una hipótesis no constituye una base determinante para rechazar categóricamente una hipótesis, es decir descartarla, suprimirla definitivamente del repertorio explicativo. Consideramos que en principio, si el confirmar una hipótesis incrementa su probabilidad de ser cierta, el ser falsada debe hacer decrecer esa probabilidad. Sin embargo, verificar o falsar no tienen el mismo peso en la práctica de la actividad científica. El falsar una hipótesis tiene mucho más peso para rechazar una hipótesis que el correspondiente a verificar para aceptarla, en gran parte debido a la propia estructura del argumento desde un punto de vista deductivo.

En general existen dos estrategias para aportar evidencias empíricas a favor de una hipótesis y con ello consolidarla como una explicación válida de una realidad social. Una de ellas consiste en

ofrecer múltiples confirmaciones de la hipótesis en base a predicciones. La otra consiste en eliminar hipótesis alternativas mediante falsaciones. En la estrategia confirmatoria es aceptado que cuanto mayor es el número de pruebas predictivas que respaldan una hipótesis, así como diversos los ámbitos en que se prueba, mayor es la probabilidad de que sea cierta. En el mismo sentido, cuanto mayor número de hipótesis alternativas son falsadas con relación a los datos empíricos así como la acumulación de falsaciones sobre una misma hipótesis, mayor probabilidad de ser cierta posee la hipótesis no falsada. En ese sentido, donde la predicción funciona como testado, una parte importante de la actividad científica está orientada a buscar explicaciones alternativas a hechos explicados o por explicar, siendo en definitiva la mejor prueba aquella que confirma una hipótesis y falsa, simultáneamente, las alternativas. Para Popper es el método lo que diferencia la ciencia del pseudoconocimiento, y el método por él preconizado recibe el nombre de hipotético-deductivo. El científico inventa una hipótesis y, a partir de esta teoría general, deduce, con el auxilio y el control de la lógica formal, una serie de conclusiones que luego deberá someter a la prueba de la experiencia.

Así, Popper afirma como “El hombre de ciencia, ya sea teórico o experimental, propone enunciados –o sistemas de enunciados- y los contrasta paso a paso. En particular, en el campo de las ciencias construye hipótesis –o sistemas de teorías- y las contrasta con la experiencia por medio de observaciones y experimentos. Según mi opinión, la tarea de la lógica de la investigación científica –o lógica del conocimiento- es ofrecer un análisis lógico de tal modo de proceder: esto es, analizar el método de las ciencias empíricas”⁸. En ese sentido, Popper significa un rechazo al inductivismo, destacando en la actividad del científico el elaborar teorías y contrastarlas. El análisis lógico no puede aplicarse a lo que se llama el contexto de descubrimiento, o sea, al acto de inventar hipótesis, que es creativo y personal y donde interviene frecuentemente el azar, sino tan sólo a lo que se llama el contexto de justificación, o sea, la comprobación de la teoría mediante la deducción de conclusiones y el contraste con la experiencia. Para Popper “Podemos distinguir cuatro procedimientos de llevar a cabo la

⁸ K.R. Popper, *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1962, p. 30.

contrastación de una teoría. En primer lugar, se encuentra la comparación lógica de las conclusiones unas con otras: con lo cual se somete a contrastar la coherencia interna del sistema. Después, está el estudio de la forma lógica de una teoría, con objeto de determinar su carácter: si es una teoría empírica-científica, o si, por ejemplo, es tautológica. En tercer término, tenemos la comparación con otras teorías, que tiene por principal mira la de averiguar si la teoría examinada constituiría un adelante científico en caso de que sobreviviera a las diferentes contrastaciones a que la sometemos. Y finalmente, viene el contrastarla por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ella”⁹. De este modo, Popper piensa que la experiencia es el criterio de demarcación que permite distinguir no sólo qué teorías son científicas, sino también cuáles se refieren a algo real y cuáles son meras especulaciones vacías de contenido. “Podemos distinguir tres requisitos que nuestro sistema teórico empírico tendrá que satisfacer. Primero, ha de ser sintético, de suerte que pueda representar un mundo no contradictorio, posible; en segundo lugar, debe satisfacer el criterio de demarcación, es decir, no será metafísico, sino representará un mundo de experiencia posible; en tercer término, es menester que seá un sistema que se distinga –de alguna manera– de otros sistemas semejantes por ser el que representa nuestro mundo de experiencia. Mas ¿cómo ha de distinguirse el sistema que representa nuestro mundo de experiencia? He aquí la respuesta: por el hecho de que se le ha sometido a contraste y ha resistido las contrastaciones”¹⁰.

En lo demás, Popper mantiene esencialmente una imagen de actividad científica acumulada, colaboradora y aséptica. Esta imagen recibe un impacto importante por parte de los planteamientos de T.S. Kuhn¹¹.

⁹ *Ibid.*, p. 31.

¹⁰ *Ibid.*, p. 32.

¹¹ T.S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.

El cuadro siguiente recoge las diferencias principales entre Kuhn y el positivismo lógico¹²:

	Kuhn	Positivismo
Concepto de unidad social de explicación	Comunidad científica	Individuo
	Paradigma	Teoría
	Organiza y define la investigación	Producto de la aceptación individual
	Entraña su contexto social	Independiente del contexto social
	También sostenida por razones no racionales	Sostenida por razones racionales y consistentes
	Incomensurable con otros paradigmas	La verdad es unitaria
	Produce, suprime y constituye hechos	Los hechos son permanentes, y las teorías son mejores o peores interpretaciones de tales hechos
Asunciones sobre el desarrollo del método de la ciencia	Las reglas se deducen de los paradigmas	Las teorías se juzgan de acuerdo con los principios permanentes de la ciencia
	Fases normales y revolucionarias	Acumulación lineal de hechos y teorías
	Normalmente los científicos resuelven enigmas de un paradigma dado	Cada científico trata de descubrir nuevas verdades
	Las crisis se producen a consecuencia de las anomalías	No existen crisis en la ciencia excepto las lealtades irracionales
	Los paradigmas se crean sólo en las crisis	Las teorías son inventadas por el genio que las incorpora a su tiempo
	Los paradigmas son aceptados por las soluciones que prometen	Las teorías son aceptadas por demostración racional y empírica
	Los paradigmas del pasado se entienden en su propio contexto	Las teorías del pasado fueron la preparación de las actuales
	La ciencia progresó al evolucionar desde estadios primitivos	La ciencia progresó hacia la verdad

Desde la óptica de Kuhn toda ilusión de progreso desaparece, convirtiéndose la actividad de la ciencia en una serie de períodos distintos, discontinuos y cerrados. Además, la tolerancia y racionalidad sólo tendrían cabida en la ciencia en los períodos de rupturas de paradigmas dominantes. Durante los períodos de ciencia “normal”, regido por un paradigma aceptado, la actitud predominante es conservadora y reacia a la crítica. Sin duda Kuhn se aproxima más a la realidad trasformando un posible “deber ser” en el “es” de la actividad científica.

¹² R.G. Krohn, “The secularization of science and sociology” en L.T. Reynolds y J.M. Reynolds (comp.), *The sociology of sociology*, Nueva York, David McKay, 1970 citado en E. Medina, *op., cit.*, p.66.

Otra crítica importante procedería de Lakatos, con especial importancia al criterio de demarcación¹³. El criterio de demarcación positivista supone que una teoría no es científica cuando excluye la posibilidad de su refutación y niega la existencia de la serie de experiencias que podían derribarla. Lakatos arguye que una teoría científica compleja no prohíbe ningún hecho, porque ningún hecho podría refutarla; está amparada por una red de hipótesis auxiliares tan espesa que trasforman cualquier contradicción en excepciones explicables. Con esto entra de lleno en la crítica del falsacionismo. Así pues, la teoría de Popper, según la cual la ciencia progresa mediante una serie de refutaciones que van descartando las teorías atrasadas, en una suerte de continua transformación científica, no se corresponde con la realidad de la práctica científica. Destaca además cómo es teóricamente inconsistente, pues se basa en dos supuestos falsos.

El primero de estos supuestos es que existe una frontera natural, fácilmente perceptible, entre las proposiciones teóricas y las fácticas. Para Lakatos no hay ni puede haber sensaciones no impregnadas de expectativas y, por ello, no hay demarcación natural (psicológica) entre las proposiciones observacionales y las teóricas. Con esto enfatiza cómo toda observación supone una interpretación de lo observado y está teñida de prejuicios teóricos.

El segundo de los supuestos, que para Lakatos es erróneo, establece que una proposición puede ser confirmada o refutada por los hechos. Lakatos plantea que ninguna proposición fáctica puede nunca ser probada mediante un experimento. Las proposiciones sólo pueden ser derivadas a partir de otras proposiciones, no a partir de los hechos: no se pueden probar enunciados mediante experiencias. Precisamente porque una de las reglas de la lógica es que no se pueden mezclar lenguajes distintos. Además, el falsacionismo sólo se aplica a hipótesis sueltas.

Pero la ciencia no funciona así, sino por grandes bloques, parecidos a los paradigmas de Kuhn y que Lakatos llama programas de investigación¹⁴. Los programas de investigación se seleccionan entre sí

¹³ J. Lakatos, *Pruebas y refutaciones*, Madrid, Alianza, 1978.

¹⁴ J. Lakatos, *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza, 1983.

según la eficacia que perciben los científicos. Si un programa de investigación es productivo y rentable será adoptado por la mayoría de los investigadores. Esto implica que existen funcionando simultáneamente varios programas de investigación diferentes. Precisamente es destacable la crítica a la fragmentación que supone la falsación de hipótesis. La actividad y el conocimiento científico envuelven sistemas complejos de hipótesis o modelos; en ese sentido, la aproximación del positivismo deviene excesivamente analítica.

Una cuestión importante es la demarcación entre lo que es ciencia y lo que no se considera tal cosa. Especialmente desde las diferentes disciplinas afectadas por las clasificaciones positivistas. Una reacción airada contra esto proviene de Feyerabend. Este autor mantiene un fuerte eclecticismo, defendiendo el pluralismo metodológico y teórico así como revindicando el papel de la especulación¹⁵. Por otra parte, no atribuye ningún criterio racional a la elección de una teoría frente a otra. Los científicos optarían en función a multitud de factores, donde también interviene el gusto o la estética. Representa Feyerabend la opción más radical en lo que se refiere a una versión subjetivista y plural de la actividad de la ciencia.

El criterio de demarcación positivista era, ciertamente, demasiado estricto, desechaba como sin sentidos áreas muy extensas de la cultura, atacaba, incluso, algunas partes de las ciencias físiconaturales y, desde luego, excluía del universo propiamente científico a las disciplinas sociales y humanísticas. Por eso, provocó críticas acerbas particularmente en estos campos. Una de las más persistentes era la que proponía, frente a la unilateralidad del positivismo, aferrado al modelo de la lógica formal, la alternativa dialéctica. Los partidarios de la dialéctica criticaban, ante todo, el papel restrictivo de la lógica formal, que excluía por principio, en sus reglas y axiomas, la contradicción. Para ellos, un sistema que no puede aceptar en su seno las contradicciones y dar razón de ellas, no puede reflejar adecuadamente la realidad. La lógica dialéctica ofrecía una perspectiva que se pretendía alternativa a la lógica formal y basada en los siguientes principios metodológicos. La complementariedad mediante la que se intenta poner de manifiesto que

¹⁵ P. Feyerabend, *Contra el método*, Barcelona, Ariel, 1974.

una determinada oposición excluyente, de términos o de elementos, es en realidad aparente, y que, al contrario, esos términos o elementos forman una pareja que se apoyan el uno al otro, complementándose. Un ejemplo sería individuo y comunidad, o corpúsculo y onda. Al mismo tiempo, la implicación dialéctica consiste en hallar en los elementos o términos a primera vista heterogéneos, algunos puntos o sectores de conexión, donde esos elementos se relacionan delimitándose o interpenetrándose. Además, la lógica dialéctica, en oposición a la formal, permite reconocer e integrar la ambigüedad inherente a todas las producciones humanas, la ambivalencia de las relaciones, la pluralidad de significados, lo que resulta muy útil para el análisis de actividades humanas o para el estudio del papel de los símbolos. Otro procedimiento de la lógica dialéctica es la polarización, que trata de esclarecer determinados aspectos de la realidad mediante la polarización de elementos que a primera vista no parecen opuestos.

Por último, otro elemento caracterizador es la reciprocidad de perspectivas. Según este procedimiento, se trata de mostrar, unos elementos que, por sí mismos, no admiten ni identificación ni separación, una inmanencia recíproca, que conduce a un paralelismo, a una continuada simetría en sus manifestaciones. Esta referencia lógica es la que se encontraba detrás de gran parte de la “teoría crítica”. Destaca especialmente T.W. Adorno, denunciando la arbitrariedad¹⁶ que subyace a cualquier interpretación de la sociedad que no mantenga una permanente autocrítica de sus procedimientos y resultados. En ese sentido, la postura de los empiristas con su pretendida objetividad le parece legitimadora más que realista. Como observa M. Navarro “Según Merton, la ciencia se basa en la necesidad del ‘estudio sistemático, racional y empírico de la naturaleza’¹⁷. E, igualmente, en el sustrato que permite esa orientación ‘trabajo sistemático y metódico, diligencia constante de la ocupación de uno...’¹⁸. Esas cualidades, tan interrelacionadas con las del mundo económico, habrían facilitando no sólo el desarrollo de la ciencia, sino también, y he aquí lo importante, su aceptación social”¹⁹.

¹⁶ T.W. Adorno, *La disputa del positivismo en la sociología alemana*, Barcelona, Grijalbo, 1973.

¹⁷ R.K. Merton, *Teoría y estructura sociales*, México, Fondo de Cultura Económica, 1965, p. 565

¹⁸ *Ibid.*, p. 568

Es importante considerar que la actividad científica encuentra acomodo a sus principios en un contexto social e histórico concreto. Así, se produciría un ajuste entre lo que la sociedad considera un conocimiento operativo óptimo y lo que la ciencia postula como método. Por ello, Adorno destaca que la objetividad de la investigación social empírica no es, por lo general, sino la objetividad de los métodos, no de lo investigado. Además, la sociedad influye tanto en los datos como en nuestra investigación de ellos. Adorno considera que la gran posibilidad de investigación social empírica radica, de manera esencial, en la evolución de los métodos indirectos, con el fin de ir más allá de la mera constatación y elaboración de hechos de fachada. Ciertamente, la disputa entre positivistas y dialécticos supuso un momento importante de clarificación de presupuestos en ambas partes, si bien no fue reductible a ninguna conclusión que sintetizara ambas posiciones. Resulta evidente que no existe una sola definición de ciencia, sino que el concepto está sometido a diferentes evaluaciones, perspectivas y revisiones. Como señala E. Medina “Resulta casi imposible en nuestros días encontrar un cuerpo de acuerdos comunes para todas las corrientes epistemológicas. Sin embargo, si parece claro que casi todas ellas rechazan la lógica inductiva y el empirismo ‘fuerte’ por no corresponder a la práctica real de la ciencia y por la propias contradicciones que alberga en su seno. (...) no ha sido hasta la mitad de los años treinta cuando se aprecia una ruptura real de los criterios sobre demarcación y crecimiento de la ciencia de manos de dos filósofos tan distintos como K. Popper y Gastón Bachelard. En este sentido, constituye hoy una idea generalizada que el científico parte de unos supuestos de carácter teórico o metafísico desde los cuales organiza y trata de comprender los hechos que, de otra manera, o no podrían ser observados o no constituirían hechos integrables en el discurso de la ciencia”²⁰.

En términos generales se admite que el desarrollo de la actividad investigadora se desenvuelve dentro del marco determinado por unas asunciones de carácter epistemológico. Así, los científicos sólo pueden asumir que el mundo existe, que existe un orden en él, que es percibible a través de nuestros sentidos y que es posible el conocimiento

¹⁹ M. Navarro, "Apuntes para una teoría de la cultura económica", en VV.AA. *Escritos de Teoría Sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, 1992, p. 782

²⁰ E. Medina, *op., cit.*, p. 63.

empíricamente verificable. En ese sentido, el conocimiento científico es, por definición, verificable o falsable.

A diferencia de las matemáticas o la lógica, donde la verdad de las afirmaciones se presumen o descansan sobre afirmaciones que se asumen como verdades, la “verdad” que pueda existir en la actividad científica descansa sobre evidencias observables. Estas evidencias, a su vez, están siempre abiertas a ser reinterpretadas o contradecidas por nuevas evidencias. La actividad científica es un proceso abierto, donde nada se da por definitivo.

Para Singleton existen tres principios claves que subyacen a toda concepción científica (tomando como referencia de partida el positivismo evidentemente): empirismo (observación-sentidos), control (experimentación-verificación) y racionalidad (orden del mundo)²¹.

Empirismo. Una de las características más destacables de la investigación científica es el estar basada sobre el empirismo. Este es un modo de conocer o comprender el mundo que descansa directa o indirectamente en aquello que experimentamos a través de nuestros sentidos: vista, oído, gusto, olfato y tacto. La información o los datos son aceptados como tales en la investigación científica en la medida en que puedan ser observados o “sentidos” en algún modo, bajo condiciones específicas por individuos que poseen un aparato sensorial, inteligencia y habilidad normales. Así, un neutrón no es visible directamente, pero puede observarse indirectamente mediante las fotografías que muestran la trayectoria dejada por los neutrones. Hay que notar que los conceptos “observable” o “empírico” poseen un significado más amplio en la actividad científica que en la filosofía.

Para los filósofos, lo observable se aplica a propiedades que puedan ser percibidas directamente por los sentidos, como el color, forma, etc. Para el científico, observable es cualquier cosa que pueda ser asociada a los resultados de una medición percibible. Por ejemplo, una temperatura de 40 grados es considerada observable por los científicos porque aparece asociada a la altura de una columna de mercurio en el

²¹ R.Singleton, B. Straits, M. Straits y R. McAllister, *op. cit.*, p.29.

termómetro. Para un filósofo no sería un observable porque no existe una percepción sensorial directa de esa magnitud de calor. Por ello, en la actividad científica el empirismo aparece frecuentemente en la forma de observación indirecta, donde los instrumentos se emplean para ayudar y extender la habilidad que posean los científicos para observar. De algún modo, se trata de un empirismo sofisticado, dado que extiende la habilidad humana de observación mediante una “ortopedia” instrumental. Decir que la actividad científica se basa en el empirismo es afirmar que la única evidencia admisible a favor o en contra de una teoría o hipótesis debe de ser observable, ya sea directa o indirectamente, mediante alguna manifestación tangible. Las implicaciones de este principio son muy amplias. Por ejemplo, que el criterio de autoridad, tradición, revelación, intuición o cualquier otra forma no empírica de conocimiento no puede ser aceptada como evidencia científica. Tal como afirman Katzer, Cook y Crouch “La evidencia es lo fundamental. Si los resultados de estudios bien efectuados están en desacuerdo con la autoridad, entonces la autoridad puede muy bien haberse equivocado. El procedimiento correcto para que un experto pueda recurrir este veredicto es efectuar otro estudio. O, si dos informes de investigación están en desacuerdo, entonces deben de efectuarse más estudios adicionales hasta resolver la cuestión. La idea es que el conocimiento acerca del mundo se obtiene mejor mediante una observación cuidadosa del mundo, no mediante la contemplación de lo que uno piensa sobre el mundo”²².

Esto que actualmente se considera un principio rector del conocimiento científico actual, es enunciado como una regla por Isaac Newton, en sus reglas para la investigación de la naturaleza. “Regla cuarta. En la Física experimental, los teoremas derivados por inducción de los fenómenos, si no se dan presuposiciones contrarias, deben ser tenidos por precisamente o muy aproximadamente ciertos, hasta que aparecen otros fenómenos gracias a los cuales aquellos teoremas alcanzan mayor precisión o son sometidos a excepciones. Así debe hacerse, para que el argumento de la inducción no sea abolido a fuerza de hipótesis”²³. El principio de empirismo en la ciencia también significa

²² Katzer, Cook y Crouch, *Evaluating Information: A Guide for Users of Social Science Research*, Reading, Mass. Addison-Wesley, 1978, p.14.

²³ I. Newton, *Principios matemáticos de filosofía natural*, Madrid, Tecnos, 1997

que la actividad científica debe de limitarse a problemas o cuestiones que puedan ser solventables mediante observación. Así, la determinación de si un problema es tratable científicamente se decide por la pregunta ¿Es un tema que se pueda resolver mediante evidencias empíricas?. De ser la respuesta “no”, su tratamiento está más allá de la ciencia.

No obstante, tal y como destaca Adorno, esto no siempre es tan evidente. En gran medida, la imposición de restricciones con respecto a lo que es preguntable en función a la posibilidad o no de responder de forma empírica supone una restricción innecesaria. Especialmente cuando la respuesta empírica pasa por la desagregación en partes del problema, lo que diluye las preguntas posibles “La Ciencia ha de ocuparse exclusivamente de problema solubles. Rara vez, sin embargo, los plantea el material de manera tan concluyente. En este mismo espíritu define Popper el método de las ciencias sociales ‘como el de las ciencias de la naturaleza’. Consistiría en ‘ensayar intentos de solución para sus problemas -los problemas de los que parte-. Se proponen y se critican soluciones. Cuando el intento de solución no resulta asequible a la crítica objetiva, es descartado como algo no científico, aunque quizás sólo provisionalmente’. El concepto de problema que es aquí utilizado no es menos atomístico que el criterio wittgensteiniano de verdad; postula que cuanto caiga legítimamente en el ámbito de la sociología puede ser descompuesto en problemas particulares. A pesar del ‘sentido común’ del que a simple vista parece estar impregnada, esta tesis de Popper se convierte, rigurosamente interpretada, en una censura inhibidora del pensamiento científico. Marx no propuso la ‘solución’ de ningún ‘problema’ ya en la idea misma de ‘proponer’ viene implícita la ficción de consensus como fiador de la verdad en sí; y, sin embargo, ¿deja de ser por ello *El Capital* ciencia social? En el contexto de la sociedad, la llamada solución de un problema presupone la existencia de dicho contexto. La panacea del ‘prueba y error’ procede a costa de momentos, de tal modo que una vez eliminados éstos, los problemas son arreglados ‘ad assum scientiae’ y convertidos posiblemente, en pseudoproblemas. La teoría tiene que operar mentalmente a través de las interrelaciones –que la descomposición cartesiana en problemas particulares tiende a suprimir– mediando hacia los hechos. Incluso en determinados casos en los que

un intento de solución no resulta sin más asequible a la ‘crítica objetiva’, como Popper la califica, es decir, a su refutación, puede ocurrir que el problema tenga una importancia central desde el punto de vista de la cosa. Interrogarse en torno a sí por la fuerza de su propia dinámica la sociedad capitalista camina, como Marx enseñaba, hace su desmoronamiento o no, es enunciar una pregunta que únicamente tiene sentido en la medida en la que no se manipula el propio preguntar: es una de las más importantes de entre todas las que podría plantearse la ciencia social”²⁴.

En ese sentido, las preguntas que nos hacemos sobre la sociedad pueden abrir “ventanas” que muestran realidades nuevas. Una pregunta acertada expondrá a la luz una realidad que podría estar oculta hasta ese momento. Por el contrario, una pregunta mal formulada puede ocultar la realidad del campo de visión del investigador. Existe en esos términos una contradicción evidente entre los planteamientos positivistas puros y la reflexión crítica. En ese sentido, tal y como señalara Adorno, la actividad investigadora no se rige exactamente por criterios “formalizadores” y en la práctica la flexibilidad es muy importante, en la medida que el investigador “crea” y define las condiciones que generan “datos”.

Control. La noción de control es posiblemente la más alejada en la práctica de la investigación sociológica y de las ciencias sociales en general. El control puede alcanzarse de forma experimental y de forma estadística. En ambos procedimientos la idea central es la necesidad de controlar el máximo de factores que puedan estar influenciando el proceso o fenómeno en observación. De este modo, es factible atribuir de forma única la explicación de la variabilidad observada. En ciencias naturales nos conduce directamente a los diseños experimentales. En ciencias sociales la psicología ha sido, probablemente, la disciplina que más se plantea el empleo de este tipo de diseños en el estilo de las ciencias naturales.

En sociología, la investigación sociológica se centra sobre todo en los diseños correlacionales y en todo caso, en los diseños cuasi-

²⁴T.W. Adorno, op., cit.

experimentales. Es decir, empleando el denominado control estadístico. Éste, no obstante, no elimina el error procedente de factores presentes y no “controlados”. En ese sentido, hablar de control es hablar de errores en la investigación. Eliminar todos los sesgos es prácticamente imposible, dado que el lenguaje mismo estructura nuestra percepción del mundo. Los sesgos alcanzan incluso a la selección de los problemas para investigar o las mismas estrategias utilizadas. En el caso de la investigación experimental, existen diversos procedimientos empleados en el tránscurso de la investigación destinados a minimizar los errores. Así, la asignación aleatoria a grupos experimentales. Es importante recordar que el tipo de diseño de investigación empleado afecta a la aplicación de técnicas de análisis. Por ejemplo, los problemas del análisis de varianza con dos factores o más, empleando datos de encuestas, y por ello con casos desiguales en cada celdilla. Este ideal de control del proceso de investigación es una referencia importante en la demarcación positivista de la actividad denominada ciencia. El empleo de los procedimientos de control elimina las explicaciones confusas de los sucesos en estudio. Mientras que el investigador puede diseñar estudios para recoger información y testar determinadas explicaciones o respuestas, los hallazgos están frecuentemente abiertos a diferentes interpretaciones. La idea de control pretende emplear procedimientos que efectivamente descarte aquellas explicaciones que realmente no son coherentes con la información. En el caso de la investigación sociológica, el control es muy limitado y se reduce, en el caso de la investigación cuantitativa, a control estadístico.

Racionalidad (orden del mundo). El mundo es racional, posee orden y estructura: regularidad. Por lo tanto, existen leyes o tipos que puedan ser determinados. Max Weber observaba que la ciencia natural selecciona en el infinito de los datos sensibles los fenómenos susceptibles de repetirse y construye el edificio de las leyes. La ciencia de la “cultura” selecciona en el infinito de los fenómenos sociales lo que se refiere a los valores; valores de los contemporáneos o del historiador, y elabora (...) las diversas ciencias sociales que consideran las consecuencias regulares o los conjuntos relativamente estables²⁵. Y ello

²⁵ M. Weber, *El político y el científico*, Madrid, Alianza,

no sólo en su manifestación epifenoménica, sino en sus dimensiones explicativas internas.

1.1. La ciencia

Sobre los principios anteriores, la ciencia es definida por varios autores tanto en base a su método como a las características de su contenido. Wallace define la ciencia con un énfasis especial en el método al afirmar que la ciencia es "...un modo de generar enunciados acerca de acontecimientos del mundo de la experiencia humana y de contrastar su verdad"²⁶. Por otra parte, encontramos también definiciones más centradas en el producto. Bunge define a la ciencia como "La ciencia se define como un cuerpo creciente de ideas caracterizado por ser un conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible"²⁷. La ciencia, como resultado, se puede definir, pues, en sentido estricto, como un conjunto de conocimientos sobre la realidad observable, obtenidos mediante el método científico. De este modo la ciencia, en cuanto a su contenido, estará constituida exclusivamente por un conjunto de conocimientos sobre la realidad, en forma de conceptos, enunciados y razonamientos. Todos ellos se hallan interrelacionados entre sí y forman lo que se denomina teoría. Hay que tener en cuenta que aunque la ciencia se refiere a la realidad empírica, no está formada por hechos sino, en todo caso, por ideas. El hombre sólo puede captar la realidad conceptualmente. El campo de actuación propio y único es la realidad observable, la realidad de este mundo en que vivimos. Por último, la ciencia utiliza, como procedimiento o forma de actuación en la formación del conjunto de conocimientos que la integran, un procedimiento especial, el método científico.

Por lo que respecta a las características de la ciencia, tanto en producto como en proceso, Bunge destaca las siguientes características. *Objetividad*, se entiende en un doble sentido, primero referido a que sólo los hechos deben servir de guía a toda investigación científica,

²⁶ W.L. Wallace, *La lógica de la ciencia en sociología*, Madrid, Alianza, 1976, p.18.

²⁷ M. Bunge, *Teoría y realidad*, Barcelona, Ariel. 1981 (1^a ed. castellana 1972), p.9.

adaptándose al objeto mediante una adecuación a la realidad; el segundo sentido implica una versión fuerte del positivismo, al pedir independencia absoluta de los intereses del investigador, de sus instintos o de sus sentimientos. Este segunda vertiente ha sufrido una fuerte revisión y crítica para la actividad científica en todos los campos. Como se advertía en el concepto empirismo, una característica importante de las evidencias empíricas es la asunción de que estas constituyen una realidad externa a los científicos. A partir de ello se plantea la discusión sobre el carácter objetivo o no de la perspectiva que adoptan los científicos al analizar la realidad. Éste es, sin embargo, un debate estéril en la medida que difícilmente puede postularse una objetividad total por parte el investigador que le desvincule emotiva, personal o culturalmente del objeto de estudio. Existe un acuerdo bastante general entre los científicos en que la objetividad, en el sentido de observación libre de error no existe. El significado de objetividad es más limitado y operativo en el contexto de la investigación científica. Objetividad significa, en este contexto, que es posible para dos o más investigadores independientes, trabajando bajo las mismas condiciones, acordar que están observando la misma cosa o suceso. Es el denominado “testado intersubjetivo”. En palabras de Nagel “Objetividad es el producto de una comunidad de pensadores, cada uno de ellos ejerciendo la crítica a las afirmaciones que hacen los demás. Dado que ningún científico implicado en este proceso de crítica es infalible, y cada uno posee su propio sesgo emocional o intelectual”²⁸. En virtud a este criterio de objetividad intersubjetiva, deben describirse los detalles de la investigación de un modo preciso y exhaustivo, destacando la lógica y las técnicas de observación de tal forma que el resto de los investigadores puedan replicar y evaluar la investigación. En general, el carácter público y abierto de los procedimientos de investigación facilita la evaluación del criterio de objetividad.

Racionalidad, en la medida que la ciencia está integrada por principios y leyes científicas y no por imágenes, sensaciones, hábitos de conducta, etc. La racionalidad entraña la posibilidad de asignar conceptos de acuerdo con leyes lógicas y que generen nuevos conceptos y descubrimientos. La racionalidad ordena sus conceptos en teorías.

²⁸ E. Nagel, “The nature and aim of science” en S. Morgenbesser (ed.) *Philosophy of Science Today*, New York, Basic Book, 1967, pp. 3-13.

Sistematicidad dado que los conocimientos científicos no pueden estar aislados y sin orden. Siempre están inmersos en un conjunto y guardan relación unos con otros. Todo conocimiento científico sólo tiene significado en función de los que guardan relación de orden y jerarquía con él.

Bunge establece, además, otra serie de características del conocimiento científico afirmando que se trata de un conocimiento *fáctico*, en la medida que el conocimiento científico parte de los hechos dados en la realidad, los acepta como son y, frecuentemente, vuelve a ellos para confirmar sus afirmaciones; *trascendente* dado que el científico ha de ir más allá de los hechos y de sus apariencias, de lo contrario la ciencia sería meramente contemplativa; *analítico* al centrarse en un determinado aspecto de la realidad y, una vez dentro de esta parcela, se esfuerza en desintegrar sus objetos de estudio a fin de conocerlos con mayor profundidad y volverlos a reintegrar en su totalidad. Debe darse una *precisión y claridad del lenguaje*, de modo que los conceptos científicos han de ser definidos de una manera clara y precisa, y no sólo los conceptos, sino también los problemas. En ese sentido, acostumbra ser simbólico, creando su propio lenguaje, cuyos signos y símbolos adquieren un significado determinado, han de ser lo menos variables posible y han de estar sujetos a una serie de reglas que permitan crear estructuras más complejas. Para que la verificación/falsación de teorías sea practicable, no sólo basta con la presencia codificada de un referente objetivo, sino que la comunicación de las explicaciones o de los hallazgos debe de poder efectuarse de un modo claro y directo. Es por ello que en la investigación científica debe de prestarse una atención exquisita a la elaboración de conceptos. Los conceptos son abstracciones, comunicadas mediante palabras u otros signos, que se refiere a propiedades comunes entre fenómenos. Así, el concepto “status” es una abstracción que identifica una propiedad de las estructuras sociales.

En esta tarea de conceptualización, la primera aspiración es el carácter denotativo que se desea que adopte el lenguaje a nivel de significación, donde un concepto, un significado. En ese sentido, dentro de la noción positivista es factible la corrección del carácter connotativo del lenguaje coloquial mediante una tarea de definición lo

suficientemente estricta. Frecuentemente, se inventan nuevos términos (llamados constructos) que intentan elaborar un vocabulario altamente técnico. Esta tarea de recreación de un lenguaje más técnico aspira a la ventaja de la precisión, al cortar la cadena de connotación propia del lenguaje cotidiano. Esto puede ser puesto en duda en una doble vertiente: desde la teoría de la connotación de Freud por una parte y desde la adopción de conceptos “ideológicamente beligerantes” por otra parte. Freud advierte que la connotación se produce en el plano de los significantes y no de los significados²⁹. En esa dinámica cualquier nombre connotaría irremediablemente. En lo que se refiere a la segunda cuestión, es excesivamente frecuente el que los nombres con que se etiquetan las variables despierten o supongan algún tipo de provocación cuyo efecto colateral es la notoriedad pública del investigador gracias al debate que suscita la creación de conceptos. No obstante, es una realidad cierta que la detección de realidades sociales necesitan ser identificadas (nombradas). Ciertamente, el desarrollo de conceptos especiales viene motivado por su utilidad para comprender el mundo que nos rodea. Por ejemplo, la existencia del término “clase social” reflejan su utilidad para estudiar el orden y el cambio social. Este carácter utilitario de los conceptos, en la medida que destacan aspectos determinados de la realidad, es muy importante en la elaboración teórica.

De aquí se deduce una segunda regla en lo que se refiere al lenguaje en la ciencia: los conceptos deberían ser juzgados por su utilidad. En la actividad científica no debería existir dogmatismo con respecto a la pervivencia o importancia de los conceptos teóricos. Éstos son meros instrumentos de conocimiento que no pueden sobrevivir a su potencialidad heurística. Otra cuestión diferente es la tendencia a la pervivencia de toda teoría. Este deseo de toda teoría por mantener su posición explicativa del mundo, recurre en la práctica al atrincheramiento en aquellos conceptos que le relacionan con la realidad, prescindiendo de si estos ya significan o explican algo.

La tercera regla concerniente a los conceptos es que tiene que existir un “procedimiento” unívoco que los ligue a hechos observables o

²⁹ S. Freud, “El inconsciente”, en A. Freud (ed.) *Los textos fundamentales del psicoanálisis*, Barcelona, Altaya, 1993, pp.232-233.

sucesos. Realmente, esta regla simplemente extiende la primera en la medida que afirma que los conceptos deben de ser definidos directa o indirectamente en términos de observaciones precisas y fiables. Como tendremos ocasión de desarrollar, son los procedimientos de medición los que ligan los conceptos a la realidad. Relacionar los conceptos propios de la teoría con observaciones empíricas es el modo de permitir la verificación/falsación o de éstas.

Asimismo, el conocimiento científico es *comunicable*, y no está reducido a un núcleo de personas, sino abierto a todo aquel que por su formación esté en disposición de comprenderlo; *verificable*, en que toda la producción científica debe ser sometida a prueba, de modo que no se acepte nada que no se adecue a la realidad; *metódico*, porque el pensamiento científico no procede desorganadamente sino que planea lo que persigue y la forma de obtenerlo; procede obteniendo conclusiones particulares o generales y disponiendo de procedimientos tales como la deducción, la inducción y la analogía. Es *explicativo*, pues a diferencia del conocimiento vulgar, el científico no acepta únicamente los hechos tal como se dan; investiga sus causas e intenta dar explicación a los hechos en función de leyes y principios. También *predictivo*, dado que el conocimiento científico explica el comportamiento de ciertos hechos, pero no solamente para el presente, sino también para el futuro. *Abierto*, así, los objetos de estudio de la ciencia, sus conceptos, sus métodos y sus técnicas no son definitivos, se encuentran en constante cambio. El pensamiento científico no es dogmático, sino abierto, en razón de que sus estructuras son falibles, y es, por tanto, capaz de progresar. Por último el conocimiento debe ser *útil* implicando un neutralismo ético. Por este criterio no existen explicaciones últimas en la actividad científica, y por ello no existen teorías falsas o verdaderas (como las religiones), sino solamente “útiles” para explicar una configuración de hechos y para contribuir al progreso humano. Otras características que se predicen del conocimiento científico son la parsimonia, la abstracción y la generalidad.

Parsimonia. Para algunos filósofos es un principio. Se define esencialmente como economía del pensamiento. Es un indicador muy claro del conocimiento tal y como es entendido desde la cultura occidental, donde prima la noción de economía, la búsqueda de causas

únicas, en definitiva la máxima utilidad explicativa al mínimo coste explicativo. "He aquí en qué no estamos de acuerdo con los toscanos, consumados intérpretes del rayo. Según nosotros, la colisión de las nubes es la causa del estallido del trueno. Según ellos, la colisión de las nubes tiene por finalidad esa explosión. Como lo reducen todo a la divinidad, están convencidos no ya de que el rayo anuncia lo por venir por el hecho de haber sido producido, sino que el rayo se produce para anunciar lo por venir"³⁰. Desde la tradición científica, una exposición bastante ejemplar viene propuesta por Isaac Newton en sus reglas para la investigación de la naturaleza. "Regla primera. Para explicar las cosas naturales, no admitir más causas que las que son verdaderas y bastan para la explicación de aquellos fenómenos". Esta regla ha sido aceptada por la generalidad de los investigadores y teóricos que actúan dentro del marco de la ciencia actual. Su justificación por parte de I. Newton es, no obstante, digna de comentario: "Dicen los físicos: la Naturaleza no hace nada en vano, y vano es lo que ocurre por efecto de mucho, pudiendo realizarse con menos. La Naturaleza es simple y no prodiga las causas de las cosas." Las teorías, tal como se apuntaba, entran en conflicto entre sí en su intento de explicar y predecir los sucesos. Hoy por hoy, los criterios que rigen para la aceptación de una teoría frente a otra son bastante precisos. Una teoría será mejor en la medida que implique un número menor de leyes y asunciones, para explicar el mayor rango de fenómenos, efectuando predicciones más precisas.

Adorno critica frontalmente esta necesidad axiomática de simplificar "Todavía Wittgenstein se hace eco de ese dogma enunciado por Descartes en el *Discours de la méthode*, según el cual lo más simple -independientemente de lo que uno se represente como tal- es "más verdadero" que lo compuesto, de tal modo que la reducción de lo complejo a lo simple es deseable *a priori*. La simplicidad es, efectivamente, para los científicos un criterio valoratorio del conocimiento científico-social; véase de la quinta tesis de Popper en su ponencia de Tübingen: la simplicidad es convertida en una virtud científica; entre líneas se lee de manera inconfundible que lo complejo surja de la confusión o de la presunción del espectador. Pero lo que en realidad decide si los teoremas sociales han de ser complicados o

³⁰ Séneca, *Naturales Quaestiones*, (II, 32, 2).

simples son los objetos mismos”³¹. Ciertamente, la necesidad de simplificar puede operar haciendo confusos los fenómenos sociales que pretende explicar. En definitiva, la noción de simplificar parecería correcta siempre que no genere una reducción arbitraria o falsa de la complejidad presente en los datos. Toda simplificación prescinde de algo; lo importante es, pues, no prescindir de lo que es importante para la explicación.

Abstracción. El progreso y estructura de las teorías científicas revelan la presencia de una jerarquía de explicaciones, donde los hechos son explicados por leyes, que a su vez son explicadas por teorías; estas teorías pueden ser también explicadas por otras teorías con un grado mayor de abstracción. Detrás de este proceso de abstracción late la idea de que una compresión más profunda produce simplificaciones en las estructuras que explican los fenómenos sociales. Esta “comprensión” es, generalmente, el producto y consecuencia de describir correctamente el proceso causal que conecta los sucesos entre sí. La abstracción implica un alejamiento de la diversidad, concentrándose en lo que comparten los fenómenos sociales. En ese sentido, la abstracción es el ejercicio de localizar intersecciones entre conjuntos de composición y variabilidad diversa. Locke lo describe de la siguiente manera en su “Ensayo sobre el entendimiento humano”: “La abstracción.- Como los nombres se usan como signos exteriores de las ideas que están dentro de nosotros, y como esas ideas se toman de las cosas particulares, si cada idea particular que recibimos hubiese de tener un nombre distinto, el número de los nombres sería infinito. Para evitar este inconveniente, la mente hace generales las ideas particulares que ha recibido de los objetos; y eso lo hace considerándolas, tal como se hallan en la mente, como apariencias separadas de todas las demás existencias y de las circunstancias de la existencia real, como son el tiempo, el lugar y otras ideas concomitantes. Esto se llama abstracción, por lo cual las ideas sacadas de las cosas particulares se hacen representativas generalmente de todas las cosas de la misma clase, y sus nombres se convierten en nombres generales, aplicables a cuando existe semejante a esas ideas abstractas”³². Continuando con Isaac Newton, en sus reglas para la

³¹ T.W. Adorno, op., cit.,

³² Locke, J. *Ensayo sobre el entendimiento humano*, Madrid, Editora Nacional, 1980.

investigación de la naturaleza, una consecuencia de la aceptación de la primera regla es la aplicación de una segunda: “Regla segunda. Por consiguiente, en cuanto sea posible, hay que adscribir las mismas causas a idénticos efectos”. Por consiguiente, debe aplicarse las mismas causas a “la respiración de los hombres y de los animales, a la caída de las piedras en Europa y en América, a la luz de la llama en el hogar y el Sol, a la reflexión de la luz en la Tierra y en los planetas”³³.

Generalidad. La noción de generalidad está íntimamente ligada a la noción de abstracción. De este modo, la abstracción (en tanto que tarea simplificadora) normalmente asocia una ampliación del foco de visibilidad de la sociedad. Cuanto más amplio sea el repertorio de fenómenos que es capaz de explicar y predecir una teoría, y más precisas y fiables sean sus predicciones, más útil será una teoría. Siempre dentro de una simplificación de causas. Isaac Newton lo expone en sus reglas para la investigación de la naturaleza mediante una regla tercera “Regla tercera. Las propiedades de los cuerpos que no pueden ser aumentadas o disminuidas y que se encuentran en todos los cuerpos que es posible ensayar, deben de ser tenidas por propiedades de todos los cuerpos”. Un ejemplo de las limitaciones del principio de generalización lo expone claramente Adorno “Sin embargo, a pesar del talante positivista del propio Freud, su teoría se enfrenta con la ciencia establecida (...). Desarrollada sobre la base de un número relativamente pequeño de casos particulares, de acuerdo con el sistema científico de reglas debería incurrir íntegramente, desde la primera a la última de sus tesis, en el veredicto de constituir una falsa generalización y, no obstante, si su productividad para la comprensión de los modos y de comportamiento social, en lo que concierne, sobre todo, al 'aglutinante' de la sociedad, no sería siquiera imaginable algo que a todas luces debe ser contabilizado como progreso objetivo de la sociología durante los últimos decenios”³⁴. En el desarrollo expositivo de los principios de generalización inductiva, habitualmente se entiende que el número de casos es garante de variabilidad y, por lo tanto, de potencia generalizadora. Esto encuentra limitaciones en el caso de la psicología, donde el objeto/sujeto de análisis no por ser individual deja de suministrar conceptos “generalizables”.

³³ I. Newton, *op. cit.*

³⁴ T.W. Adorno, *op. cit.*,

1.2. El método científico

Otro aspecto importante es el del “método científico”. F. Bouza señala “Un científico es, como todo el mundo, subjetivo: deforma la realidad (y qué es la realidad, por cierto?) a su gusto más o menos consciente. Pero el científico cuenta con un instrumento moderador de la subjetividad, que es el método científico (y este es el principal tópico kantiano, en perspectiva metodológica), especie de imperativo categórico universal de la ciencia. Pero el método científico podría no ser suficiente en ciertas situaciones (lo mismo ocurre en las ciencias naturales)”³⁵. Especialmente en relación al ámbito del descubrimiento, donde la intuición no formalizada escapa a los criterios de control racional. El método científico, como tal método, es en su contenido un procedimiento de actuación general seguido en el conocimiento científico. En palabras de Bunge "Un método es un procedimiento para tratar un conjunto de problemas. Cada clase de problemas requiere un conjunto de métodos o técnicas especiales. Los problemas del conocimiento, a diferencia de los del lenguaje o los de la acción, requieren la invención o la aplicación de procedimientos especiales adecuados para los varios estadios del tratamiento de los problemas, desde el mero enunciado de éstos hasta el control de las soluciones propuestas"³⁶.

Para Pardiñas el "...método de trabajo científico es la sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos, o en otras palabras, para comprobar o disprobar hipótesis que implican o predicen conductas de fenómenos desconocidos hasta el momento"³⁷. Según Cohen y Nagel “Método científico es la persistente aplicación de la lógica para poner a prueba nuestras impresiones, opiniones o conjeturas, examinando las mejores evidencias disponibles en favor y en contra de ellas”³⁸. Para Tamayo, "el método científico es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se

³⁵ F. Bouza “Comunicación Política: Encuestas, Agendas y Procesos Cognitivos Electorales” *Praxis Sociológica* nº 3 (1998), pp. 49-58

³⁶ M. A. Bunge, *op. cit.*,

³⁷ F. Pardiñas, *Metodología y técnicas de investigación en las Ciencias Sociales*, México, Siglo XXI, 1969.

³⁸ M.R. Cohen y E. Ángel, *Introducción a la lógica y al método científico*, Buenos Aires, Amorrortu, 1973.

ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo”³⁹. Existen también definiciones más restrictivas como la de J.A. Cañas y J. Fernández “Definimos ciencia como la adquisición, explicación y aplicación del conocimiento. Su función es, pues, la de explicar la realidad y predecir o, en su defecto, acotar acontecimientos futuros”⁴⁰.

Enfocado en este sentido, el método científico consiste en formular cuestiones o problemas sobre el mundo y los hombres, partiendo de la observación de la realidad y la teoría ya existentes; en anticipar soluciones a estos problemas y en contrastarlos o verificar con la realidad estas soluciones a los problemas, mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación de ellos y su análisis. Sierra Bravo destaca varias de las características propias el método científico⁴¹. El método científico en el estado actual de las ciencias es, en primer lugar, un método teórico en su origen y en su fin. Con ello se quiere decir que su punto de partida es, en general, una teoría previa o un conjunto racional y sistemático de ideas sobre la realidad de que se trate. Esta teoría debe ser normalmente la fuente de los problemas que formula el método científico. Es también su fin, porque de los resultados de la observación e inducción empíricas realizadas se deben deducir nuevos principios que reformen, completen o confirmen las teorías iniciales. En segundo lugar, el método científico es problemático-hipotético, en cuanto se basa en la formulación de problemas, cuestiones o interrogantes sobre la realidad y en adelantar conjeturas o soluciones probables a dichas cuestiones. En tercer lugar, es empírico, en el sentido de que su fuente de información y de respuesta a los problemas que se plantea, es la experiencia; es decir, toma sus datos y funda sus conclusiones en la observación ordenada y sistemática de la realidad. En cuarto lugar, el método científico es, a la vez, inductivo y deductivo. Es inductivo en cuanto procede mediante la clasificación sistemática de los datos obtenidos durante la observación, con el fin de determinar las uniformidades o regularidades que presentan. Utiliza, asimismo, necesariamente la deducción; ésta consiste

³⁹ Tamayo, M., *El proceso de la investigación científica. Fundamentos de investigación*, México, Limusa, 1981.

⁴⁰ J.A. Cañas y J. Fernández, *op. cit.*

⁴¹ R. Sierra Bravo, *Ciencias sociales. Epistemología, lógica y metodología*, Madrid, Paraninfo, 1983.

en la derivación de conceptos y enunciados, no de la observación de la realidad, como la inducción, sino de otros conceptos o enunciados establecidos anteriormente. En quinto lugar, el método científico es crítico. Con ello queremos decir, que debe someter constantemente a crítica o examen y juicio, todas las fases, operaciones y resultados, o lo que es lo mismo, a contraste y verificación. Que en ningún caso los logros del método científico son definitivos y que siempre están sujetos a la revisión, que se puede derivar de nuevos descubrimientos científicos. En sexto lugar, el método científico es circular. Existe una interacción continua entre la experiencia y la teoría: con base en la experiencia se establece, completa y reforma la teoría, y con base en la teoría se capta y explica la realidad. En séptimo lugar, es analítico-sintético. Es decir, estudia la realidad distinguiendo y separando unos de otros sus elementos más simples, pero no se queda aquí sino que procura luego unir y recomponer los elementos separados obteniendo una nueva visión global del conjunto y de las relaciones estructurales entre sus elementos. En octavo lugar es selectivo en un doble sentido. Primero entre la multiplicidad de aspectos de los fenómenos, debe concentrar su observación en los más relevantes, y segundo, entre la masa de datos recogidos debe procurar detectar en el análisis los más significativos. En noveno lugar, el método científico debe atenerse normalmente a las reglas metodológicas formales, pero al mismo tiempo debe fomentar la intuición y la imaginación incluso en el caso de que no se atenga con ello estrictamente a dichas reglas.

En resumen, los caracteres del método científico son, según lo anterior, teórico, problemático-hipotético, empírico, inductivo, deductivo, crítico, circular, analítico-sintético, selectivo y abierto a la imaginación. Según esto, lo que diferencia al método científico de otro método de conocimiento es la ordenación y disposición conjunta de dichos caracteres, el tener un campo único de acción, que es la realidad observable y el admitir, en último término, como fuente de información y de prueba sobre esta realidad exclusivamente la experiencia.

Como se puede ver, el método científico ha sido definido de muchas maneras por todos los autores que se han ocupado del tema. No obstante, aunque los problemas sobre el método no sean objeto de mucha atención en algunos campos de la ciencia, no se puede olvidar

que el método científico constituye el elemento esencial de toda ciencia. Como ha recordado Bunge, "El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: donde no hay método científico no hay ciencia. Pero no es infalible ni autosuficiente. El método científico es falible: puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que lleva y mediante el análisis directo. Tampoco es autosuficiente: no puede operar en un vacío de conocimiento, sino que requiere algún conocimiento previo que pueda luego reajustarse y elaborarse; y tiene que complementarse mediante métodos especiales adaptados a las peculiaridades de cada tema"⁴². En definitiva, el método científico es un modo de resolver problemas siguiendo una forma de actuación que consiste, esencialmente, en observar, clasificar demostrar e interpretar fenómenos, de manera que posibiliten la predicción y la explicación de cuestiones significativas.

Una ciencia es ciencia, no por su objeto sino por su método. Si el método científico responde básicamente a la forma de llevar a cabo una investigación de manera estructurada, no resultará extraño que podamos hablar de distintas fases o pasos en esta labor. Así, Bunge, distingue las siguientes operaciones⁴³:

1. Enunciar preguntas bien formuladas y verosímilmente fecundas.
2. Arbitrar conjeturas, fundadas y contrastables con la experiencia, para contestar a las preguntas.
3. Derivar consecuencias lógicas de las conjeturas.
4. Arbitrar técnicas para someter las conjeturas a contrastación.
5. Someter a su vez a contrastación esas técnicas para comprobar su relevancia y la fe que merecen.
6. Llevar a cabo la contrastación e interpretar sus resultados.
7. Estimar la pretensión de verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas.

⁴² M. A. Bunge, *op. cit.*, p.29.

⁴³ *Ibid.*, p.

8. Determinar los dominios en los cuales valen las conjeturas y las técnicas, y formular los nuevos problemas originados por la investigación.

Asimismo, se pregunta si existen reglas que guíen la ejecución adecuada de las operaciones descritas. Aunque no parece que los científicos posean estas reglas o instrucciones precisas, no es menos cierto que de la dilatada trayectoria de la aplicación científica pueden extraerse una serie de normas obvias en todo trabajo de investigación:

1. Formular el problema con precisión y, al principio, específicamente. No hacer preguntas amplias y globales, sino concretas y referidas a aspectos parciales.
2. Proponer conjeturas bien definidas y fundadas de algún modo, y no suposiciones que no comprometen en concreto, ni tampoco ocurrencias sin fundamento visible. Hay que arriesgar hipótesis que confirmen la existencia de relaciones bien definidas entre variables determinadas, sin que estas hipótesis entren en contradicción con lo principal de nuestra herencia científica.
3. Someter las hipótesis a contrastación.
4. No dar por verdadera una hipótesis satisfactoriamente confirmada. Considerarla, en el mejor de los casos, como parcialmente verdadera.
5. Preguntarse por qué la respuesta es como es, y no de otra manera. Es decir, no limitarse a generalizaciones que se adecuen a los datos, sino intentar explicarlas en base a leyes más fuertes⁴⁴.

Tezanos destaca que el objetivo final que pretenden todos estos procedimientos es el de obtener una serie de proposiciones generales de carácter teórico, dispuestas de forma lógica, ordenada y susceptibles de contratación empírica. Este objetivo y la forma de alcanzarlo -el método lógico experimental- traducen las dos dimensiones de la ciencia: la teoría, en cuanto a ofrecer una imagen coherente y lógica de la realidad, y la empírica en cuanto a disposición a someter cualquier conocimiento a la prueba de los hechos. Sin embargo, la realidad es que estos dos elementos de la ciencia deben de ser entendidos como formando parte de una referencia común e indivisible⁴⁵.

⁴⁴ *Ibid.*, pp. 26-27.

⁴⁵ J.F. Tezanos, *La explicación sociológica: Una introducción a la sociología*, Madrid, UNED, 1987, p.179.

Aunque el tema de la clasificación y tipologías de las ciencias ha perdido gran parte de su interés es un buen punto de partida para articular y situar el debate sobre las diferentes disciplinas científicas. En primer lugar, consideraremos la clasificación de las ciencias en función a su grado de desarrollo y seguidamente por su objeto y método. J.A. Cañas recupera la noción de las etapas en las disciplinas científicas⁴⁶. Éstas aparecen codificadas en tres fases, un estado embrionario inicial, una segunda fase de desarrollo y, por último, una fase final de axiomatización. En esta progresión el referente es la máxima formalización posible en tanto que sistema integrado lógicamente. El estado embrionario de una actividad científica se caracteriza por su concentración sobre la búsqueda de variables relevantes, la obtención de datos singulares y la clasificación y formulación de hipótesis sueltas que establezcan las relaciones entre dichas variables y produzca explicaciones fragmentarias de los datos. En esta fase, los productos de la investigación carecen de unidad lógica entre ellos. Esto se detecta en la medida que la contrastación de hipótesis tiende a no afectar a las demás hipótesis, indicando que estas están poco vinculadas entre sí.

La segunda fase de desarrollo indica que las hipótesis se encuentran mucho más coordinadas internamente. Se generan hipótesis que vinculan, resumen o sistematizan otras hipótesis estableciendo hipótesis más fuertes desde las que efectuar deducciones. En ese sentido, se construyen sistemas de hipótesis. Estos sistemas definen síntesis que incluyen lo que ya es conocido, aquello que puede sospecharse y lo que es predecible. Empiezan a surgir leyes. Una ley vendría definida por ser una hipótesis de una cierta clase que se caracteriza por ser no singular, no aislada, estar referenciada a una estructura o esquema y haber sido corroborada. Las teorías son conjuntos de hipótesis, entre los que se encuentran las leyes. En esta fase de desarrollo se produce una mayor unidad formal (lógica) y material (sobre el objeto), así como se emplean teoremas de nivel intermedio o de nivel bajo.

Por último, en la fase de axiomatización las teorías han adquirido un nivel alto de sistematicidad y coordinación entre las hipótesis que

⁴⁶J.A. Cañas y J. Fernández, *op. cit.*, pp.99-102.

forman el sistema. No se persigue la axiomatización total, pero supone desde la óptica positivista un referente importante. Cuando Kurt Gödel probó que todo sistema axiomático debía contener por lo menos una proposición “indecidible”, la significativa reacción de algunos positivistas lógicos –y Gödel era en principio uno de ellos- fue afirmar que el teorema “carecía de sentido”. Una teoría axiomatizada es representada con frecuencia como una red que parte desde unos supuestos iniciales. En este sentido, se enfatiza que los axiomas cumplen la condición de unidad conceptual. Por debajo de los axiomas estarían los teoremas (en definitiva otras hipótesis teóricas). Desde la óptica positivista se supone que la culminación de la formalización de una disciplina científica se logra mediante la axiomatización de su cuerpo teórico. En cierto modo el término axiomático es equivalente a formalización. No obstante, este proceso de formalización no es equiparable entre las ciencias formales y las ciencias empíricas.

En las ciencias empíricas los teoremas tienen que ser susceptibles de comparación con fenómenos observables. En general en una teoría de carácter científico encontraríamos los axiomas, en tanto que supuestos iniciales y premisas subsidiarias (compuestas por las hipótesis especiales, lemas, datos y medición, etc.). Los lemas son hipótesis que han sido demostradas como teoremas en otras teorías de las que se toma como préstamo para apoyar el desarrollo de otra teoría. Estas premisas subsidiarias se incorporan a la teoría conforme van siendo necesitadas en el proceso de inferencia. En ese sentido, cabe matizar la axiomatización total como un referente ideal procedente de la ciencia formal pero poco operativo en las ciencias empíricas. Así, las teorías axiomatizadas estrictamente son importantes en las ciencias empíricas para el estudio e investigación de sus fundamentos pero es imposible trabajar empíricamente con ellas porque constituyen sistemas cerrados. En ese sentido, la formulación de teorías axiomáticas implica axiomas y definiciones más teoremas, mientras que las teorías no estrictamente axiomatizadas comprenden premisas (que comprenden axiomas y definiciones) y teoremas.

Es evidente que la formulación de las fases de madurez de las disciplinas científicas no pueden someterse al solo barómetro de las ciencias formales. Las ciencias empíricas (tanto naturales como sociales)

requieren de un criterio de madurez diferente en base a su procedimiento particular. Si atendemos a la clasificación por su objeto y método, la primera gran diferencia se establece entre ciencias básicas y ciencias aplicadas (o tecnologías). Bunge discutiendo las características y delimitación de lo que denomina "campos de conocimiento"⁴⁷ establece una distinción entre ciencias puras y ciencias aplicadas. La definición de tecnología propuesta por este autor señala que un cuerpo de conocimientos es una tecnología si, y solamente si, es compatible con la ciencia coetánea y controlable por el método científico y se emplea para controlar, transformar o crear cosas o procesos, naturales o sociales. Esta definición de la tecnología incluye todas las disciplinas (o campos de conocimiento) orientados a la práctica, siempre que utilicen el método científico. La investigación tecnológica no difiere apenas de la investigación científica, aunque quizás obligue a un tipo de estrategia distinto. Como señala Bunge, en la tecnología se sitúa el amplio cuerpo de la investigación, diseño y planificación que utiliza conocimientos científicos con el fin de controlar procesos naturales y diseñar artefactos o procesos sociales. Además, el carácter aplicado, técnico y de acción práctica sobre la realidad natural o social, hace que en la definición de tecnología entren a formar parte componentes que son valores o juicios de valor. Otras características que clásicamente se atribuyen a la investigación tecnológica son: la de estar más ligada a la realidad que la ciencia; obtener resultados menos rigurosos; estar más influida por el medio y la propia acción; apoyarse en las ciencias básicas; y tratar de fundamentar reglas eficaces. El carácter tecnológico de cualquier ciencia, pues, se refiere por tanto a la forma de actuación técnica y de intervención práctica, que se basa en el conocimiento científico. No obstante, la visión actual del fenómeno tecnológico indica que si observamos la historia de la ciencia, los problemas que conciernen incluso a los niveles básicos de ésta, están íntimamente ligados a la práctica.

Es innegable la orientación tecnológica de la ciencia moderna. La distinción entre ciencia y tecnología es, desde esta perspectiva menos nítida. Como señala San Martín, decir que la tecnología es teoría aplicada⁴⁸, no equivale a decir que la teoría es primero y después surge la

⁴⁷ M.A. Bunge, *op. cit.*, p.42.

⁴⁸ San Martín, *Tecnología y futuro humano*, Barcelona, Antropos, 1990.

tecnología; lo que debe primar es el carácter aplicado de la teoría, lo que por otra parte, sucede en la ciencia actual. Este debate es clásico en la sociología, donde las dos vertientes de la ciencia, básica y aplicada, constituyen una de las tensiones internas reconocible en la teoría sociológica. En definitiva, las ciencias básicas tienen un objetivo intrínseco o cognitivo al ocuparse del conocimiento en sí mismo. Su interés es incrementarlo. Las ciencias aplicadas o tecnologías persiguen un fin extrínseco o utilitario, como puede ser la mejora del bienestar.

Bunge clasifica las ciencias aplicadas o tecnologías en físicas (por ejemplo la Ingeniería), biológicas (Medicina), sociales (Investigación Operativa) y mentales (Inteligencia Artificial)⁴⁹. Las ciencias básicas son clasificadas en dos tipos ciencias formales y ciencias empíricas. Las ciencias formales subdivididas en Lógica y Matemáticas y las ciencias empíricas en ciencias naturales (física, química, biología...) y ciencias sociales (economía, sociología, historia...). Las ciencias formales son actividades científicas de tipo especulativo que no afirman nada sobre la realidad empírica. Están cerradas sobre sí mismas y tienen un carácter axiomático completo. Las ciencias empíricas son ciencias que afirman algo sobre la realidad, que aspiran a conocer y explicar. Las ciencias empíricas se dividen en naturales y sociales. La razón de esta clasificación puede responder al objeto, al método o ambas. Así, J.A. Cañas y J. Fernández dan como razón fundamental de la distinción entre ciencias naturales y sociales a su objeto, las ciencias naturales se ocuparían de la naturaleza y las sociales de lo relacionado con el hombre⁵⁰.

No obstante, esta división ha sido motivo de debates intensos cuando se refiere al método. De este modo, la definición “positivista” de un solo método científico definido, además, de un modo restrictivo y no realista, excluía gran parte de la actividad científica fuera de la definición de ciencia. Este empleo restrictivo producía opiniones como las de Lévi-Strauss cuando afirmaba “El autor del presente ensayo ha consagrado su vida entera al estudio de las ciencias sociales humanas. Mas no experimenta despecho alguno al reconocer que entre éstas y las ciencias exactas y naturales no se sabría simular una igualdad verdadera;

⁴⁹ M.A. Bunge, op., cit., p. 43.

⁵⁰ J.A. Cañas y J. Fernández, op., cit., pp. 36-37.

que las unas son ciencias y las otros no lo son; y que si se las designa no obstante con el mismo término, es en virtud de una ficción semántica y de una esperanza filosófica que todavía están faltas de confirmación [...] [Pues] cuando se trata de las ciencias sociales y humanas [...] el término ‘ciencia’ no es ya más que una apelación ficticia que designa un gran número de actividades completamente heteróclitas y de las cuales sólo un pequeño número ofrece un carácter científico (a poco que se quiera definir la noción de ciencia de la misma manera)”⁵¹. Wallerstein destaca la posición de las ciencias sociales dentro de la polaridad mencionada. “Cuando pensamos en el aspecto de la universidad, las relaciones entre las tres megadisciplinas creadas en el siglo XIX (las ciencias puras, las humanidades y las ciencias sociales), la situación se torna muy interesante, porque la situación desde 1800 fue el divorcio entre lo que llamamos dos culturas: la filosofía y la ciencia, luego dos epistemologías claramente diferentes o incluso opuestas. Las ciencias sociales se han ubicado en el punto medio de esos dos extremos, en su interior hay quienes se acercan a las ciencias puras, como los economistas, o quienes se lo hacen hacia las humanidades, como los historiadores. Pero ciertamente las ciencias sociales han pasado estos dos siglos sin una epistemología original, han oscilado entre la epistemología de las humanidades, por un lado, y y la científica, por otro”⁵².

Esta percepción, es sintomática de la situación del debate sobre el método en la ciencia y su aplicación en diferentes disciplinas. Así, E. Shils plantea como ”La mayor parte de la sociología no es científica en el sentido en que este término es utilizado en los países anglosajones. Contienen pocos elementos importantes que puedan ser rigurosamente demostrados por los procedimientos aceptados comúnmente en relación con la reproducibilidad de las observaciones. Sus teorías no se deducen ineluctablemente de los datos empíricos. Y los niveles de comprobación no son rigurosos”⁵³. Esta opinión encontraba reflejo a nivel institucional. Así, como recuerda P. von Morpurgo⁵⁴ a principios de los años ochenta, el Consejo de Investigación sobre Ciencias Sociales

⁵¹ C. Lévi-Strauss, *Criterios científicos de las disciplinas sociales y humanas*, Valencia, Cuadernos Teorema, Univ. de Valencia, 1978, pp. 19-20.

⁵² I. Wallerstein *La historia de las Ciencias Sociales*, Mexico, UNAM, 1997 pp. 20-21

⁵³ Edward Shils, *Génesis de la sociología contemporánea*, Madrid, Seminarios y Ediciones, S.A., 1971, pp. 23-24.

del Reino Unido, que era un organismo financiado con fondos públicos, volvió a ser bautizado con el nombre de Consejo de Investigación Económica y Social porque no todos los estudios que llevaba a cabo se consideraban como científicos. Esta percepción se acentúa cuando se toman en perspectiva los resultados tecnológicos. P. von Morpurgo⁵⁵ afirma que “Cuando Fourier utilizó por primera vez, en un escrito de 1808, la expresión ciencia social -que Comte haría suya algunos años más tarde- posiblemente nos hizo un regalo emponzoñado. Desde entonces, se han comparado los resultados de las ciencias sociales con las espectaculares realizaciones de grandes repercusiones que obtienen las ciencias naturales. A este respecto cabe sostener razonablemente que, a lo largo de los últimos cincuenta años, ha aumentado el conjunto de parámetros que distinguen a las ciencias sociales de las naturales, sobre todo si se aceptan como criterios importantes las repercusiones en la vida humana y en su calidad”.

Gellner, plantea⁵⁶ la cuestión esencial de si las ciencias sociales son "realmente científicas". Tomando como referencia los trabajos de Popper y Kuhn, los dos filósofos de la ciencia más influyentes de los últimos tiempos, apoyó la posición de ambos mediante un examen de las repercusiones de la actividad cognitiva sobre las demás actividades sociales. En opinión de Gellner, las ciencias sociales -o algunas de ellas por lo menos- se pueden considerar "científicas" en función de un primer conjunto de criterios metodológicos utilizados en su propio ámbito, pero no lo son si se tiene en cuenta un segundo conjunto de criterios que el autor considera esenciales, y que se refieren a sus repercusiones en nuestro universo cognitivo.

Un factor relacionado con la epistemología y que, probablemente, ofrece una explicación de la confusión entre las ciencias sociales propiamente dichas (a lo que contribuye las versiones que dan de ellas los *mass-media*) es el que Ernest Gellner identifica como la inhabilidad que tienen las ciencias sociales para demostrar "...una

⁵⁴ P. von Morpurgo, “Medio siglo de publicación de la Revista Internacional de Ciencias Sociales”, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, septiembre nº 157 (1988), (versión electrónica).

⁵⁵ *Ibid.*

⁵⁶ E. Gellner, “El rango científico de las Ciencias Sociales”, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, nº 4, (1984).

actividad cognoscitiva consensual y generalizada, radicalmente discontinua respecto de las percepciones y técnicas del pensamiento ordinario..."⁵⁷. En ese sentido, parecería que los profesionales deben poner mayor atención en la confusión existente entre la ciencia y la lógica inexperta, que además desdibuja la imagen de las ciencias sociales. Deberían resolver e iluminar sistemáticamente la frágil frontera que separa a los dos tipos de lógica, la de los científicos y la de la cultura de masas, y estar más atentos a los cambios entre ambas. La conclusión de Gellner es pesimista. "Si, a decir verdad, el fuego sagrado de la ciencia no ha sido descubierto hasta la fecha, no sabemos cómo remediar esta situación. La cuestión sigue en pie. Pero sospecho que sabremos que las ciencias sociales se han hecho científicas cuando sus especialistas dejen de pretender que han robado por fin el fuego sagrado, y haya otros que intenten robárselo a ellos; cuando la filosofía de las ciencias sociales se convierta en búsqueda de explicación retroactiva de un milagro científico cognoscitivo, en vez de perseguir una promesa o una receta para realizarlo"⁵⁸.

Piaget ha dividido las ciencias del hombre en: ciencias que intentan llegar a establecer leyes -como la Sociología o la Economía-, a las que denomina "ciencias nomotéticas"; ciencias que "tienen por objeto reconstruir y comprender el desarrollo de todas las manifestaciones de la vida real a través del tiempo", o "ciencias históricas"; "ciencias jurídicas", que se ocupan del complejo normativo de las sociedades; y las que son más difíciles de clasificar por la amplitud y complejidad de su objeto, a las que llama "disciplinas filosóficas"⁵⁹. El planteamiento de Piaget supone, en primer lugar, que los fenómenos sociales pueden investigarse, y, en segundo lugar, que el objetivo de la Sociología sería el de investigar y descubrir las leyes que los regulan. Establecer la fundamentación epistemológica y delimitar el estatus científico y marco conceptual de las ciencias sociales en general, y de la Sociología en particular, es un asunto complejo que requiere al menos

⁵⁷ *Ibid.*, p. 620.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 585.

⁵⁹ J. Piaget, "La situación social de las ciencias del hombre dentro del sistema de las ciencias"; en J. Piaget y otros. *Tendencias de la investigación en ciencias sociales*. Madrid, Alianza, 1973, pp. 46-53.

una reflexión epistemológica acerca de la disciplina y el conocimiento científico en general.

En opinión de E. Medina “Lo más plausible es pensar que la metodología y la filosofía de las ciencias sociales se han ido retrasando respecto de las ciencias de la naturaleza y, por ello, estamos disminuidos pensando que las ciencias sociales son realmente imposibles si las medimos con los mismos criterios aceptados para las ciencias naturales. Empiristas y positivistas acabaron imponiendo condiciones no realistas a las ciencias naturales, y si estas condiciones fueron demasiado restrictivas en general, fueron fatales para las ciencias sociales. Quizás convendría que no nos preocupáramos tanto del status científico de las ciencias sociales porque incluso las naturales contienen una tal compleja problemática irracional, alógica y metafísica ligada a valores e intereses humanos, que no hay razones suficientes para pensar que las ciencias sociales, sea cual sea su orientación, no pueden satisfacer los criterios exigibles para ser consideradas como ciencias”. Esto conduciría a una auténtica “revolución cognitiva” y al florecimiento de múltiples escuelas”⁶⁰.

La necesidad de presentar estos planteamientos epistemológicos en ciencias sociales, se pone de manifiesto una vez que la pretensión de hacer una ciencia sustantiva con un método que se suponía general de toda ciencia, deviene imposible. Tal y como señalara Medina Echavarría: “Cada ciencia tiene su propia teoría, según la naturaleza de su objeto y a tenor de sus intereses de conocimiento. Y es incorrecto, por tanto, juzgarla con los patrones válidos para otra disciplina”⁶¹. Una opinión semejante mantiene Lamo de Espinosa “El problema es que hay muchos modos de ser y no solo de hacer ciencia y el de la sociología debe medirse con su objeto, la realidad social, y no con otro modelo presuntamente válido para todo tiempo y lugar”⁶². Asimismo, considerando la naturaleza de la construcción teórica en las ciencias sociales y en las ciencias naturales destaca como éstas se parecen y a la vez no. “Sí, en la medida en que los procedimientos del saber científico

⁶⁰ E. Medina, op., cit., p.184.

⁶¹ J. Medina Echavarría, *La sociología como ciencia social concreta*, Madrid, Ediciones Cultura Hispánica, 1980, p. 16.

⁶² E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, Madrid, CIS, 1990, p. X.

son siempre los mismos para todo sector de lo real; no, en la medida en que la peculiar naturaleza de materia estudiada determina en cada caso un manejo diferente de aquellos procedimientos y principios. La unidad lógica de la ciencia coexiste así con la diversidad de las ciencias particulares. En las ciencias humanas la contextura peculiar de su objeto hace imposible que se den ciertos caracteres de la ciencia natural; esto no significa que no puedan construir su propia teoría, que tendrá, naturalmente, otros caracteres también peculiares”⁶³. Boudon calificaría directamente de simpleza la comparación entre los métodos y los resultados de las ciencias sociales y los de las ciencias de la naturaleza⁶⁴. Por último, E. Lamo concluye como “La epistemología clásica de la ciencia social no es ya sostenible. El debate epistemológico comenzó hace más de dos décadas con el renacer del viejo problema de la objetividad y el papel de los juicios de valor. Sin duda ya nadie defiende el mito de la *wertfreiheit*. La crítica inicial de Gouldner en el sentido de que una sociología libre de valores es sólo la ideología de la profesionalización de la disciplina ha sido completada en otros niveles: no hay ni descripciones, ni conceptos, ni teorías que sean neutras y todo conocimiento es guiado por algún tipo de interés cognitivo. Pero el debate epistemológico es mucho más profundo; al tiempo que se impone la vuelta a lo cualitativo, no por exigencias teóricas, sino en aras del propio rigor fáctico, la metodología neopositivista, esclerotizada en rituales académicos de dudoso valor científico ha sido minada desde dentro por algunas de sus mentes más lúcidas. La publicación del libro de Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* en la *International Encyclopedia of Unified Science* presidida por los nombres de Neurath, Morris, Carnap, Reichenbach o Ayer, es, en este sentido, doblemente simbólica. Primero, porque muestra cómo el actual debate epistemológico ha sido generado desde dentro de la vieja filosofía de la ciencia; Kuhn no es un enemigo de la ortodoxia vienesa, más o menos popperiana; es más aún, un hereje, un traidor y de ahí la violencia del debate. Pero además, esta publicación es simbólica, pues apunta hacia un resultado paradójico; que el ideal de una ciencia unificada puede, quizás, acabar realizándose tomando como modelo, no la ciencia natural, sino lo social”⁶⁵.

⁶³ J. Medina Echavarría, op., cit., p. 16.

⁶⁴ R. Boudon, *Los métodos en sociología*. Barcelona, A. Redondo. 1973, p. 134.

⁶⁵ E. Lamo de Espinosa, *op. cit.*, pp. 6-7.

De este modo, el mismo carácter circular y abierto que se confiere a las ciencias, hace difícil establecer clasificaciones cerradas de éstas. Las diferencias entre ciencias de la naturaleza y ciencias sociales o humanas es más bien cuestión de grados y de nivel de elaboración. Además, el problema de la objetividad experimental, no admite sólo soluciones extremas. En realidad los métodos utilizados dan lugar a intercambios cada vez más frecuentes entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias del hombre. Según indica el propio Piaget, hay una tendencia hacia el acercamiento metodológico, a la unidad metodológica básica con el resto de las ciencias; "existe una continuidad entre ambos continentes. Las ciencias humanas se naturalizan al adoptar métodos estadísticos y probabilísticos y modelos abstractos elaborados en el dominio de las ciencias naturales, y viceversa, las ciencias naturales se humanizan adoptando términos, lenguaje y esquemas elaborados en el dominio de las ciencias humanas"⁶⁶. En el plano epistemológico se ha realizado a veces una distinción entre ciencias humanas y ciencias naturales, sobre la base del procedimiento metodológico seguido en cada uno de estos campos. Según esta distinción las ciencias humanas utilizarían procedimientos comprensivos, mientras que las ciencias naturales utilizarían métodos explicativos y experimentales. En este sentido, el supuesto determinista de la ciencia que trata de aprehender la lógica interna de la realidad, tiene que cambiarse por una graduación de niveles de probabilidad. Esta sujeción de las ciencias humanas a leyes probabilísticas, es contraria al establecimiento de leyes generales que expresen relaciones causales constantes y repetibles; y que conserven su valor de verdad en un contexto histórico y durante un intervalo de tiempo determinado. Como señala Fernández Buey a este respecto, es necesario integrar el principio de la "ciencia unificada"⁶⁷ con la tesis de la "prioridad epistémica de las ciencias sociales", desde la "ilusión del método" a un "racionalismo bien temperado"; donde se integran la dimensión práctica y cultural de la actividad científica, sin abandonar los problemas globales y las síntesis generales.

⁶⁶J. Piaget, "Los dos problemas principales de la epistemología de las ciencias del hombre" en J. Piaget y otros. *Tratado de lógica y conocimiento científico VI. Epistemología de las ciencias del hombre*, Buenos Aires, Piados, 1979, p.47.

⁶⁷F. Fernández Buey, *La ilusión del método. Ideas para un racionalismo bien temperado*, Barcelona, Editorial Crítica, 1991.

Un aspecto importante es la dinámica experimentada dentro de las ciencias sociales en las últimas décadas, articulada sobre las transformaciones sociales que han implicado cambios en la actividad científica. Kazancigil destaca tres cambios han tenido lugar en las ciencias sociales desde 1949⁶⁸. El primero, siguiendo a C. Alger y G. Lyons hace referencia a la institucionalización de la cooperación internacional de las ciencias sociales y a la divulgación mundial de estas disciplinas⁶⁹. La internacionalización a gran escala comenzó después de la Segunda Guerra Mundial, y la red cooperativa trascendió fronteras por iniciativa de los centros de investigación de Europa y Norteamérica, incluyendo algunas asociaciones profesionales internacionales que se fundaron bajo el auspicio de la UNESCO y que siguen recibiendo su apoyo, además de las pocas que ya existían antes de la guerra. La segunda fase de este proceso se desplegó en 1960 con la promoción de las ciencias sociales en numerosos países de América Latina, Asia y África. La cooperación entre estas nuevas comunidades profesionales nacionales llevó al establecimiento de multitud de cuerpos y redes regionales e interregionales. A este nivel las ciencias sociales se han convertido en un sistema transnacional.

El segundo cambio es la globalización de los procesos económico, social, político y cultural. Esta globalización, más patente que nunca a causa de la crisis económica, la deuda del Tercer Mundo y la caída del sistema financiero, plantea grandes desafíos a las ciencias sociales. Parece que ahora están más desconectadas de los acontecimientos y que son menos capaces de resolver sus problemas. Mientras la explicación y la intercepción de fenómenos globales exige teorías adecuadas, estrategias de investigación y técnicas, las ciencias sociales están afectadas por el gran paradigma de la fragmentación. Los "expertos" se contradicen unos a otros y, la mayoría de las veces, se confunden en sus diagnósticos y pronósticos. Si bien esta imagen es exagerada y no tiene en cuenta los progresos que realmente se han realizado, está muy extendida.

⁶⁸ A. Kazancigil, "Cuatro décadas al servicio de las Ciencias Sociales globales", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, Vol. XI, nº 1. (1988), (versión electrónica)

⁶⁹ F. Chadwick, Alger y Gene M. Lyons, "Social Science as a transnational System", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, Vol. XXVI, nº. 1, (1974), pp. 137-149.

El tercer cambio producido en las ciencias sociales es que mientras dan la impresión, justificable o no, de no ser capaces de explicar y predecir acontecimientos y se limitan a interpretaciones *ex post*, han roto la atmósfera académica para introducirse en los medios políticos y analíticos, y así convertirse en un elemento integrante de la cultura de masas. La integración en el discurso político es, ciertamente, una ventaja en ella misma. Lo que crea problemas a las ciencias sociales es la utilización que se hace de sus hallazgos, de acuerdo con las modas y novedades ideológicas, en ausencia de mecanismos profesionales que intercepten tales usos y abusos. Una parte de la profesión es responsable, en cierto modo, de esta situación, ya que no dudan en participar en el equívoco camino de reclutar las ciencias sociales. Por el contrario, la mayoría de los profesionales se mantienen alejados de los acontecimientos actuales y de las demandas sociales, lo cual no contribuye a la mejora del estado de las ciencias sociales, y provoca también un gran retraso en los “mass-media” y en sus analistas, interfiriendo entre la Academia y la escena pública. Ahora la atención pública comienza a hablar de forma popular, lo cual, a veces, distorsiona los conceptos y hallazgos científico sociales, para sostener demostraciones ideológicas.

En paralelo a la dinámica anterior se han producido tendencias de transformación en la organización disciplinar de las ciencias. E. Medina nos recuerda que “La división del trabajo entre distintas disciplinas, la obsesión por primar el enfoque frente al objeto de estudio, la defensa de los intereses corporativos en el ámbito de la academia por parte de los miembros de cada especialidad y las suspicacias frente a los tratamientos totalizadores, han ido parcelando progresivamente los campos del conocimiento hasta convertirlos en compartimentos estancos cuando no en atalayas desde las que se defienden los privilegios y ventajas de una especialidad frente a los límites e incapacidades de las otras”⁷⁰. Sin embargo, ya en 1964 Lazarsfeld, planteaba la relación interdisciplinaria⁷¹ advirtiendo cómo “En los países occidentales se han desarrollado algunas disciplinas distintas, por ejemplo la antropología, la sociología, la ciencia política, etc. No

⁷⁰ E. Medina, *op. cit.*, p.xi.

⁷¹ P. Lazarsfeld “La investigación social empírica y las relaciones interdisciplinarias”. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, Vol.XVI, nº.4. (versión electrónica)

está claro en modo alguno que esas divisiones sigan siendo pertinentes. La encuesta de la UNESCO debería determinar meticulosamente cuáles han sido efectivamente los esfuerzos desplegados en materia de colaboración, aun cuando nominalmente sigan subsistiendo en la enseñanza divisiones por departamentos especializados. Ésta es una cuestión importante para los países en desarrollo, porque quizás fuese más prudente dotar a las nuevas universidades con departamentos de ciencias sociales más amplios, en vez de organizarlas con los departamentos clásicos. No resulta difícil citar ejemplos que ilustran estas dificultades. En la economía keynesiana, verbigracia, el problema del ahorro es importante. Por eso, son numerosos los estudios empíricos que se han centrado en la cuestión de saber qué clase de personas muestran tendencia a ahorrar y en qué condiciones. ¿Este tipo de encuestas caen dentro del ámbito de la Psicología o de la Economía? ¿Qué consecuencias puede tener el hecho de que se lleven a cabo con la perspectiva de una u otra de esas dos disciplinas tradicionales?

Tomemos otro ejemplo: el de las relaciones entre la Sociología y la Antropología. El antropólogo está acostumbrado a apoyarse en métodos esencialmente informales, pero en la actualidad se está viendo obligado a elaborar métodos de muestreo más precisos. Y a la inversa, los estudios sobre las comunidades modernas que antes llevaban a cabo principalmente los sociólogos, suelen ser llevados a cabo hoy en día frecuentemente por antropólogos”. Lazarsfeld señala con ello que “La tarea principal (...) será describir las tendencias que separan o agrupan a distintas disciplinas de las ciencias sociales”⁷².

Wallestein, describe la secuencia centrifuga experimentada por la organización disciplinar. “Alrededor de la segunda guerra mundial, existían unos cuantos (quizás no más de siete) departamentos, facultades o escuelas importantes en la mayoría de las universidades del mundo, que podemos llamar de ciencias sociales y que tomaban nombres similares en todos los países . Tras la segunda guerra mundial esto cambió muchísimo (...) Derivó en una suerte de invasión de territorios de otras disciplinas. Por ejemplo, en la sociología, inmediatamente después de la guerra de 1945, surgieron dos subdisciplinas que no

⁷² *Ibid.*,

existían antes: la sociología política y la sociología económica. (...) Después de veinte o treinta años de sustracción recíproca entre las disciplinas, llegamos a observar que cualquier disciplina estudiaba todo”⁷³. Dogan diferencia entre los ámbitos de docencia e investigación, y los de disciplina y especialidad⁷⁴. En ese sentido, destaca que “en el frente de las investigaciones, las fronteras reconocidas de las disciplinas están cada vez más en entredicho, porque las disciplinas tradicionales ya no corresponden a la complejidad, las ramificaciones, la gran diversidad del esfuerzo que hoy día despliegan los científicos. Entre disciplinas vecinas hay espacios vacíos o terrenos inexplorados en los que puede penetrar la interacción entre especialidades y campos de investigación, por hibridación de ramas científicas”.

⁷³ I. Wallerstein *La historia de las Ciencias Sociales*, Mexico, UNAM, 1997 p. 16

⁷⁴ M. Dogan, “Las nuevas ciencias sociales: grietas en las murallas de las disciplinas”. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*. Septiembre, vol. 153, (1997), (versión electrónica)

2. La Sociología

Desde que Comte “bautizó” a la nueva ciencia social se ha intentado llegar a una definición sobre lo que es la Sociología. Sin embargo, y a pesar de las múltiples propuestas, no se ha logrado un acuerdo en la comunidad científica de los sociólogos. La situación conduce a que existen tantas definiciones de la Sociología que se han realizado varios inventarios y estudios empíricos sobre éstas⁷⁵. En este contexto, no es de extrañar que algunos autores, como es el caso de Raymond Aron, se permitan ironizar acerca de las desavenencias científicas entre los sociólogos, señalando que en lo único que están de acuerdo es en la dificultad de definir la Sociología⁷⁶. Las diferentes definiciones que se plantean parten de diferentes concepciones teóricas que privilegian algunos aspectos o dimensiones sobre otras. A esto no escapan incluso las definiciones de tipo genérico, como las que afirman “la Sociología es la ciencia de la sociedad”, o “la Sociología se ocupa de la naturaleza de la sociedad” al plantear más problemas de los que resuelven. Para empezar porque obligan a definir lo que es “la sociedad”, y una definición de este tipo reconduce nuevamente a la existencia de una teoría o visión particular de la “sociedad”. Por otra parte, llega suponer una limitación. Así, M. Ginsberg observa como para Durkheim “en general la ‘société’ produce un efecto intoxicante en su mente”, afirmando que obstaculiza análisis posteriores⁷⁷. Lukes desarrolla un análisis de los diferentes significados atribuidos por Durkheim a la noción de sociedad. Por “sociedad” entiende unas veces la transmisión o inculcación social o cultural de creencias y prácticas, “una realidad de la que mana todo cuanto nos interesa”. Otras veces, alguna forma de asociación, donde “la sociedad (...) no es otra cosa que unos individuos reunidos y organizados”; también aparece como la imposición de obligaciones socialmente prescritas, “La sociedad (...) es un gran poder moral”; o el objeto del pensamiento, del sentimiento y de la acción “la sociedad constituye un fin que nos sobrepasa al tiempo que nos parece bueno y deseable”. En otras ocasiones Durkheim empleaba

⁷⁵ J. Castillo, *Introducción a la Sociología*. Madrid, Guadarrama, 1968, pp. 27 y siguientes.

⁷⁶ R. Aron, *Dieciocho lecciones sobre la sociedad industrial*. Barcelona, Seix Barral, 1965, p. 15.

⁷⁷ M. Ginsberg, “Durkheim’s ethical theory” en R.A. Nisbet, *Émile Durkheim*, Englewood Cliffs: N.J. 1965 p. 51 citado en S. Lukes, *Émile Durkheim. Su vida y su obra*. Madrid, CIS, 1984, pp.21-22.

sociedad para referirse a una sociedad concreta en su conjunto o incluso a grupos e instituciones dentro de ella (familia, Estado, etc). Parecen evidentes los riesgos contenidos en el propio concepto de “sociedad”, excesivamente ambiguo.

En ese sentido, los problemas de definición de una actividad científica parten de la necesidad de madurez de ésta. Así, son muchos los autores que sostienen que empezar el estudio de una ciencia por una definición de la misma no es el camino más adecuado. Tal y como señala Medina Echavarría “Dar una definición al comienzo de un estudio es una tarea por completo insatisfactoria. Una definición pretende ser una descripción concentrada y exacta de un trozo de la realidad o con mayor exactitud de la experiencia de esa realidad. Por consiguiente, cuando tal experiencia falta, tiene que ser ininteligible casi de modo necesario; se tiene así un conjunto de afirmaciones verbales cuyo sentido no puede ser comprendido con claridad. No es cosa nueva, por tanto, que en la cátedra y en la exposición escrita se considere a la definición como el término del estudio emprendido, pues sólo entonces puede entenderse. La dificultad de las relaciones entre definición y experiencia se acentúa aún más cuando se trata de conceptos en extremo abstractos que son el compendio de otras abstracciones previas. Ejemplo típico de este proceso es el concepto o definición de una ciencia”⁷⁸. En una línea argumental parecida se encuentra H. Mendras cuando afirma que “Dar una definición de una ciencia en su punto de partida carece casi de sentido: ¿Acaso los físicos del siglo XIX hubieran podido definir los problemas que la física nuclear plantea a los científicos del siglo XX?”⁷⁹. De este modo la definición de una ciencia implica la paradoja del carácter dinámico de esta actividad. Si la actividad científica es “proceso”, toda definición deviene eventual y transitoria, en definitiva, un punto de partida.

No obstante, incluso aceptando esta posibilidad, cabría buscar el consenso o acuerdo sobre los elementos comunes mínimos de lo que constituye la actividad sociológica, reduciendo el impacto de su dependencia teórica. Una actividad científica puede albergar sin duda

⁷⁸ J. Medina Echavarría, *La Sociología como ciencia social concreta*, Madrid, Ediciones Cultura Hispánica, 1980, p. 171.

⁷⁹ H. Mendras, *Elementos de Sociología*. Barcelona, Ediciones de Cultura Popular, 1968, p. 17.

diferentes teorías, pero debe buscar un acuerdo básico sobre aquello que se estudia. La dependencia definitoria de las teorías conduce en el caso de la Sociología a tantas “sociologías” como teorías sobre ella. Es en este contexto donde J. Rex señala los diferentes frentes que puedan marcar la Sociología como actividad científica, reduciendo la importancia final a uno: la Teoría. “Pero la tarea particular (del sociólogo) es idear medios para verificar las proposiciones relativas a la interacción social. Estas proposiciones son de una especie teórica compleja, aunque usen la terminología del lenguaje cotidiano. La diferencia entre el uso de esta terminología en el lenguaje cotidiano y el que hace de ella radica en que éste debe probar lo que dice. Por esta razón, el paso más importante para la clarificación de los problemas de la investigación sociológica es de orden metodológico, y consiste en distinguir los problemas de observación de los problemas de construcción teórica. Hecho esto, resulta obvio que la definición del campo de la Sociología depende, sobre todo de la conquista teórica”⁸⁰. Es en ese sentido que el punto de partida teórico conduce en Sociología a privilegiar unos objetos y métodos frente a otros, produciendo una confusión tan notable como indeseable.

La misma historia de la Sociología habría facilitado la polarización estructural de la Sociología, al reconocer en sus “fundadores” dos tradiciones opuestas. De este modo, E. Lamo sugiere que “Cabría argumentar que la Sociología, atrapada entre el modelo positivista (físico u orgánico) de los fundadores franceses (Saint Simon, Comte, Durkheim) y el modelo ideal alemán (Dilthey, Simmel, Weber) ha estado sometida a una doble tentación reduccionista: la que haría de ella, por un lado, una *física social* y, por el otro, una ciencia comprensiva cultural *historicista*, posiciones ambas en las que el objeto de la Sociología perdería su especificidad, bien por identificarlo con la “naturaleza”, bien por identificarlo con la “cultura”; y que una tal escisión, al bloquear una adecuada definición de sociedad, produce también la correspondiente incertidumbre epistemológica en este caso, entre método explicativo y método comprensivo”⁸¹. El problema definitorio incluye, pues,

⁸⁰ J. Rex, *Problemas fundamentales de la teoría sociológica*. Buenos Aires, Amorrortu, 1968, pp. 79-80.

⁸¹ E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, Madrid, CIS, 1990, pp. 13-14.

simultáneamente, al objeto y al método que debe aplicar la actividad sociológica.

En ambas dimensiones: objeto y método, la noción de “valor” ha ocupado tradicionalmente un papel central en la discusión sociológica. Durante mucho tiempo será objeto de debate el papel de los valores y por lo tanto de la objetividad en la investigación de la realidad social. En el debate, los valores aparecen con un papel importante tanto en la constitución del objeto de la Sociología como del método aplicado.

2.1. Objeto

Una de las primeras consecuencias del debate sobre los valores es su impacto sobre el “objeto” de la Sociología, en tanto que resultado de una construcción sociológica. Tal y como señala Medina Echavarría, “los llamados hechos no existen como tales, son el resultado de determinadas cuestiones o preguntas que hacemos a la realidad, apoyados a su vez en ciertos supuestos. Son el producto, en una palabra, de los modos de encararnos con las cosas”⁸². La forma en que esto afecta a la “visión” de la sociedad es evidente desde el punto de vista de la historia de la Sociología. Tal y como destaca L. Rodríguez Zúñiga los planteamientos sociológicos son “radicalmente plurales”; “En efecto, la Revolución Industrial y el despliegue de las ideas democráticas son percibidos desde perspectivas distintas, se acentúan unos rasgos más que otros, se atribuye mayor importancia a unas consecuencias que a otras: el resultado son visiones de lo uno y de lo otro muy diferentes”⁸³. En definitiva, valores, teorías y lectura de diferentes características

Sin embargo, la objetividad del “objeto” es algo que conduce a un debate intelectualmente interesante y también paralizador. En definitiva, tal y como planteará E. Sapir “Los seres humanos no viven solos en el mundo objetivo, ni tampoco están solos en el mundo de la actividad social. Dependen mucho de su lengua particular que se ha convertido en medio de expresión de su sociedad. Es una ilusión pensar que uno se ajusta a la realidad sin la utilización del lenguaje y que el

⁸² J. Medina Echavarría, op., cit., pp. 14-16.

⁸³ L. Rodríguez Zúñiga, “El desarrollo de la teoría sociológica”, en: Salustiano del Campo (ed). *Tratado de Sociología*. Madrid, Taurus, 1984, pp. 24-25.

lenguaje no es más que un medio incidental de solucionar problemas específicos de comunicación o reflexión. La realidad es que el ‘mundo real’ está amplia e inconscientemente conformado según los hábitos lingüísticos de un grupo determinado (...) Vemos, escuchamos y obtenemos experiencia como lo hacemos, principalmente porque los hábitos lingüísticos de nuestra comunidad nos predisponen hacia ciertas clases de interpretación”⁸⁴.

Ciertamente, los valores orientan y construyen la realidad social, aquello que pueda ser el objeto de la Sociología. Este es un tema especialmente tratado por Weber. Así, dado que, no es posible estudiar la sociedad como una totalidad, se parte seleccionando una serie de factores considerados como significativos para la explicación o descripción de un fenómeno, ¿qué criterios deben seguirse en la selección de esos factores? La respuesta de Weber a este problema es de tipo operativo. Para poder analizar la complejidad de la sociedad es necesario hacer una selección de aquellas variables que se consideran más significativas; selección que no se guía por la importancia de los hechos, sino por los valores del investigador. El objeto de la investigación es el resultado de una selección de una parte de la realidad social, selección que está relacionada con los valores del científico. Ahora bien, una vez iniciada la investigación, los valores ya no deben actuar sobre el investigador. De este modo, debe privilegiarse la ausencia de valores en el método, resultando estéril el debate sobre los valores en la constitución del objeto. La pertinencia de la selección puede evaluarse externamente sobre la base de resultados explicativos-predictivos.

Precisamente, la selección y privilegio de unas realidades sociales sobre otras parece inevitable (a la vez que deseable, según principios como el de parsimonia) dado que cualquier otro planteamiento “global” es interesante como punto de llegada pero no de partida. Así, uno de los problemas en la definición del objeto surge cuando el punto de partida está en la consideración de la “sociedad” como objeto de la Sociología. Ésta puede definirse como un “todo” conducente al problema de la “totalidad”. Tal y como destacara R. Boudon el fundamento de la

⁸⁴ B.L. Whorf. *Lenguaje, pensamiento y realidad*. Barcelona, Barral, 1971, p. 155.

estrategia cognoscitiva de la “totalidad” “lo constituye la especificidad de las sociedades como objeto de estudio”⁸⁵. Para R. Boudon, Gurvitch, sobre la base de lo que Marcel Mauss llamó “fenómenos sociales totales” -para referirse a la totalidad concreta de la vida social-, llegó a definir como objeto de la Sociología: “la realidad social considerada a todos los niveles de profundidad, desde la corteza exterior de la sociedad -su base morfológica (geográfica, demográfica, ecológica, instrumental, etcétera)-, pasando por las superestructuras organizadas por las prácticas cotidianas flexibles, (...), hasta los valores e ideas colectivas, (...) y, finalmente, hasta la mentalidad social, individual y colectiva a la vez. Hay en ella -dirá Gurvitch- un va y viene continuo que teje la trama misma de la realidad social. Todos esos niveles de profundidad se interpenetran formando un conjunto indisoluble, los ‘fenómenos sociales totales’”⁸⁶. Este planteamiento de la “totalidad” es una noción extrema escasamente operativa y más bien paralizante de la actividad sociológica. Tal y como destaca Boudon “la idea de totalidad es, por consiguiente, una noción límite desprovista de significación operativa”⁸⁷. Así, la sociedad como fenómeno “total” constituye un punto de llegada, un proyecto de “realización” sociológica.

A pesar de que los sociólogos abandonaron hace tiempo el programa comtiano que aspiraba a convertir su disciplina en una ciencia global de la sociedad, una “scientia scientiarum”, y de que la pugna entre las distintas ciencias sociales por establecer una fronteras sobre sus objetos ha ido languideciendo, una dificultad importante de la Sociología para delimitar su objeto es que comparte el estudio de la sociedad con otras disciplinas. Esta circunstancia se hace particularmente evidente si consideramos los diferentes temas que son objeto de indagación sociológica. Algunos autores como R. Boudon⁸⁸ destacan dicha variedad temática como un obstáculo para intentan acotar el objeto de la Sociología mediante este recurso: “La primera dificultad con que nos encontramos es la delimitación del objeto de la Sociología: ¿qué tipo de fenómenos pueden reivindicar los sociólogos como objeto de estudio de su disciplina? Basta con echar un vistazo a

⁸⁵ R. Boudon, *Los métodos en Sociología*. Barcelona, A. Redondo, 1973, p.32.

⁸⁶ *Ibid.*, p. 31.

⁸⁷ *Ibid.*, p. 31.

⁸⁸ R. Boudon *La lógica de lo social*. Madrid, Rialp, 1981. p. 16.

los sumarios de las revistas especializadas para hacerse una pequeña idea de la heterogeneidad de los fenómenos estudiados por los sociólogos. De ahí que no sea posible definir esta disciplina a partir de la lista de los fenómenos sociales por los que se interesa". No obstante, Boudon⁸⁹ considera que "la naturaleza del conocimiento sociológico solo puede describirse a partir de los trabajos de los sociólogos". Al igual que con los temas objeto de estudio, si atendemos a la actividad de los sociólogos el campo no se acota en mayor medida. Tal y como señala Von Morpurgo "Esta disciplina (la Sociología) es a la vez la madre y el hijo rebelde de las ciencias sociales. Las fronteras de su ámbito de conocimiento no están claramente definidas, y puede presentarse como un campo específico de las ciencias sociales, o bien abarcar varias disciplinas.

Muchos de los artículos escritos por sociólogos tratan un amplio catálogo de disciplinas de todas clases que no son estrictamente sociológicas, y a menudo vienen a añadirse a la lista subdisciplinas y subteorías"⁹⁰. La cuestión se complica aun más cuando otras disciplinas afines tienden a aproximarse a lo que podría denominarse actividad sociológica. Así, Von Morpurgo señala como "La antropología clásica se basó en la prolongada observación a escala reducida de fenómenos "in situ" (aunque Frazer, el autor de *La Rama Dorada*, nunca puso los pies en el campo de trabajo), pero ahora ha ido evolucionando hacia macroestudios que la hacen más afín a la Sociología"⁹¹. La convergencia de otras disciplinas, la fragmentación teórica y temática de la actividad sociológica conduce a autores como H. Cairns⁹² a la afirmación "hasta que los sociólogos se pongan de acuerdo acerca de la definición del objeto de su estudio, no queda otro recurso si no el de suponer que la Sociología es lo que aquellos que se dicen sociólogos entienden por este término". Lo que nos conduce nuevamente al punto de partida.

Boudon señalaba como la heterogeneidad de los ámbitos que estudia la Sociología hace, en cierto modo, arbitraria cualquier

⁸⁹ *Ibid.*, p. 243.

⁹⁰ P. von Morpurgo, "Medio siglo de publicación de la Revista Internacional de Ciencias Sociales", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, septiembre. nº 157, (1998)

⁹¹ *Ibid.*,

⁹² H. Cairns, "Sociología y ciencias sociales"; en : G. Gurvitch y W. E. Moore (eds). *Sociología del siglo XX*. Barcelona, El Ateneo, tomo I, (1964), p. 2.

clasificación de los objetos de estudio de esta disciplina⁹³. ¿De dónde puede proceder la coherencia interna que permite hablar de Sociología, cuando tiene serias dificultades para delimitar su objeto de estudio a consecuencia, entre otras razones, de la variedad de problemas sobre los que investiga? Esta situación se detecta inmediatamente en la organización misma de los diferentes manuales de Sociología. Como recalcan D. Crane y H. Small, "es probable que en el contenido de los manuales de las distintas disciplinas influyan más las ideas preconcebidas que acerca de la disciplina tengan quienes las dirigen que la amplitud y la índole de las investigaciones en curso"⁹⁴. Para el caso de la Sociología, M. Dogan destaca como el "Handbook of Sociology", publicado en 1988 bajo la dirección de Neil Smelser, está fragmentado en especialidades y carece de una estructura general; consiste en 22 capítulos encuadrados juntos. Su director, Neil Smelser, es consciente de esa heterogeneidad observando que Talcott Parsons había "exagerado la unidad interna de la disciplina", que, "de aplicarse hoy día resultaría casi ridícula"⁹⁵. No obstante, como señalan algunos autores, la coherencia disciplinar existe. Así, para E. Shils "La Sociología en este momento es un complejo agregado de temas que se mantiene unido por unas técnicas más o menos comunes, por el uso generalizado de unos cuantos conceptos y palabras claves, y por un conjunto ampliamente aceptado de modelos e ideas interpretativas. También se mantiene unido por una tradición más o menos común -una tradición heterogénea de la que ciertas corrientes se mantienen apartadas- que le enlaza a monumentos, figuras u obras clásicas que se consideran como precedentes. La tradición reside en una autoimagen que vincula a los que ahora se denominan sociólogos con una sucesión de autores que se remonta al siglo XIX. Aunque, de hecho, las ideas principales que cultiva la Sociología contemporánea tienen un origen mucho más antiguo, los sociólogos no se consideran descendientes de antepasados que vivieran más allá del siglo XIX"⁹⁶.

⁹³ R. Boudon, op., cit., p. 7.

⁹⁴ D. Crane, y H. Small, "American Sociology since the Seventies : the Emerging Identity Crisis in the Discipline", en T.C. Halliday y M. Janowitz, (eds.) , *Sociology and its Publics. The Forms and Fates of Disciplinary Organization*, Chicago: University of Chicago Press, 1992, p.198.

⁹⁵ N. J. Smelser, (comp.), *Handbook of Sociology*, Newbury Park (CA), Sage Publications, (1988), p.12.

⁹⁶ E. Shils, *Génesis de la Sociología contemporánea*. Madrid, Seminarios y Ediciones, 1971.

Precisamente, en el origen mismo de la disciplina surgen los diferentes conceptos que forman parte del debate identitario de la Sociología. Consideremos el concepto de “hecho social” como objeto propio de la Sociología propuesto por E. Durkheim. Durkheim sostenía que el conjunto de la Sociología se basaba en “nuestro principio fundamental: la realidad objetiva de los hechos sociales”⁹⁷. Para que la Sociología sea posible “es necesario que tenga un objeto que a ella sola pertenezca”, una “realidad propia y no obtenida de otras ciencias”⁹⁸. ¿Qué consideraba Durkheim como hechos sociales y cómo los clasificaba? Y, en todo caso, a su juicio ¿qué rasgos eran los que distinguían a los hechos sociales de otros fenómenos o tipos de “hechos”, objetos de otras ciencias?. Como señala Lukes, por “hechos sociales” hay que entender que se refería a fenómenos, factores o fuerzas sociales, y por la regla de que deben ser estudiados como “cosas” quería decir que han de ser vistos como “realidades externas al individuo” e independientes del aparato conceptual del observador⁹⁹.

Un aspecto central, por tanto, es el de tratar los fenómenos sociales como “cosas”. Durkheim emplea el término “cosas” (*choses*) al menos en cuatro sentidos: 1) fenómenos con características independientes del observador; 2) fenómenos cuyas características sólo pueden ser certificadas mediante la investigación empírica (esto es, lo opuesto al razonamiento o la intuición *a priori*); 3) fenómenos cuya existencia es independiente de la voluntad del individuo; 4) fenómenos que sólo pueden ser estudiados mediante la observación “externa”, esto es, por medio de indicadores, tales como códigos legales, estadísticas, etc. ¿Qué es entonces lo que distingue a los hechos sociales de otras clases de hechos? En *Las reglas del método sociológico*, Durkheim define el hecho social como “toda manera de hacer, fijada o no, susceptible de ejercer sobre el individuo una coacción exterior” y también como “[toda manera de hacer] general en el conjunto de una sociedad, conservando una existencia propia, independiente de sus manifestaciones individuales”. Para él, esto no era más que una “definición preliminar”;

⁹⁷ E. Durkheim, *Las reglas del método sociológico y otros escritos sobre filosofía de las ciencias sociales*. Madrid, Alianza, 1988.

⁹⁸ E. Durkheim, *El suicidio*, Madrid, Akal, 1985.

⁹⁹ S. Lukes, *Émile Durkheim. Su vida y su obra*. Madrid, CIS, 1984, p. 9.

tal y como apunta Lukes¹⁰⁰, Durkheim no se había propuesto hacerla pasar por una definición esencialista, intuitiva, que resumiera todos los rasgos de los hechos sociales, sino simplemente como un signo que permitiera reconocer fenómenos sociológicos. Desde luego eran posibles otras definiciones; la suya no le parecía más que una guía útil para la investigación. La definición de Durkheim incluye tres criterios distintivos: exterioridad, coerción y generalidad-más-independencia.

Durkheim iniciaba así la concreción de lo que pudiese definirse como objeto de actuación de la Sociología. En ese proceso de identificar el objeto, Durkheim cita como antecesor directamente a Comte. No obstante, el cuestionamiento del estatus adjudicado por Comte a la Ciencia, Durkheim reconoce la contribución de este especialmente en lo referido al objeto. La ciencia social necesitaba “una naturaleza que observar”¹⁰¹. Durkheim, atribuyó inicialmente a Comte el ser el primero en dar a la ciencia social “una realidad concreta que conocer”¹⁰²; más tarde, Durkheim atribuiría este hallazgo a Saint-Simon, si bien Comte lo sistematizaría. En cualquier caso, Durkheim en este momento selecciona el referente en el que reconocer la “deuda” de la Sociología. Como señala Lukes “Había algo de verdad en esa opinión aunque también es cierto que el conceder una prioridad explicativa a los fenómenos colectivos fue común a varios pensadores contrarrevolucionarios que reaccionaron contra lo que consideraban teorías “abstractas”, simplistas y radicales de la Ilustración”¹⁰³. El reconocimiento de Comte como antecedente puede encontrar explicación en que fue Comte quien hizo de ello un principio de explicación científica: una sociedad “no era más descomponible en individuos que una superficie geométrica en líneas o una línea de puntos”¹⁰⁴. Para Comte, observó Durkheim, la sociedad era “tan real como un organismo vivo”¹⁰⁵, aunque reconociera que no podía existir separada de los individuos; Comte opinaba que el “todo” era mayor que la suma de sus partes pero también que sin éstas aquél no era nada. De

¹⁰⁰Ibid., p. 11.

¹⁰¹E. Durkheim, “Cours de science sociale: leçon d'ouverture”, *Revue Internationale de l'Enseignement*, XV, (1888) (pp. 23-48). p 29.

¹⁰²Ibid., p. 30.

¹⁰³S. Lukes, *op. cit.*, p. 81.

¹⁰⁴A. Comte, *Système de politique positive*, París, 1851-54, vol II, p. 181.

¹⁰⁵E. Durkheim, *op. cit.*, p. 30.

este modo, Durkheim mantenía que “al unirse en un marco definido y con lazos perdurables, los hombres forman un nuevo ser que tiene su propia naturaleza y sus propias leyes. Es el ser social. Ciertamente las últimas raíces de los fenómenos que en él se producen están en la mente del individuo. Pero aun así, la vida colectiva no es simplemente una imagen agrandada de la vida individual. Presenta características “*sui generis*” que las inducciones de la sociología por sí solas no nos autorizarían a predecir. De este modo las costumbres y las prescripciones de la ley y de la moral serían imposibles si el hombre fuera incapaz de adquirir hábitos, pero son algo más que hábitos individuales”¹⁰⁶. Como sentenciara Durkheim, en la Sociología de Comte lo social había encontrado “un objeto que le pertenecía en exclusiva y un método positivo para estudiarlo”¹⁰⁷. Aun así, destacaría algo que se mantendría hasta la actualidad, dado que si bien la Sociología tenía un “objeto” propio “¡seguía siendo tan indeterminado!”¹⁰⁸

2.2. Método

Durkheim es uno de los representantes más significativos de la consideración de la Sociología como ciencia. Esta postura, como el mismo subrayaba, “no debe ser confundida con la metafísica positivista de Comte y Spencer”. De hecho, negaba explícitamente cualquier clase de cientifismo dogmático; “No hacemos de la ciencia una especie de fetiche o ídolo cuyos oráculos infalibles han de ser recibidos de rodillas. La vemos simplemente como un grado de conocimiento, pero es el grado más alto y no hay ninguno por encima de él. Sólo se distingue de las formas más humildes de conocimiento por su mayor claridad y concreción, pero eso es suficiente para que constituya el ideal al que aspira todo pensamiento autocrítico”¹⁰⁹. Esta intencionalidad científica se concentra en los procedimientos racionales de estudio e investigación. Destaca en Durkheim la centralidad concedida al Método. Así, Lukes observa como “Un elemento crucial del intento de los durkheimianos de revolucionar las ciencias sociales fue su rigurosa

¹⁰⁶ *Ibid.*, p. 30.

¹⁰⁷ *Ibid.*, p. 30.

¹⁰⁸ *Ibid.*, p. 32.

¹⁰⁹ E. Durkheim, “L’enseignement philosophique et l’agrégation de philosophie”, *Revue Philosophique*, XXXIX, pp. 121-47.

insistencia en un método racionalmente defendible, que era comparativo en su uso de los datos, e intentaba llegar a una leyes generales que abarcaran todos los tipos sociales. Durkheim era devastador a la hora de criticar los métodos, que él consideraba inadecuados, como puede verse en muchas de sus reseñas de *L'Année* y en sus implacables críticas a los candidatos al doctorado. Davy cuenta la historia de un examen de Durkheim, en el que aterrorizó al candidato con sus perentorios modales, diciendo: ‘Usted podría usar un método que no fuera el mío, pero que yo comprendiera; o bien podría usted usar mi método, con lo que yo quedaría satisfecho; o bien, en tercer lugar, como es el caso, podría no usar usted método alguno, con lo que yo no le entendería en absoluto’¹¹⁰.

El método se vertebraba sobre la racionalidad. Durkheim señala como “La única [clasificación] que aceptamos es la de racionalistas. Nuestro principal propósito es extender el racionalismo científico a la conducta humana; para ello mostraremos que, consideraba en el pasado, la conducta humana es reducible a relaciones de causa y efecto, relaciones que una operación no menos racional puede transformar en reglas de acción para el futuro. Lo que denominamos positivismo no es más que una consecuencia de ese racionalismo” (1901c). Esa aproximación racionalista implicaba un tratamiento metodológico concreto, similar al de la Ciencia Natural, sobre la definición del hecho social como “cosa”. Durkheim postula el objetivismo en el método sociológico. Tal y como señala E. Lamo este “infundado objetivismo que armonizaba perfectamente con el naturalismo positivista y se hallaba, pues, de acuerdo con las tendencias dominantes de la filosofía de la ciencia y de la metodología; sólo la tajante separación entre el observador y lo observado (en este caso entre el actor y la sociedad) garantizaba el modelo de la ciencia natural (bien la mecánica o la biológica). Aunque ello implicara reducir el actor al nivel de la propia facticidad, frente al punto de vista del observador-científico que, milagrosamente, conseguía sacar su cabeza fuera de ella. Una Sociología “por la ranura” (Adorno)¹¹¹, que al tiempo que objetivaba al actor –y por lo tanto al propio sociólogo como actor- extraía al observador del

¹¹⁰Citado en Lukes, *op. cit.*, p. 399.

¹¹¹T. Adorno, *Dialéctica Negativa*, Madrid, Taurus-Cuadernos para el Diálogo, 1975, pp. 142 ss.

mundo de la facticidad y lo colocaba frente a ella para garantizar así una metodología científica. El dualismo entre el actor y la sociedad pasaba entonces a ser el dualismo entre el científico social y la sociedad, base de la ciencia”¹¹². Apuesta Durkheim, al menos explícitamente, por un modelo metodológico equivalente al de las ciencias naturales.

En ese sentido, es evidente que existen otras muchas alternativas. Como observa G. Rocher “algunas obras poéticas o literarias pueden observar la realidad con una mirada más penetrante que la del sociólogo, dado que el procedimiento adoptado por este último es necesariamente más pesado, en la medida en que se obliga a seguir el largo y a menudo árido camino que obedece a los cánones del método científico. Sin embargo, esto es precisamente lo que hace de la Sociología un proyecto científico y lo que le confiere un carácter singular e insustituible”¹¹³. Según Rodríguez Zúñiga el elemento común a los diferentes objetos de los que se ha ocupado la Sociología es: “la convergencia en un modo de pensar que puede llamarse ‘modo de pensar sociológico’”¹¹⁴. Este modo específico de pensar se aplica a “aquel tipo de discurso que intentan comprender y explicar el comportamiento humano en relación con el contexto institucional (económico, lingüístico, cultural, etcétera), porque parten de la convicción de que, sin aclarar tales relaciones, es imposible dar razón de la realidad humana”. Este “modo de pensar sociológico” que intenta dar “razón” sería parte constituyente del método sociológico.

No obstante, entre los fundadores de la Sociología destacan las divergencias sobre el método, claramente ligado a la definición del objeto de la Sociología. M. Weber, destaca como el objeto es seleccionado con la intervención de los valores, luego el “objetivismo” no viene impuesto desde el objeto, sino mediante el tratamiento posterior. El tratamiento que se da a dicho objeto debe reducir la intervención de los valores a un mínimo. El conocimiento científico aspira a ser “objetivo”, y ante su dificultad trata de reducir la interferencia de la subjetividad, especialmente en las operaciones lógico-

¹¹²E. Lamo de Espinosa, *Juicios de valor y ciencia social; una crítica interna del avalorismo*, Valencia, Fernando Torres, 1975, pp. 21-24.

¹¹³G. Rocher, *Introducción a la Sociología general*. Barcelona, Herder, 1973. p. 660.

¹¹⁴L. Rodríguez Zúñiga, *op. cit.*, pp. 15-16.

teóricas y empíricas que se efectúan. Para lo cual según J. Ziman “opondrá un observador humano a otro y luego sólo dará cuenta de aquello en lo que todos estén de acuerdo. Este problema es especialmente difícil en las ciencias sociales y de la conducta, pero, si uno no ha de cometer petición de principio en relación con la epistemología científica, no debe insistir en una pauta de ‘objetividad’ empírica más rigurosa que el acuerdo ‘intersubjetivo’ acerca de los hechos”¹¹⁵. Todas estas operaciones, en tanto que obra y producto de seres humanos, no son ajenas a la intervención de los valores. La transición desde el criterio positivista de demarcación a otro más flexible y plural viene explicado del modo siguiente por Wallerstein “Las ciencias de la complejidad emergen propiamente en la década de los setenta como una reacción contra las ideas dominantes dentro de la concepción científica. La ciencia moderna se construyó sobre el legado del pensamiento cartesiano y se fundamentó en el determinismo, según el cual todo está determinado por leyes de aplicación universal que explican no sólo lo que acontece en el presente, sino también lo que pasó y lo que puede acontecer en el futuro. Esta idea de ciencia ha sido dominante por lo menos hasta hace veinte años y su pretensión universal se ligó con los requisitos de proceso de conocimiento científico promoviendo principalmente el de la no implicación del investigador en su propio proyecto”¹¹⁶. En ese sentido, la objetividad y determinación del objeto constituyán la fuente de distinción epistemológica para las ciencias naturales. No obstante, los mismos desarrollos del conocimiento marcaron los límites de dicha concepción. “Contra esto se manifestaron algunos sociólogos, pero también químicos, matemáticos, físicos, etc., para quienes tal determinismo era insostenible, no por incapacidad de comprenderlo, sino porque demostraron que incluso los más pequeños cambios podían tener consecuencias enormes en las trayectorias de los acontecimientos o fenómenos. Esta nueva noción, que prefigura los procesos de caos y complejidad, empezó siendo mostrada dentro del mundo físico y de las prácticas matemáticas. Ahí comenzó a observarse que los procesos no son lineales y que los sistemas, lejos de conservar equilibrio, llevan a momentos de bifurcación. Bifurcación es una palabra técnica; quiere decir que existen, al menos, dos soluciones para una ecuación, pero la

¹¹⁵J. Ziman, *Introducción al estudio de las ciencias*. Barcelona, Ariel, 1986. p.51.

¹¹⁶I. Wallerstein *La historia de las Ciencias Sociales*, Mexico, UNAM, 1997 pp. 18-19

ecuación no determina el resultado, por eso el investigador está implicado necesariamente”¹¹⁷.

No obstante, el reconocimiento de la presencia de estos es un elemento importante en la aproximación sociológica a la realidad, así como en la transmisión de este conocimiento sociológico. A.W. Gouldner, afirma como “es nuestra obligación brindar toda la verdad, lo mejor que sepamos, con la penosa conciencia -que debemos transmitir a nuestros alumnos- de que aún en el momento de comunicarla podemos estar perpetrando inconscientemente un ocultamiento y no una revelación. Si enseñamos a los estudiante cómo se hace la ciencia, cómo se la hace realmente y no cómo se la transmite públicamente, no podemos dejar de exponer ante ellos la persona total del científico que la hace, con todos sus dones y sus cegueras, con sus métodos y sus valores”¹¹⁸. Especialmente si consideramos la afirmación de P. von Morpurgo tras revisar 50 años de debate al concluir “que las ciencias sociales se encontrarían en el mismo punto en que se hallan hoy, aunque nunca hubiese tenido lugar el debate sobre la cuestión de los valores.”¹¹⁹

En la actividad de fundar la Sociología como conocimiento científico de la realidad social, esta debía distanciarse de la explicación “vulgar” tanto en sus conceptos como en su calidad argumental. En relación a los conceptos, como señala E. Lamo, uno de los principales objetivos de Durkheim mediante la noción de hecho social era producir un distanciamiento del “sentido común”, del modo de operar no científico “Así, y paradójicamente, la Sociología, afirmando, por supuesto, que debía ser construida en contra de las apariencias, las nociones vulgares y los “ídola”, olvidó que la facticidad social era una de esas nociones vulgares y basó en dicho olvido su propia fundamentación”¹²⁰. En el sentido de la argumentación, el distanciamiento de lo obvio fue otro de los problemas enfrentados. M. Halbwachs destaca como “Cuando Durkheim demostró que el matrimonio protegía contra el suicidio, y que la gente que tiene hijos se

¹¹⁷Ibid., p.19

¹¹⁸A.W. Gouldner, “El antiminotauro: el mito de una Sociología libre de valores”; en: I. Horowitz (ed). *La nueva Sociología*. Buenos Aires, Amorrortu, 1969, pp 250.

¹¹⁹P. von Morpurgo, *op. cit.*,

¹²⁰S. Lukes, *op. cit.* p. 41.

suicida menos que las personas casadas sin descendencia, no hizo más que enunciar, a los ojos de muchos lectores, una verdad de sentido común que no tenía ninguna necesidad de ser demostrada con gran acopio de cifras. Pero en el campo de lo verosímil, a cualquier proposición se opone una contraria que puede parecer tan evidente como la primera. Desde un punto de vista científico, hay tanto mérito en demostrar cuál de dos proposiciones verosímiles corresponde a la realidad, como en descubrir una verdad completamente nueva. Eso es precisamente franquear el límite que separa el conocimiento científico del vulgar”¹²¹. Ambas dimensiones permanecen abiertas, tanto en la trivialidad de muchas explicaciones sociológicas como en la “cotidianidad” de los conceptos empleados.

La discusión central sobre el objeto y método de la Sociología, así como del papel de los valores es sintetizada con gran claridad por E. Lamo cuando plantea lúcidamente como “Hay así en Marx una tensión constante entre un modelo positivista y darwiniano por un lado, y la teoría hegeliana de la reflexividad por otro, que no acaba de dilucidar si la revolución tiene que ser concebida como una dinámica autónoma del sistema (objetivismo) o, por el contrario, como resultado de un proyecto humano (subjetivismo) que entiende, y por lo tanto, transciende aquella legalidad impersonal. Pero tampoco Weber consiguió sintetizar el romanticismo de la Escuela Histórica y el científismo positivista neokantiano, y su metodología muestra a cada paso el gigantesco esfuerzo desarrollado en ese sentido¹²². Y nada sería más fácil que mostrar, por detrás del explícito objetivismo metodológico de Durkheim, el constante recurso (expreso o tácito) a los motivos individuales de la acción¹²³, de modo semejante a como se quiebra en multitud de ocasiones el explícito nominalismo metodológico de Weber¹²⁴. Así, “en lo que parece haber acuerdo [...] entre todos los

¹²¹M. Halbwachs, *Les causes del suicide*, París, Alcan, 1930, p.197.

¹²²W.G. Runciman, *A Critique of Max Weber's Philosophy of Social Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972. (L. p. 37)

¹²³R.H. Brown, “Symbolic Realism and Sociological Thought. Beyond the Positivist-Romantic Debate”, en R.H. Brown y S.M. Layman, *Structure, Consciousness and History*, Cambridge, Cambridge University press, 1978, pp. 20-22 y J.D. Douglas, *The Social Meaning of Suicide*, Princeton, Princeton University Press, 1967.

¹²⁴H.H. Gerth y C. Wright Mills, *From Max Weber*, Nueva York, Oxford University Press, 1969, pp. 55-59.

principales fundadores de la Sociología, es que los hechos sociales son, al tiempo objetivos y subjetivos"¹²⁵ y la dualidad aparente entre objetivismo y subjetivismo, entre realismo y nominalismo, entre estructura y acción, entre leyes y sentidos, recorre toda la Sociología al tiempo constituyéndola y disolviéndola, como afirmación de sus metas unificadoras y como crítica de sus pobres resultados".

2.3. Teoría y empiria

Una cuestión aparte surge de la noción misma de teoría, en las Ciencias Sociales en general y en la Sociología en particular. Para J. Ziman las características definitorias de una teoría son "En primer lugar, tiene que ser coherente y lógica, lo que significa que no puede tener contradicciones internas. En segundo lugar, debe ser "pertinente", o sea que debe disponer de una serie de "principios interpretativos" que la relacionen con el mundo empírico. Y en tercer lugar, ha de ser "extensible", esto es, "debe 'explicar' más hechos de los que en un principio tenía que abarcar"¹²⁶. Asimismo, Ziman destaca la unidad dialéctica existente entre la actividad teórica y la empírica. De este modo, la Teoría "Si bien puede tener sus etapas 'de sillón', se deriva de unas labores exteriormente más arduas, como son la observación, la experimentación y la medición, a las que vuelve a conducir rápidamente. En la vida cotidiana, 'teoría' y 'hecho' suelen considerarse polos opuestos. En la ciencia esta es un oposición creativa que puede verse en la interacción dinámica entre los aspectos 'racionales' y 'empíricos' de la labor científica. En cualquier campo de investigación esta dialéctica acostumbra a ser complejísima y retorcidísima"¹²⁷. Por su parte, W.J. Goode, y P.K. Hatt destacan que la teoría "se refiere a las relaciones entre hechos, o al ordenamiento de los mismos en alguna forma que tenga sentido"¹²⁸. Desde una perspectiva más general, R.S. Rudner define la teoría: "como un conjunto de enunciados sistemáticamente relacionados, que incluyen algunas generalizaciones del tipo de una ley, y que es empíricamente contrastable"¹²⁹.

¹²⁵J. Rex, *Discovering Sociology*, Londres, Routledge and Kegan Paul, 1973, p. 218.

¹²⁶J. Ziman, *op. cit.*, pp. 36-37, 42-43, 62.

¹²⁷*Ibid.*, p.46.

¹²⁸W.J. Goode, y P.K. Hatt, *Métodos de investigación social*. México, Trillas. 1967. p. 46.

¹²⁹R.S. Rudner, *Filosofía de la Ciencia Social*. Madrid, Alianza, 1973, p.30.

Una cuestión importante surge del empleo de los diferentes términos que analíticamente indican la actividad científica. Ziman destaca como en las Ciencias Sociales “Se emplean términos como teoría, hipótesis o conjetura “de manera aproximada y retórica y raras veces tienen motivos sólidos para diferenciarlos en la práctica”¹³⁰. Una opinión equivalente la exponía Lazarsfeld, cuando advirtió que el concepto de teoría tiende a utilizarse con cierta libertad, sobre todo en el ámbito de lo que suele denominarse Sociología empírica. Considera este autor que lo que generalmente se entiende por teoría social se identifica con alguna de las siguientes estructuras o procesos conceptuales: esquemas de clasificación; conceptos teóricos que orientan al análisis; planteamiento de problemas de investigación; “formulación de ideas generales acerca de la manera en que se producen o pueden ser provocados los cambios sociales”; hipótesis; y “puesta en relación de unos hechos empíricos con otros hipotéticos o ya verificados”¹³¹. Destaca, por lo tanto, el empleo genérico y no sistematizado de los conceptos como teoría, hipótesis, etc. Además de la confusión terminológica, otra circunstancia se agrega a la actividad teórica en Sociología.

La Sociología se debate desde su origen entre dos objetivos: 1) su vocación científica, que la conduce por un estrecho sendero de objetividad e imparcialidad; y 2) su vocación de transformar o reformar la sociedad. Como observa L. Rodríguez Zúñiga “uno de los rasgos distintivos de la práctica sociológica como práctica intelectual es su pretensión, más o menos declarada, de intervenir en la dirección de la marcha de la sociedad. Se podrá concebir ello al modo de Comte, Saint-Simon o Marx -esto es, concibiendo su trabajo intelectual como base para una política científica-, o al modo de Tocqueville -no mirando al futuro, como los políticos, sino al porvenir: tales son sus palabras-. Pero sin ese proyecto de incidir sobre la práctica política, las grandes teorías sociológicas se esfuman en buena parte”¹³². En lo que se refiere a la segunda opción, esta es característica común a las empresas humanas, incluyendo la actividad científica. Tal y como señala J. Ziman “En las

¹³⁰J. Ziman, *op. cit.*, p. 44.

¹³¹Lazarsfeld, “La Sociología” en Piaget y otros. *Tendencias en la Investigación en ciencias sociales*, Madrid, Alianza, 1973. p.331.

¹³²L. Rodríguez Zúñiga, *op. cit.*, p. 17.

ciencias naturales básicas puede que parezca bastante fácil trazar una línea entre lo que ‘es’ y lo que ‘debería’ ser, entre lo que ‘sucederá’ y lo que se ‘desea’ como resultado de ciertos actos. Pero, como más adelante comprenderían los científicos que concibieron y construyeron las primeras armas nucleares, no hay frontera visible alguna entre ‘medios’ científicos y ‘fines’ políticos”¹³³. Esta es una cuestión importante, a la actividad teórica. En términos generales, podemos diferenciar a efectos analíticos dos ejes de debate teórico en la historia reciente de la teoría en Sociología. Por un lado el que se podría etiquetar como Parsons y Marcuse, en la dimensión “ideológica” (como apuntara Rodríguez Zúñiga) y por otro Parsons-Merton-Lazarsfeld en la dimensión de discusión “científica”.

Parsons-Marcuse. En relación al debate que ha marcado parte de la Historia reciente de la Sociología cabe concluir con E. Lamo “Así pues, los dos paradigmas que dominaron e incluso llenaron casi totalmente la historia de la Sociología desde la posguerra no son ya fuerzas reales. El fallecimiento casi simultáneo de Talcott Parsons y de Herbert Marcuse en la primavera-verano de 1979 simboliza con precisión el fin de una era: la era de la Guerra Fría y de la oposición Este-Oeste, la era del marxismo y del anti-marxismo, de la Sociología “burguesa” y “revolucionaria”, del análisis versus la dialéctica, del conflicto versus el consenso. Todo ello ha desaparecido para siempre (y sin duda para bien de la propia ciencia social) de modo que la vieja situación de la Sociología, el consenso escindido y polarizado de dos campos ha dado lugar a un disenso plural y multiforme, en el que los cismas en el campo teórico son numerosos, superpuestos y desagregados, pero, por ello mismo, menos profundos y absolutos. Los tiempos actuales no son tiempos de ortodoxia, sino de eclecticismo, y los intentos de síntesis (entre marxismo e interaccionismo, entre éste y la fenomenología, entre la fenomenología y el marxismo, entre todos ellos y versiones renovadas del conductismo basta repasar las páginas del *American Journal of Sociology*, del *American Sociological Review*, del *British Journal of Sociology*, o de *Theory and Society*) proliferan tanto como los paradigmas que se tratan de sintetizar”¹³⁴.

¹³³J. Ziman, *op. cit.*, p. 228.

¹³⁴E. Lamo de Espinosa, *op. cit.*, pp. 4-5.

Lazarsfeld-Merton-Parson. El otro eje de debate, aparece con relación al papel que deba jugar la teoría, así como que teoría es la conveniente para la actividad sociológica. Según T. Parsons, paradigma de lo que Mills llama la “gran teoría”, la teoría sistemática “constituye en primer lugar un ‘sistema’ y, por lo tanto, difiere de las teorías discretas, esto es, de las generalizaciones particulares sobre fenómenos particulares. Un sistema teórico en el sentido que aquí se da es un cuerpo de conceptos generalizados, lógicamente interdependientes, y de referencia empírica. Un tal sistema tiende, idealmente, a ‘cerrarse lógicamente’, a alcanzar un estado tal de integración lógica, que cada consecuencia lógica de cualquier combinación de proposiciones del sistema se enuncie explícitamente en alguna otra proposición del mismo sistema”¹³⁵. Tal y como advierte J.J. Toharia, “lo que Parsons entiende por actividad teórica es la reproducción, a nivel analítico, de la realidad social para así proceder, ulteriormente, a su examen. Su meta es, pues, más la elaboración del complejo andamiaje conceptual capaz de reflejar sistemáticamente la realidad, que la elaboración de teorías explicativas directas sobre la misma. Desde su perspectiva, éstas sólo podrán ser acuñadas cuando haya sido terminado el edificio analítico que habrá de servirles de sustentación y marco de referencia. La teoría parsoniana tiene así un carácter mediato, previo: su finalidad es más posibilitar (algún día) la explicación de la realidad social, que analizarla ahora directamente”¹³⁶. Por su parte, Lazarsfelds se identifica como el principal proponente de la “teoría empírica”.

Ambos planteamientos serían objeto de duras críticas por parte de C.W. Mills. Estas críticas a los sociólogos empíricos (Lazarsfeld) y a los creadores de lo que llamó la “gran teoría” (Parsons) muestran dos formas muy diferentes de entender la teoría social. Refiriéndose a la concepción estrecha de la teoría, C.W. Mills señaló que “Abundan, naturalmente, los comentarios generales en todas las escuelas de ciencia social sobre la ceguera de los datos empíricos sin teoría y el vacío de la teoría sin datos empíricos. Pero haremos mejor en examinar la práctica y sus resultados, (...) que los bordados filosóficos. En las declaraciones más sinceras, como las de Lazarsfeld, las ideas básicas de ‘teoría’ y ‘datos

¹³⁵T. Parsons, *Ensayos de Teoría Sociológica*. Buenos Aires, Paidos, 1967, p.184.

¹³⁶J.J. Toharia, “El funcionalismo normativista: la obra de Talcott Parsons” en J. Jiménez Blanco y C. Moya, *Teoría sociológica contemporánea*. Madrid, Tecnos, 1978, p.117.

empíricos' aparecen muy claras: 'Teoría' son las variables útiles para interpretar los resultados estadísticos; 'datos empíricos', como se insinúa y resulta evidente en la práctica, son sólo los hechos y las relaciones estadísticamente determinadas en cuanto son numerosos, repetibles y mensurables. Con unas ideas tan restringidas de la teoría y de los datos, la generosidad del comentario sobre sus relaciones mutuas parece contraerse a un mezquino conocimiento, en realidad a ningún conocimiento en absoluto”¹³⁷. Por otro lado, para Mill la “gran teoría” tampoco ofrece posibilidades de dirigir la observación de la realidad: “La causa fundamental de la gran teoría es la elección inicial de un nivel de pensamiento tan general, que quienes lo practiquen no puedan lógicamente descender a la observación. Como grandes teóricos, nunca descienden de sus altas generalidades a los problemas que presentan sus contextos históricos y estructurales. Esa falta de un sentido sólido de los verdaderos problemas, es causa de la irreabilidad tan notoria en sus páginas”¹³⁸. Ambos planteamientos, o estrategias teóricas se vinculan a los debates sobre el papel que juega la inducción o la deducción. Así, T.A. Sebeok desde una posición crítica, coincide con los inductivistas en que la inferencia va desde los datos a las hipótesis y teorías. Pero recuerda que “Una teoría no se ensambla a partir de fenómenos observados; es más bien lo que hace posible observar que tipo de fenómenos son y que relaciones mantienen con otros”¹³⁹ Al mismo tiempo matiza el enfoque deductivista “La interpretación no es algo que el físico elabora en un sistema deductivo preparado: es operativa en la misma elaboración del sistema. El físico rara vez busca un sistema deductivo ‘per se’, en el que sus datos, si se interpreta aquel físicamente, aparecerían como consecuencias. Por el contrario, busca una explicación de estos datos; su meta es un esquema conceptual en el cual sus datos puedan insertarse inteligiblemente, al lado de otros datos más conocidos”¹⁴⁰

El debate polarizado entre ambos extremos formales de hacer y ser teoría incorporaría un tercer nombre, R.K. Merton junto a una

¹³⁷C.W. Mills, *La imaginación sociológica*. México, Fondo de Cultura Económica, 1961, p.83.

¹³⁸Ibid., p.52.

¹³⁹T.A. Sebeok, “One, Two, Three...Uberty” en U. Eco y T.A. Sebeok (eds.) *El signo de los tres*, Dupin, Holmes, Peirce. Barcelona, Lumen, 1989, p.189.

¹⁴⁰Ibid., p.166.

tercera estrategia. Merton coincidía con Parsons en la importancia del desarrollo teórico de la Sociología, pero también creía que esta disciplina no se encontraba, por el momento, en condiciones de elaborar sistemas teóricos totales: “sucede a menudo en las primeras fases de una disciplina nueva que sus expositores declaran típicamente extravagantes pretensiones de haber producido sistemas teóricos totales, adecuados para todo el campo de problemas que abarca la disciplina. Como observaba Whitehead: (...) ‘Es característico de una ciencia en sus primeras etapas (...) ser ambiciosamente profunda en sus propósitos y trivial en el tratamiento de los detalles’”¹⁴¹. Los sistemas sociológicos completos en la actualidad, como en su día los sistemas completos de teoría médica o de teoría química, deben dejar el lugar a las teorías intermedias menos imponentes pero mejor fundadas”. De ahí que Merton propugne la construcción de “teorías de alcance medio”: “teorías intermedias entre las estrechas hipótesis de trabajo que se producen abundantemente durante las diarias rutinas de la investigación y las amplias especulaciones que abarcan un sistema conceptual dominante del cual se espera que derive un número muy grande de uniformidades de conducta social empíricamente observadas”¹⁴². Las teorías intermedias ajustarían de modo operativo con la situación actual de desarrollo de la Sociología. Una consecuencia evidente de la situación descrita es el destacable pluralismo teórico existente en Sociología, en gran parte como combinación de las dos dimensiones descritas.

Como señala E. Lamo, los paradigmas dominantes se han fragmentado, escapando a una clasificación unidimensional. “El modelo estructural-funcional, que dominó de modo casi total durante los años cuarenta y cincuenta, hasta el punto de que fue identificado con el lenguaje de la Sociología, o con la Sociología misma, y que fue argumento central de la profesionalización de los sociólogos no ha pasado la prueba de fuego de los sesenta y ha estallado en mil modelos: teoría de intercambio, etnometodología, fenomenología, *approach* estructural-individualista, nuevo interaccionismo simbólico, *conflict-sociology*, son algunos de los rótulos que se disputan la herencia del capital sociológico acumulado. Lo que fue concebido como el

¹⁴¹R.K. Merton, *Teoría y estructuras sociales*. México, Fondo de Cultura Económica, 1964. pp. 16-17.

¹⁴²R.K. Merton, *Ibid.*

paradigma de la Sociología es hoy sólo uno de los muchos y ni siquiera el más aceptado”¹⁴³. Ya a fines de los años 60 W.L. Wallace llegó a identificar hasta once enfoques diferentes en la teoría sociológica contemporánea¹⁴⁴. Este debate teórico, que implica evidentemente tanto el objeto como el método de la Sociología ha llevado a algunos autores a considerar que esta es una característica de la actividad sociológica. Así, N.J. Smelser afirmará que una de las características de esta disciplina es la “gran cantidad de escuelas que se yuxtaponen y, a veces, luchan entre sí”, de ahí el escaso acuerdo entre los sociólogos sobre “los problemas fundamentales, los conceptos, las teorías y los métodos de investigación”¹⁴⁵.

No obstante, no es esta una situación particular de la Sociología, sino en cierto modo extensible a muchas de las ciencias sociales. Así, T.S. Kuhn, afirma sorprenderse “ante el número y el alcance de los desacuerdos patentes entre los científicos sociales sobre la naturaleza de problemas y de métodos científicos aceptados. Tanto la historia como mis conocimientos me hicieron dudar de que quienes practicaban las ciencias naturales poseyeran respuestas más firmes o permanentes para esas preguntas que sus colegas en ciencias sociales. Sin embargo, hasta cierto punto la práctica de la astronomía, de la física, de la química o de la biología no evoca, normalmente, las controversias sobre fundamentos que en la actualidad parecen a menudo endémicas, por ejemplo, entre los psicólogos o los sociólogos”¹⁴⁶.

La cuestión central no es la pluralidad teórica, en la medida que responda a un debate entre explicaciones diferentes. Lo destacable es el desacuerdo sobre fundamentos: cual es el objeto que concierne a la actividad científica y como proceder a su estudio. No es extraño que el desacuerdo sobre el concepto y el método facilite el que se hable de las distintas Sociologías más que de la Sociología. El pluralismo sociológico, como hemos visto, tiene su origen en la atención preferente a los diferentes aspectos que presenta la realidad social. Pero también existe pluralidad en la forma analítica con que se procede. Así, los

¹⁴³E. Lamo de Espinosa, *op. cit.*, pp. 2-3.

¹⁴⁴W.L. Wallace, *Sociological Theory*. London, Heinemann, 1989, p. 161.

¹⁴⁵N.J. Smelser, *Sociología*. Madrid, Euramérica, 1970, p. 29.

¹⁴⁶T.S., Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*. México, F.C.E. , 1971. p. 13.

análisis sociológicos han perseguido las metas más dispares: Comte, las leyes de los fenómenos sociales; Spencer, las instituciones y las grandes leyes de la evolución; Durkheim, los hechos sociales; Marx, las estructuras determinantes de los cambios sociales; Weber, las interpretaciones causales de la acción social; Gurvitch, los fenómenos sociales totales; Simmel, las formas de socialización; Parsons, los sistemas de personalidad interactuantes en los sistemas sociales; Mead, las comunicaciones interindividuales mediante símbolos significativos como componentes de la realidad social; Berger y Luckman, los universos simbólicos en cuanto orientadores fundamentales de la experiencia de la vida cotidiana.

Tal situación ha conducido a una “naturalización” y legitimación de la pluralidad. Así lo ha expresado R. Friedrichs al relacionar el pluralismo científico con el pluralismo de la realidad social: “las comunidades científicas pueden llegar a aceptar que un pluralismo básico es el estilo de vida apropiado para el espíritu científico, de la misma manera que la gran masa de la población de Occidente ha llegado a aceptar el pluralismo en la vida cívica y religiosa”¹⁴⁷. De este modo, el hecho de que la Sociología no posea un paradigma común compartido no puede interpretarse como un rasgo de subdesarrollo científico; el pluralismo sociológico sería un rasgo que define la peculiaridad de este disciplina. En esa línea argumental R. Boudon plantea porqué tiene que presentar una disciplina¹⁴⁸ la apariencia de unidad para existir y ser eficaz, concluyendo que “La pluralidad de puntos de vista me parece una condición necesaria para el desarrollo de la Sociología, como sin duda lo es para cualquier otra disciplina”¹⁴⁹. Del mismo modo, P.M. Blau considera que este es un estado deseable, sosteniendo que “la diversidad y pluralidad de enfoques tiende a ser una de las principales fuentes para el desarrollo del conocimiento sistemático”¹⁵⁰. El mismo Merton considera que, a largo plazo, el pluralismo es el estado cognoscitivo más adecuado para la Sociología: “Por la sencilla razón de

¹⁴⁷R. Friedrichs, *Sociología de la Sociología*. Buenos Aires, Amorrortu, 1977, p. 325.

¹⁴⁸R. Boudon, *op. cit.*, p. 134.

¹⁴⁹*Ibid.*, p. 14.

¹⁵⁰P.M. Blau, “Diverse views of social structure and their Common Denominator”; en: P.M. Blau y R.K. Merton (eds). *Continuities in structural inquiry*. London, Sage Publications, 1981. p. 1.

que ninguna orientación teórica con pretensión de abarcarlo todo y mantenerlo todo firmemente unido, ha demostrado ser capaz de identificar y de enfrentarse con la gran cantidad de problemas que requieren ser investigados con detalle. Parece que lo que ocurre más bien es que las diversas orientaciones teóricas resultan eficaces en variado grado para enfrentarse con distintos tipos y aspectos de los problemas sociales”¹⁵¹.

Aparece en ese sentido una cierta secuencia que conduce del estado actual de pluralismo teórico de la Sociología, a considerarlo una característica “natural” de ésta y de ahí a plantearlo como una ventaja cognoscitiva y metodológica. Frente a esta actitud E. Lamo mantiene una argumentación muy crítica recordando que “Sin duda, tiene también (parcialmente) razón Merton cuando afirma que ‘la crisis crónica de la Sociología con su diversidad, competencia y choque de doctrinas, parece preferible a la terapia a veces propuesta: la prescripción de una perspectiva teórica única’, pues tal solución ‘conduciría al estancamiento de la investigación sociológica como resultado de un acuerdo prematuro en un paradigma unitario’¹⁵². Pero esto no es óbice para que aceptemos complacientemente no ya la diversidad, siempre positiva, sino la desorientación o la incertidumbre, ni elimina la responsabilidad colectiva de tratar de crear un mínimo orden dentro del caos ecléctico actual. El anarquismo teórico que Merton parece postular aquí, aunque legitimado quizás por Feyerabend y otros no parece muy satisfactorio, máxime cuando sospechamos que quizás el desorden es postulado como paso a un renacer del estructural-funcionalismo. El consenso dividido de la posguerra era fuertemente dogmático y escolástico, pero el actual disenso plural, de mantenerse, sólo conduce al descrédito. Si la Sociología quiere tener un futuro –y como sociólogos supongo que esto debe importarnos- debe ofrecer una coherencia teórica mucho mayor”¹⁵³.

¹⁵¹R.K. Merton, “Remarks on theoretical pluralism”; en: P.M. Blau y R.K. Merton, (eds). *Continuities in structural inquiry*. London, Sage Publications, 1981, p. 1.

¹⁵²R.K. Merton, *Sociological Ambivalence*, Nueva York, The Free Press, 1976, p. 114.

¹⁵³E. Lamo de Espinosa, *op. cit.*, pp.11-12.

2.4. La Sociología y sus especialidades

La Sociología no es en absoluto una ciencia cerrada y codificada en sus especialidades, sino que tal y como hemos podido apreciar, se caracteriza por lo contrario: la diversidad de fenómenos estudiados y una gran variedad de puntos de vista teóricos. En cierto modo, la Sociología en la actualidad se encuentra en una situación equivalente a la que enfrentaba Durkheim desde *L'Année*. Tal y como destaca Lukes, para Durkheim y los otros editores el trabajo de reseñar y clasificar los diversos materiales era una tarea creadora; uno de los propósitos fundamentales de *L'Année* era “elaborar de manera gradual las divisiones naturales de la Sociología”¹⁵⁴. Esta perspectiva de división “natural” exige evidentemente una definición teórica orientadora; de este modo lo que para Durkheim era un objetivo (la clasificación natural de las especialidades sociológicas) es una tarea que en la Sociología contemporánea ha desaparecido prácticamente de la agenda de trabajo de los sociólogos. Durkheim escribía a Bouglé en 1897 que “En lo que respecta a las ramas especializadas de la Sociología, no podemos darlas por completas; tampoco sería bueno que las diéramos por completas para comenzar. Debemos dejar un cierto margen para futuros avances (...) (pero) si bien todo debe encontrar un hueco en nuestra *Année* el lugar debe ser muy diferente (según los casos). Debemos centrarnos en lo que es importante, lo que es fructífero o puede ser fructífero (...) es el saldo más o menos importante que se puede sacar del libro, ya tome la forma de datos (“choses”) o de ideas, el que debe determinar la longitud de los análisis (...) Debemos rechazar, ¿no cree Vd?, los métodos habituales de la crítica, demasiado preocupados por descubrir al autor detrás del libro y por jerarquizar talentos en vez de señalar los resultados y su importancia. En materia de ciencia ¿no debería ser la jerarquía de los individuos una simple consecuencia de lo que se les debe, ya sean ideas o información?”¹⁵⁵. En ese sentido, la Sociología se ha mantenido abierta en sus intereses, rehusando a ser clasificada en posibles especialidades que puedan ser consideradas como “naturales”. En esa dinámica, concuerda con las tendencias actuales en la actividad científica, basada en la recombinación y difusión.

¹⁵⁴ *L'Année Sociologique*, vol.IV, 1901. “Sociologie criminelle et statistique morale”, pp. 433-6. Citado en S. Lukes, *Émile Durkheim. Su vida y su obra*. Madrid, CIS, 1984, p. 289

¹⁵⁵ Carta fechada el 20 de junio de 1897. Citado en S. Lukes, *Émile Durkheim. Su vida y su obra*. Madrid: CIS, 1984. p. 289

“Reducción” versus “difusión”. Es importante diferenciar entre los fenómenos de difusión interdisciplinar y los intentos de “reducir” una disciplina a otra mediante la redefinición de los objetos de análisis. Un ejemplo evidente de estos intentos de “reducción” proviene desde la psicología. Casi desde el origen, la Sociología ha mantenido una tensión disciplinar con la psicología, en la medida que esta última interpreta los fenómenos sociales como “mecanismos” sicológicos. Esta situación ya aparece con claridad en Durkheim, expresada en la forma de dos dicotomías; la existente entre Sociología y psicología por una lado, y la correspondiente a la distinción entre social e individual. Con relación a su distinción de la psicología, como destaca S. Lukes “Al proclamar que la Sociología era una ciencia independiente, Durkheim creyó necesario declararla independiente de la psicología. Se mostraba en esto un buen discípulo de Comte, que había eliminado a la psicología de la jerarquía de las ciencias; pero al revés de Comte que había sometido a la psicología de su época a una detallada crítica, sobre la base de que “mutilaba” al hombre, Durkheim nunca emprendió una crítica de la psicología contemporánea”¹⁵⁶ Para Durkheim, entre la sicología y la Sociología existía “la misma solución de continuidad que entre la biología y las ciencias físico-químicas. Por consiguiente, siempre que se explique directamente un fenómeno social por un fenómeno psíquico, puede tenerse la seguridad de que la explicación es falsa”¹⁵⁷. Durkheim, continúa marcando esta distinción en el ámbito de lo individual y lo social. En cierto modo, la necesidad de diferenciar el objeto de la Sociología marcó un exceso de énfasis sobre lo social. “La sociedad no es una mera suma de individuos, sino que el sistema formado por su asociación representa una realidad específica que posee sus caracteres propios” de forma que “en la naturaleza de esta individualidad, y no en las unidades integrantes, es donde es preciso ir a buscar las causas próximas y determinantes de los hechos que se producen en ella”. Es este encerramiento sobre sí mismo, donde los “hechos sociales” sólo pueden explicarse desde otros “hechos sociales”, lo que conduce a una distinción clara de la psicología; al mismo tiempo introduce limitaciones evidentes al reíficar los conceptos de “sociedad” e “individuo” ocultando con ello su carácter de cruce de caminos de otras muchas diferencias.

¹⁵⁶S. Lukes, *op. cit.*, p. 16.

¹⁵⁷É. Durkheim, *op. cit.*,

Tal y como expone Lukes bajo la dicotomía “individuo-sociedad” se ocultan las diferencias:

I “entre lo socialmente determinado y lo orgánica o biológicamente dado;

II entre factores específicos de determinadas sociedades y rasgos abstractos o postulados de la “naturaleza” humana;

III entre los factores generales dentro de un grupo o de una sociedad dada y los factores particulares de uno o varios individuos;

IV entre la experiencia y la conducta de los individuos asociados y la experiencia y la conducta de los individuos aislados;

V entre las obligaciones socialmente prescritas y la conducta y los deseos espontáneos;

VI entre los factores procedentes de “fuera” del individuo y los factores generados en su conciencia;

VII entre los pensamientos y acciones que apuntan a objetivos públicos o sociales y aquellos que son puramente personales y privados;

VIII entre la conducta altruista y la conducta egocéntrica”¹⁵⁸.

En ese sentido, Lukes considera que hubiese bastado con que Durkheim afirmara que los hechos sociales no pueden explicarse totalmente en términos de hechos sociales, para evitar la quiebra con la aproximación weberiana. Sin embargo, como observa L. Rodríguez Zúñiga “Si, en general, no es fácil entender una obra intelectual verdaderamente innovadora si no se tiene presente con respecto a que innova, en el caso de la teoría sociológica esto es fundamental: ni sus orígenes mismos se entienden si no se conectan con los primeros textos sociológicos y con los modos de pensar “contra” los que brotan. Más aún, hay un, por así decirlo extremismo en formulaciones teóricas cuya comprensión cabal reclama relacionar muy precisamente tales

¹⁵⁸S. Lukes, *op. cit.*, p. 21.

formulaciones con aquello que quieren discutir”¹⁵⁹. Ciertamente, desde la perspectiva de Durkheim, abrir la explicación de los hechos sociales a factores individuales suponía abrir una brecha importante en una disciplina emergente, a favor de la psicología. En este punto se encuentra una de las principales divergencias entre E. Durkheim y M. Weber. Para Durkheim, los fenómenos sociales son realidades “sui generis” que no pueden ser explicados mediante rasgos individuales, mientras que para M. Weber “la compresión subjetiva es la característica específica del conocimiento sociológico”¹⁶⁰ de forma que “estos colectivos deben ser tratados únicamente como resultantes y modos de organización de los actos particulares de las personas individuales, puesto que solo éstas pueden ser tratadas como agentes en el curso de la acción subjetivamente comprensible”¹⁶¹.

Un ejemplo actual de intentar reducir la Sociología a la psicología, mediante la vertebración de esta a través de la acción social es el que ofrece J. Elster. Este autor afirma como “En términos generales las disciplinas científicas deben estar en dos clases de relación entre sí: reducción y analogía. La reducción adopta la forma de explicar fenómenos en un nivel en la jerarquía de las ciencias en función de fenómenos de nivel inferior.



Los programas de investigación reduccionistas tienden a ser controvertidos. Por un largo tiempo muchos afirmaron con vehemencia que la reducción de la biología a química no podía ser, pero fue. Muchos sostienen que la Sociología no puede ser reducida -al menos hoy- a psicología. Como insisto en que la acción humana individual es la

¹⁵⁹L. Rodríguez Zúñiga, *op. cit.*, p. 17.

¹⁶⁰M. Weber, *Economía y sociedad*. México, FCE, 1941, p. 15.

¹⁶¹ *Ibid.*, p. 12.

unidad básica de explicación de las ciencias sociales, estoy comprometido con esta reducción”¹⁶². La apelación a Durkheim es directa, mediante el ejemplo biología-química, la “reducción” se efectúa precisamente sobre la articulación individuo-sociedad. Quizás quepa explicarse el intento de blindar el objeto de la Sociología que se propuso Durkheim, desde la óptica del “frente a” que señalara L.R. Zúñiga. Por otra parte, a pesar de destacar los “beneficios científicos” de las reducciones entre disciplinas, Elster afirma como “Otro paso es la reducción de las ciencias sociales- economía, Sociología y psicología - a biología evolutiva. La disciplina que trata de realizar esta reducción se llama sociobiología. Tendré algo que decir sobre el alcance y los límites de esta disciplina”¹⁶³. Por otra parte, la crítica de Elster a la “analogía” entre disciplinas se apoya sobre el mal uso que se le puede dar, especialmente al importar literalmente los conceptos e imágenes desde otra disciplina. Como fue el caso del organicismo en Sociología¹⁶⁴. Una revisión más detallada revela esta descripción sesgada y limitada en la medida que se apoya exclusivamente sobre los posibles empleos equivocados.

A diferencia de la “reducción”, que significa en definitiva la absorción de objetos de análisis entre perspectivas disciplinares, encontramos la “difusión” que respeta la identidad y preocupaciones de cada perspectiva. Mediante el proceso de “difusión” se produce un préstamo de conceptos, métodos, teorías e información, desde un punto de vista heurístico y operativo adaptado a la perspectiva propia de cada disciplina.

La difusión de conceptos. Numerosos especialistas han denunciado la difusión conceptual y la polisemia de términos empleados en diversas disciplinas, así como el problema semántico que origina el paso de los conceptos de una disciplina a otra. Es evidente que los conceptos tomados desde otras disciplinas deben ser adaptados al contexto de la nueva disciplina, porque un concepto no es sólo una palabra, sino también una noción o idea. M. Dogan indica como en un

¹⁶²J. Elster, *Tuercas y tornillos. Una introducción a los conceptos básicos de las ciencias sociales*, Barcelona, Gedisa, 1996, pp. 78-79.

¹⁶³Ibid., p. 79.

¹⁶⁴Ibid., pp. 79-80.

estudio reciente sobre más de 400 conceptos empleados en las ciencias sociales, aparecen muy pocos neologismos, hecho que se explica porque la mayoría son conceptos tomados en préstamo en lugar de haber sido creados ex profeso¹⁶⁵. Debe destacarse cómo los préstamos fertilizan la imaginación: la palabra rol procede del teatro, pero Max Weber le dio un significado sociológico y, de la Sociología, el concepto se difundió por doquier. La palabra revolución fue empleada en astronomía en 1390, antes de Copérnico, pero fue aplicada por primera vez a la política en 1600 y después por Luis XIV. Los historiadores la adoptaron y los sociólogos la articularon antes de regalarla al análisis político. El patrimonio de cada ciencia social está repleto de conceptos tomados en préstamo, que son híbridos en el sentido de que fueron ideados en una disciplina y replantados mañosamente en otra”.

A partir de la *International Encyclopaedia of the Social Sciences* y los índices analíticos de algunos libros importantes, Dogan compila¹⁶⁶ un inventario de más de 200 conceptos “importados” a las ciencias políticas, muchos de los cuales han cambiado de sentido semántico en el curso de su adopción y adaptación. Así señala como “Muchos conceptos tienen orígenes múltiples. El autoritarismo posee dos raíces, una psicológica y otra ideológica. A menudo se confunde por negligencia con el despotismo, la autocracia, el absolutismo, la dictadura, etc. La autoridad ha sido analizada desde distintas perspectivas disciplinarias por Malinowski, Weber, Parsons, Lasswell, Kaplan, B. de Jouvenel y C.J. Friedrich, entre otros. El concepto de cultura (cívica, política, nacional) tiene muchas variantes -por ejemplo, la convergencia cultural, la configuración cultural, la evolución cultural, la integración cultural, el desfase cultural, el paralelismo cultural, el pluralismo cultural, la relatividad cultural, el sistema cultural, la cultura postmaterialista. Max Weber y Karl Marx, ambos estudiosos híbridos, fueron los más prolíficos generadores de conceptos, a los que sólo podemos comparar la figura de Aristóteles. Almond y Parsons también engendraron una cantidad impresionante de conceptos. A menudo, los conceptos son semillas de teorías: la estructura engendra el

¹⁶⁵M. Dogan, “Las nuevas ciencias sociales: grietas en las murallas de las disciplinas”. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*. Septiembre, vol. 153, (1997), (versión electrónica)

¹⁶⁶Ibid.,

estructuralismo, el sistema se convierte en la sistémica, el capital genera el capitalismo, etc.”

Otro proceso de difusión aparece referido al préstamo de métodos. Podemos considerar la dimensión metodológica en cuatro niveles¹⁶⁷:

- a) el razonamiento científico (conforme a la tradición de J.S. Mill, Emile Durkheim o Hubert Bablock),
- b) la estrategia de investigación,
- c) la metodología de las investigaciones
- d) y la capacidad tecnológica.

En los cuatro casos, se trata de operaciones interdisciplinarias. Como señala Dogan “La Sociología y las ciencias políticas rara vez efectúan importaciones directas de la lógica, las matemáticas o la estadística. Normalmente, hallan un intermediario en determinados sectores de la psicología o la economía, que han desempeñado un papel crucial en su enriquecimiento metodológico. La demostración tabular, la presentación gráfica, las mediciones de varias variables, las proporciones, los índices, la distribución de muestreo, la inferencia estadística, la distribución binomial, la regresión múltiple, la correlación lineal, la contingencia, el análisis factorial, etc., son métodos ninguno de los cuales ha sido ideado por sociólogos o especialistas en ciencias políticas. Todos han sido importados y algunos, tras haber sido objeto de alguna mejora, han sido exportados en modalidades perfeccionadas. Un número considerable de sociólogos y especialistas en ciencias políticas dominan el método de escalamiento elaborado por los psicólogos, el análisis de difusión importado de la biología a través de la economía, la medición multivariable que emplean los economistas y las relaciones estructurales lineales ideadas por el estadístico Joreskog. En la abundante metodología del *American Soldier* han colaborado, bajo la dirección de Samuel Stouffer, representantes de diversas disciplinas”¹⁶⁸.

¹⁶⁷Ibid.,

¹⁶⁸Ibid.,

Un aspecto muy importante a destacar es como la introducción de las matemáticas y la estadística en las ciencias sociales ha sido valiosa, no sólo por sus propias aportaciones, sino también como cabeza de puente a otros préstamos. La adopción de esos métodos y modelos matemáticos ha producido varios dividendos: el rigor necesario para elaborar modelos, por ejemplo, también ha sido valiosísimo para elaborar argumentos lógicos, e incluso para trabajos que renuncian a una presentación matemática. Esto no obvia la crítica evidente al mal uso. Tal y como señala M. Dogan “Como no es obligado obtener una licencia para seguir un método o una técnica de investigación, la importación se ha efectuado en ocasiones sin discernimiento. Lo que hace falta es sentido común al aplicar el método a un nuevo campo. Demasiados especialistas en ciencias sociales confunden el razonamiento científico con la estrategia de investigación y el instrumental tecnológico. Hoy día, la principal fuente de disputas entre los sociólogos y los especialistas en ciencias políticas no es, como muchos creen, la ideología, sino la metodología importada”. Esto conduce a que con frecuencia “La adopción de métodos y técnicas estadísticos no es siempre beneficiosas.

Muchos científicos sociales que utilizan métodos cuantitativos amplían las fronteras del saber. A otros, en cambio, les mueve principalmente su interés por la técnica, en lugar de por el fondo de la cuestión. Suelen elaborar modelos inverificables, cuantifican más de la cuenta y se exceden concibiendo modelos. A menudo se dedican a analizar cuestiones de escasa entidad, gastando mucho talento y mucha energía en mejorar un coeficiente de correlación o en rizar el rizo sobre la base de análisis factoriales. Son productivos -toda aportación al ordenador dará lugar a un resultado mecánico-, pero sus trabajos apenas aparecen en publicaciones periódicas respetadas porque la mayoría se caracterizan por un desagradable contraste entre unas técnicas de análisis complejísimas y una escasa imaginación en el plan de la investigación, o por datos cuyo interés no justifica las potentes técnicas empleadas”¹⁶⁹. Las teorías son, asimismo, fuente de inspiración entre disciplinas. Son bastante abundantes los ejemplos de fertilización teórica interdisciplinar. Tanto en sentido positivo, como en sentido crítico,

¹⁶⁹M. Dogan, “Limits to Quantification in Comparative Politics” en Dogan y Kazancigil (comp.) *Comparing Nations*, Oxford, Blackwell, 1994.

dado que en algunos casos el desarrollo de la analogía teórica de una forma demasiado literal conduce a conclusiones extrañas. Dogan menciona varios ejemplos bien conocidos, como los que se producen dentro de la teoría de los grupos de interés en Ciencia Política, basados en gran medida en las teorías sociológicas de los grupos. Los teóricos de los sistemas sociales han empleado con frecuencia vastas analogías con los sistemas biológicos; la biología fue la primera en elaborar el concepto de "sistema" como manera de organizar la vida y de los sistemas orgánicos como fenómenos no reducibles a sus elementos químicos. La teoría de los sistemas ha tenido una influencia notable durante mucho tiempo en la Sociología. Actualmente, teorías como la "teoría del caos", "fractales", "juegos", etc, son empleadas de forma heurística en Sociología, sugiriendo nuevas aproximaciones a los fenómenos sociales. Los datos o información empírica también se difunden entre disciplinas. El proceso implica diferentes dimensiones de la actividad científica. Son patentes los intercambios de información, mediciones, indicadores o datos estadísticos en la práctica cotidiana de la investigación empírica. Este comercio arroja un superávit en unas disciplinas y un déficit en otras. Así las ciencias políticas han contraído una enorme deuda externa, porque la política no se puede explicar únicamente con la política. Los fenómenos políticos guardan relación con múltiples factores en los que la política se basa. Para explicar la política se emplean docenas de variables no políticas y ésta es una de las muchas razones de que la política esté inextricablemente unida a las demás ciencias sociales.

3. La Sociología Matemática

La sociología matemática constituye, de acuerdo con varios autores, como García Ferrando¹⁷⁰, A. Sorensen¹⁷¹, Fararo¹⁷², O. Bäckman y C. Edling¹⁷³ una disciplina sociológica, con sus propios libros de texto, revistas, programas educativos y encuentros internacionales, así como asociaciones. García Ferrando afirmaba en 1976 que “En los momentos actuales, la sociología matemática ha alcanzado el punto más elevado de su desarrollo en el mundo académico norteamericano. En la guía de los departamentos graduados de sociología, correspondiente a 1974, 30 departamentos diferentes incluyen la sociología matemática como curso o como programa especial, cuando hace 10 años no pasaban de 8 ó 10 los departamentos que así lo hacían. Paralelamente, el número de profesionales de la sociología que señalan la sociología matemática como un área de especialización diferente de la metodología y de la estadística, ha crecido considerablemente. Así, en el directorio de miembros del ASA (American Sociological Association) de 1970, 99 de ellos señalaban la sociología matemática como una de sus dos áreas de especialización, mientras que en el directorio de 1973-74, el número de especialistas en matemáticas se había incrementado en un 30 por 100, pasando de ser 129 –en ese mismo período el número total de miembros de el ASA sólo había crecido en un 13 por 100¹⁷⁴. En 1971 ha comenzado la publicación del *Journal of Mathematical Sociology*, con lo que con algunos

¹⁷⁰ M. García Ferrando, “La sociología matemática hoy: usos y abusos” *Revista Española de la Opinión Pública*, 45, (1976), pp. 77-90. Voz “Sociología matemática” en S.Giner, E. Lamo y C. Torres *Diccionario de Sociología*. Madrid, Alianza, 1998.

¹⁷¹ A. Sorensen, “Mathematical Sociology” *Current Sociology* vol. XXIII, nº 3, (1975), (volumen monográfico) y A. Sorensen, “Mathematical Models in Sociology”, *Annual Review Sociology* nº 4, (1978), pp. 345-71.

¹⁷² T. Fararo, “Mathematical Ideas and Sociological Theory”. Special Issue of the *Journal of Mathematical Sociology*. London, Gordon and Breach, (1984), T. Fararo, *The mathematical Sociologist. Newsletter of the Mathematical Sociology Section of the American Sociological Association*. Summer, (1999).

<http://www.sscnet.ucla.edu/soc/groups/mathsoc/newsletters.htm>

¹⁷³ O. Bäckman y C. Edling, “Mathematics Matters: On the absence of Mathematical Models in Quantitative Sociology” en *Acta Sociológica* Vol. 42 nº 1, (1999), pp. 69-78.

¹⁷⁴ D. McFarland, "Notes on the History of Mathematization in Sociology", comunicación presentada al *III Congreso Mundial de Sociología*, Toronto, agosto, (1974), pp. 27-29.

años de retraso en relación a otras disciplinas de las ciencias sociales, la sociología tiene finalmente su propia revista dedicada a la utilización del lenguaje y de los modelos matemáticos en la investigación sociológica.

Conviene recordar que tanto la economía, como la demografía y la psicología, han tenido revistas científicas dedicadas a la aplicación de las matemáticas¹⁷⁵ desde antes de la II Guerra Mundial¹⁷⁶. Sorensen concluye en 1975 que “el empleo de las matemáticas para formular y solucionar problemas sociológicos en las dos últimas décadas se ha institucionalizado como una rama diferenciada dentro de la sociología”¹⁷⁷. Así, continúa Sorensen “La sociología matemática constituye una especialidad vigorosa y no existe ninguna duda que la sociología matemática puede ser practicada. Ciertamente, han existido discontinuidades, caminos cerrados y falsas promesas, pero también continuidades y progreso”¹⁷⁸. La práctica de la sociología matemática ha sufrido grandes oscilaciones. Precisamente García Ferrando destaca al igual que Sorensen el que la sociología matemática ha experimentado una gran discontinuidad, quizás por la carencia de institucionalización en aquel momento. “Los trabajos pioneros que aparecieron a lo largo del siglo XIX utilizando las herramientas matemáticas para el tratamiento de los problemas sociológicos, recibieron, bien es verdad, poca atención, y fueron bien pronto olvidados. Sólo ha sido recientemente, que los textos de sociología matemática comienzan a hacer referencia a las publicaciones de Condorcet, Laplace, Poisson, Quételet, Le Play, etc. Es posible que la falta de institucionalización de la sociología matemática haya obstaculizado la necesaria continuidad y acumulación que necesita toda disciplina científica para desarrollarse”¹⁷⁹.

En general, cuando se piensa en sociología matemática actual, la primera referencia evidente es la obra de Lazarsfeld *Mathematical thinking in the social sciences* en 1954, que es considerada como la primera obra moderna de la disciplina. No obstante, el gran clásico moderno lo

¹⁷⁵R. Boudon, “Modèles et méthodes mathématiques” cap. 8 de *Tendances principales de la recherche dans les Sciences Sociales et humaines*, París/La Haya. Mouton/UNESCO, 1970, pp. 629-685, p. 632.

¹⁷⁶M. García Ferrando, *op. cit.*, p.77

¹⁷⁷A. Sorensen, “Mathematical Sociology” *op. cit.*

¹⁷⁸*Ibid.*,

¹⁷⁹M. García Ferrando, *op. cit.*, pp. 77-90.

ofrece J.S. Coleman en 1964 con su *Introduction to Mathematical Sociology*, cuya actualidad aún permanece en muchos de sus planteamientos. A esta obra debe sumarse la de Fararo en 1973 *Mathematical Sociology: an introduction to fundamentals*. Precisamente, la posición de referencia de estas dos últimas obras ha inducido a pensar que la aplicación de la sociología matemática demanda una formación excesiva en matemáticas. Posiblemente esta primera impresión es la que a alejado a muchos sociólogos del empleo de las matemáticas como medio para formalizar sus planteamientos teóricos. No obstante, existen muchos otros libros de referencia en sociología matemática que ofrecen una imagen mucho más amable y accesible de ésta. Destaquemos en ese sentido la obra de Blalock en 1969 *Theory construction: from verbal to mathematical formulations*, donde el énfasis se coloca en la potencialidad de los modelos matemáticos para mediar entre las teorías y su testado estadístico. Otras obras interesantes son las de Leik y Meeker *Mathematical sociology* de 1975, y poco después, en 1978 la de Olinick *An introduction to mathematical models in the social and life sciences*. Dos textos introductorios más recientes son los de Bradley & Meek en 1986 *Matrices and society* y Beltrami en 1993 *Mathematical models in the social and biological sciences*. En términos aplicados, el libro de Rapoport de 1983 *Mathematical models in the social and behavioral sciences* presenta aplicaciones muy interesantes. Recientemente, se ha publicado un número especial en la revista *Sociological Forum* en 1997 con contribuciones de Fararo, Scott Feld, Guillermín Jasso, Stanley Lieberson y Harrison White. Junto a estos libros de carácter básico e introductorio en la actualidad son múltiples las publicaciones sobre redes, teoría de juegos y otras actividades que son explícitamente de naturaleza matemática tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo.

En España, la primera referencia explícita sobre los métodos de modelado matemático es la de J. Bugeda¹⁸⁰ que publicaría en 1976 el *Curso de Sociología Matemática*. En ese momento aparecerían artículos que recogían el estado de la sociología matemática así como sus ventajas y desventajas. M. García Ferrando publicaría por la misma época “La sociología matemática hoy: usos y abusos” en la *Revista Española de la Opinión Pública* y más tarde, ya en 1998, desarrollaría la voz “Sociología

¹⁸⁰J. Bugeda *Curso de Sociología Matemática* Madrid, Instituto de Estudios Políticos, 1976

matemática” en el *Diccionario de Sociología* de S. Giner, E. Lamo y C. Torres. Una de las áreas de actividad próximas a la simulación, si bien suponen una aproximación particular, es la Sociocibernética, desarrollada por F. Parra Luna, que fundaría en 1980 un Grupo Temático en Sociocibernética en la Asociación Internacional de Sociología. Su actividad ha sido muy intensa, organizando las sesiones correspondientes a los Congresos Mundiales de México en 1982, Nueva Delhi en 1986, Madrid en 1990 y Bielefeld en 1994. Actualmente constituye el RC51 de la AIS. En 1981 R. Sierra Bravo¹⁸¹ publicaría el manual *Ciencias Sociales. Análisis estadístico y modelos matemáticos* donde recoge varios métodos de modelado matemático. J. De Miguel, introduciría en la colección Cuadernos Metodológicos del Centro de Investigaciones Sociológicas, varias obras relacionadas con la sociología matemática como son los métodos probabilísticos de elección, análisis estructural y de redes, modelos causales o introducción a formas funcionales. Los métodos de modelado matemático han sido empleados por muchos investigadores españoles en su actividad investigadora, como L. Cachon, F. Requena, Josep Rodríguez y un largo, etcétera, donde se incluyen las tentativas de aplicación de modelos de elección racional¹⁸². Además, las matemáticas van apareciendo con identidad propia, diferenciada de la estadística, en los programas de licenciatura de sociología de las universidades españolas, como la asignatura optativa *Introducción a las Matemáticas* de la licenciatura en Sociología de la Universidad Complutense de Madrid.

Actualmente se está produciendo una dinamización importante de la disciplina. Desde mediados de la década de los 80 la asociación Japonesa ha sido de las más dinámicas en términos organizacionales. En Europa destacan los centros de Surrey y Holanda¹⁸³. Entre las organizaciones profesionales encontramos la “Asociación Japonesa de

¹⁸¹R. Sierra Bravo *Ciencias Sociales. Análisis estadístico y modelos matemáticos*, Madrid, Paraninfo, 1981

¹⁸²Por ejemplo, E. Anduiza *¿Individuos o sistemas?* Madrid, CIS, 1999

¹⁸³Department of Mathematical Sociology . University of Nijmegen. Nijmegen The Netherlands

<http://www.nici.kun.nl/Divisions/d4/index.html>

Computer Simulation of Societies at Surrey, UK

<http://www.soc.surrey.ac.uk/research/simsoc/simsoc.html>

Sociología Matemática”¹⁸⁴, fundada el 12 de Marzo de 1986 así como la “Sección de Sociología Matemática”¹⁸⁵ de la Asociación Americana de Sociología, de reciente creación en 1997. Las actividades contempladas son el desarrollo de la docencia, investigación y actividades profesionales en el entorno de la sociología matemática. Ejemplos del contenido son los modelos matemáticos, la simulación mediante ordenador, la teoría de juegos o el análisis de redes sociales. Ambas son las asociaciones más activas que de modo explícito, organizan actividades internacionales denominadas “Sociología Matemática”. La última conferencia en Sociología Matemática se ha celebrado recientemente, los días del 23 al 25 de junio de 2000 en Honolulu (Hawai). Quizás lo más destacable es el deseo expreso de reorganización bajo dicho nombre, en la medida que las actividades principales a desarrollar aparecen con entidad propia. Así, las sesiones previstas lo son en Social networks, Rationality and Society, Group Processes, Meta-theory, Computational Social Science, así como otros papeles no agrupados en los tópicos previstos. La sección de sociología matemática de la Asociacion Americana de Sociologia publica un boletín¹⁸⁶ donde trata esencialmente cuestiones relacionadas con la potenciación y dificultades del ejercicio de la sociología matemática, incluyendo debates sobre diferentes aspectos. En simulación, destaca también la actividad del comité de investigación en Socio cibernetica (RC51) de la Asociación Internacional de Sociología¹⁸⁷. Este grupo celebro entre el 25 de Junio y el 1 de Julio de 2000 en Panticosa la Segunda Conferencia Internacional de Socio cibernetica. En Octubre, del 3 al 6 de 2000, se celebrara en Colonia el V Congreso del comité de Lógica y Metodología (RC-33 de la AIS) con sesiones sobre redes sociales, simulación, etc. La actividad es ciertamente creciente y sería muy prolífico desarrollar todas las que se están celebrando y programando. Solamente destacar el próximo 1 Congreso en Métodos Numéricos en Ciencias Sociales que se celebrara en Barcelona entre el 20 y 23 de Noviembre de 2000. La Sociología Matemática posee así mismo una lista propia donde debatir

¹⁸⁴“Asociación Japonesa de Sociología Matemática”

<http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jams/index-e.html>

¹⁸⁵“Sección de Sociología Matemática” de la Asociación Americana de Sociología”

<http://www.sscnet.ucla.edu/soc/groups/mathsoc/mathsoc.htm>

¹⁸⁶The Mathematical Sociologist

<http://www.sscnet.ucla.edu/soc/groups/mathsoc/spring97.htm>

¹⁸⁷www.unizar.es/sociocybernetics

sobre los diferentes problemas de la actividad¹⁸⁸. Una de las tareas importantes en la actualidad es recuperar el común denominador de sociología matemática para todas aquellas actividades que son directamente concreciones de ella, al basarse sobre la construcción de modelos mediante el empleo de lenguajes formalizados, especialmente el matemático. Así, Fararo¹⁸⁹ destaca como ejemplo el hecho de que determinadas revistas, como *Social Networks* o *Rationality and Society* están especialmente orientadas a los investigadores en el campo de estructuras y de la elección racional respectivamente, mientras que el *Journal of Mathematical Sociology* está abierto a todos los procedimientos de modelado matemático y sirve una función de integración entre los diferentes campos de actividad.

3.1. Definición

La sociología matemática sitúa su actividad en la intersección entre varios campos: la sociología, las matemáticas, la computación, la estadística y la lógica. A. Sorensen¹⁹⁰, explora las definiciones y actividad de la Sociología Matemática señalando como “(...) la definición que afirma que la sociología matemática consiste en aplicar las matemáticas a los problemas de la sociología, podría ser razonable, pero sin embargo es demasiado difusa”, concluyendo que “La construcción de modelos que implementen las teorías sobre los fenómenos sociales sería considerada una actividad central en la sociología matemática”¹⁹¹. De la misma opinión es Bonacich¹⁹², quien define la sociología matemática como “el empleo de las matemáticas para la construcción de teorías sociológicas”. Destacando como “Las matemáticas suponen un conjunto muy rico de herramientas para la construcción de modelos”. Por su parte, en Fararo¹⁹³ no existe una definición explícita de la actividad desarrollada por la sociología matemática. Si puede no obstante, deducirse del conjunto del texto. La tarea del sociólogo

¹⁸⁸MATHSOC@LISTSERV.DARTMOUTH.EDU

¹⁸⁹Ibid., p. 4.

¹⁹⁰A. Sorensen, “Mathematical Models in Sociology”, *op. cit.*, pp. 345-371. p. 345.

¹⁹¹Ibid., p. 345.

¹⁹²P. Bonacich, *Mathematical Sociology: Textbook*. Texto en PDF para sus alumnos en la dirección:

<http://www.sscnet.ucla.edu/soc/faculty/bonacich/home.htm>

¹⁹³T. Fararo, *The Mathematical Sociology: an introduction to fundamentals*, New York, Wiley, 1973.

matemático es buscar y ofrecer representaciones de los fenómenos que puedan ser integrados en una función explicativa por el sociólogo teórico. No pueden desarrollarse de forma aislada, sino integrada. En ese sentido, para Fararo la sociología matemática consiste en la actividad de buscar y ofrecer representaciones adecuadas de los fenómenos sociales (modelos). Para ello debe operar hacia arriba, interaccionando con la definición teórica del mundo y hacia abajo, buscando la relación entre lo propuesto y el comportamiento real. Destaca, en ese sentido, como actividad central de la sociología matemática el desarrollo de modelos matemáticos en sociología. Esto implica, evidentemente, los modelos de medición (como destacan varios autores y la actividad en “Data Theory”, toda medición es en sí un modelo), y el tratamiento estadístico. Como afirma Sorensen “Las matemáticas se emplean en la metodología sociológica para más cosas que para análisis estadístico: por ejemplo, en la construcción de modelos generales de medición o la construcción de índices. De hecho, estas actividades produjeron contribuciones importantes entre los pioneros de la disciplina, como es el trabajo de Lazarsfeld sobre análisis de estructuras latentes. Dicho trabajo no supone la formalización de ningún proceso social específico, pero supone una contribución importante en la metodología sociológica”¹⁹⁴. En ese sentido apunta la “Nomenclatura Internacional de la Unesco para los Campos de Ciencia y Tecnología”¹⁹⁵. En ella, bajo

¹⁹⁴A. Sorensen, “Mathematical Models in Sociology”, *op. cit.*, p. 345.

¹⁹⁵Las divisiones de Política Científica y de Estadística de la Ciencia y Tecnología de la UNESCO, propusieron en 1973 y 1974, la Nomenclatura Internacional Normalizada para los campos de la Ciencia y la Tecnología. Esta Nomenclatura fue adoptada en su día por la extinta Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, que realizó una versión al español, convirtiéndose desde 1983, según Resolución 27.254 del “B.O.E.”, en la clasificación oficial utilizada por el ministerio de Educación y Ciencia para la ordenación de la actividad científica y tecnológica desarrollada por los institutos, centros e investigadores dependientes de él.

Definiciones de los términos.

Campo: apartados codificados con dos dígitos. Son los apartados más generales, y se supone que comprende varias disciplinas.

Disciplinar: apartados codificados con cuatro dígitos. Las disciplinas suponen una descripción general de grupos de especialidades en Ciencia y Tecnología. Las disciplinas con referencias cruzadas, o dentro de un mismo campo, se considera que tienen características comunes; sin embargo, se supone que entre sí son distintas.

Subdisciplina: apartados de seis dígitos. Las subdisciplinas son las entradas más específicas de la nomenclatura; representan las actividades que se realizan dentro de una disciplina. Las subdisciplinas deben corresponderse con las especialidades individuales en Ciencia y Tecnología.

el epígrafe disciplinar de sociología matemática (6305) se incluyen las tareas de (01) Medida y construcción de índices, (02) Elaboración de modelos y (03) Análisis estadístico (ver 1209) así como (99) otras actividades. Como disciplina diferenciada considera la sociología experimental (6302) a la que atribuye tareas de (01) Recogida de Datos de Campo, (02) Psicología Social (Ver 6114), (03) Diseño de Investigación Social, así como los (04) Métodos de Investigación Social y (99) otras actividades. En el esquema de la clasificación UNESCO la sociología matemática, la sociología experimental y la teoría forman una tríada en interacción. Esta noción concuerda notablemente con los planteamientos de Fararo y otros sociólogos matemáticos.

Actualmente existe un consenso importante en la modelización formal como actividad central de la sociología matemática. Sin embargo, esto no implica que la sociología matemática lleve mucho tiempo avanzando en ese camino. Considerando el estado de la disciplina a finales de los años 70, “La mayor parte de la literatura sobre sociología matemática incluye la presentación de modelos aplicados. Si los modelos matemáticos se generalizaran como una práctica habitual entre los sociólogos, la sociología matemática se concentraría posiblemente en la metodología para construir y aplicar modelos, y los libros de texto desenfatizarían las aplicaciones específicas”¹⁹⁶. En ese sentido, la propuesta de la sociología matemática implica en la actualidad, simultáneamente la demostración de la utilidad y potencialidad del empleo de modelos en la investigación de los fenómenos sociales (incluyendo aplicaciones) y a la vez investigar metodológicamente sobre los procedimientos, potencialidades y limitaciones de las diferentes estrategias para la construcción de modelos. En ese sentido, la sociología matemática sería la disciplina dentro de la sociología que se ocuparía de la metodología de construir y aplicar modelos matemáticos en el estudio de los fenómenos sociales. Esto implica, por ejemplo, una evaluación de las limitaciones y potencialidades de los diferentes

Tabla de campos científicos: 11 Lógica, 12 Matemáticas, 21 Astronomía y Astrofísica, 22 Física, 23 Química, 24 Ciencias de la vida, 25 Ciencias de la tierra y del espacio, 31 Ciencias agrarias, 32 Ciencias médicas, 33 Ciencias tecnológicas, 51 Antropología, 52 Demografía, 55 Historia, 56 Ciencias jurídicas y Derecho, 57 Lingüística, 58 Pedagogía, 59 Ciencia política, 61 Psicología, 62 Ciencias de las artes y las letras, 63 Sociología, 71 Ética, 72 Filosofía.

¹⁹⁶A. Sorensen, “Mathematical Models in Sociology”, *op. cit.*, p. 349.

desarrollos matemáticos. Esta actividad de la sociología matemática supone aproximaciones de modelado muy diferentes, tal y como ilustra el *Journal of Mathematical Sociology*, incluyendo el modelado de procesos estocásticos, análisis de redes sociales, dinámica de redes, elección racional, Teoría de juegos, Teoría del caos, etc. De hecho, tal y como destaca Fararo¹⁹⁷, la década de los 80 y 90 han producido un importante desarrollo en la variedad y cantidad de problemas tratados mediante las matemáticas o modelos formalizados (como es el caso de la versión sociológica de la elección racional). Una actividad importante que ha resurgido en la sociología matemática es el de la simulación como herramienta para el análisis teórico de los modelos de procesos sociales. En la medida que la sociología matemática es una actividad cada vez más desarrollada, surgen más especializaciones dentro de ella. Así, la actividad en simulación es cada vez más importante.

Recientemente, tal y como destaca Fararo, la “Sociología computacional” se ha convertido en una nueva especialidad de la sociología matemática. Como definición, podríamos concluir que la Sociología Matemática es aquella disciplina¹⁹⁸ perteneciente al campo de la sociología que se ocupa del modelado de las regularidades sociales mediante el empleo de métodos formales, especialmente matemáticos. Hay dos aspectos importantes a destacar; en primer lugar que el papel atribuido a la aplicación de los métodos matemáticos para el modelado no implica la exclusión de la comprensión de los fenómenos en estudio. Tal y como señala E. Lamo “Esto permite replantear la metodología en términos de explicación y comprensión, pues ambas son siempre necesarias e insuficientes. La primera porque nos dice lo que nadie sabe, las regularidades opacas a los actores, las situaciones tal y como son al margen de su definición y que, con frecuencia, resultan del entrelazamiento oculto de acciones; la segunda porque sin ella los números son ciegos y literalmente no explican nada, pues en ciencia social la causalidad tiene siempre una mediación significativa: el sentido del actor”¹⁹⁹. Asimismo, Lazarsfeld²⁰⁰ plantea como “Un aspecto

¹⁹⁷T. Fararo, *The Mathematical Sociologist*, *op.cit.*

¹⁹⁸Según la terminología de la UNESCO. Nomenclatura Internacional Normalizada para los campos de la Ciencia y la Tecnología

¹⁹⁹E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*. Madrid, CIS, 1990, p. X.

²⁰⁰P. Lazarsfeld “La investigación social empírica y las relaciones interdisciplinarias”. *RICS*, Vol.XVI, No.4. 1964.

específico del problema general anterior es el que gira en torno a los métodos del análisis cuantitativo. Se supone que el planteamiento nomotético exige siempre una cuantificación, mientras que los métodos cualitativos han de dejarse a la intuición del encuestador. No creo que esta distinción sea válida. Algunas observaciones "in situ" efectuadas por antropólogos, o entrevistas llevadas a cabo por especialistas en psicología clínica, pueden clarificarse mediante un examen metodológico(...). En vez de aceptar la distinción estereotipada entre métodos "nomotéticos" e "ideográficos", convendría clarificar más el planteamiento "ideográfico". En cualquier caso, el empleo de métodos matemáticos para el modelado de las regularidades sociales no parte de pensar un "mecanicismo" ciego. Muy al contrario la comprensión de los fenómenos sociales son el punto de partida y de llegada de la explicación mediante modelado matemático.

El segundo aspecto a clarificar procede de la relación entre sociología matemática y sociología. La sociología matemática no se constituye como una rama estanca de la sociología. Por el contrario, la referencia que controla el empleo de un procedimiento de modelado o de un tipo concreto de formalización procede de la Teoría Sociológica misma. De este modo, en la práctica de la sociología matemática el sociólogo emplea signos matemáticos para formular su problema y recurre también a teoremas matemáticos conocidos para facilitar su razonamiento. Así, la denominación de sociología matemática suele reservarse para distinguir aquellos casos en los que además del "ajuste y estimación" característico de la estadística, se aplican técnicas matemáticas distintas como son el álgebra matricial, el cálculo diferencial e integral, las ecuaciones diferenciales y en diferencias, programación matemática, métodos numéricos, teoría de la probabilidad, teoría de conjuntos, etc. como métodos de modelado y razonamiento; esto permite hablar de sociología matemática en tanto que materia con identidad propia, y dedicada al desarrollo de modelos susceptibles de ser contrastados empíricamente con la ayuda de instrumentos estadísticos. Debe destacarse que el centro gravitatorio de la disciplina es la sociología, en la medida que en ésta se encuentra el elemento central y fundamental de su objeto de estudio: las regularidades sociales. De esta forma, dado que el objetivo de estudio de la sociología son los fenómenos sociales, serán a éstos a quienes se

apliquen instrumentos, teorías y conceptos matemáticos que faciliten su explicación; el verdadero eje de control será la propia sociología y no el método matemático.

Es importante clarificar esta cuestión dada la percepción confusa que se tiene desde fuera de la actividad de la sociología matemática. Así, por ejemplo Mann²⁰¹ define la sociología matemática como “Una colección de temas y aproximaciones en las que se utiliza las matemáticas o algún método formal. No es una teoría matemática de la sociedad que forme un cuerpo coherente”. La definición necesita de algunas matizaciones. En primer lugar, la mencionada “colección” está coordinada mediante la noción de modelo y representación de los fenómenos sociales. En ese sentido, la supuesta colección refleja simplemente la variedad de métodos de modelado. Otro aspecto importante es destacar que la sociología matemática no es otra teoría sociológica más. Por el contrario, está subordinada a las diferentes teorías existentes; así, en el esquema comprensión y explicación, ofrece métodos de modelado para ambas perspectivas. Precisamente el planteamiento de la sociología matemática como una teoría explicativa en sí misma es el punto de partida de muchas críticas. Sin embargo, una concepción errónea de lo que se critica conduce a críticas fáciles pero poco productivas. En ese sentido, la sociología matemática ha sido un tema realmente pasional para muchos sociólogos. Las críticas vendrán fundamentalmente por el empleo de modelos y el empleo de métodos formales. Por ejemplo H. Schoeck después de subrayar el carácter imaginario de los modelos, destaca como “los modelos matemáticos obligan en la sociología a la mayor reducción posible de los elementos que han de ser tenidos en cuenta (en lugar de toda una escala de formas cualitativamente diferentes de conducta interhumana, como se pueden observar en la realidad, se elige un concepto superior que iguala y se sustituye por una letra)”²⁰². Insiste además como “la construcción de modelos matemáticos no hace que la sociología sea más empírica”. “No se adquieren más datos cuantificables. La construcción de modelos dan lugar a nuevas hipótesis que deben ser contrastadas con la realidad”²⁰³.

²⁰¹M. Mann, *Sociology*, London, Macmillan, 1983.

²⁰²H. Schoeck, *Diccionario de sociología*, Barcelona, Ed. Herder, 1981.

²⁰³*Ibid.*,

Precisamente esta característica es considerada por muchos sociólogos matemáticos como una potencialidad heurística nada despreciable.

Un rasgo importante de la sociología matemática es su interdisciplinariedad. Como señala A. Sorensen, “Un último problema importante surge de la naturaleza difusa de la sociología matemática: es decir, como delimitar la actividad de la sociología matemática de la aplicación en disciplinas afines como son antropología, psicología, ciencia política, etc. Ciertamente, los límites son muy difusos, entre otras cosas porque la sociología tiende en sí misma a ser difusa, porque los sociólogos matemáticos en general no están muy preocupados de las fronteras entre disciplinas y especialmente porque muchas de las contribuciones a la sociología matemática han sido realizadas por investigadores de áreas distintas de las ciencias sociales. Quizás la disciplina más difícil de ubicar es la demografía matemática, que ha efectuado contribuciones muy importantes a la sociología matemática, en especial en lo referido a los procesos sociales. No obstante, la demografía matemática tiene un peso propio específico muy importante dentro de las ciencias sociales matematizadas”²⁰⁴. En ese sentido, el carácter heterogéneo propio de la sociología unido a la influencia en el desarrollo de la disciplina de investigadores procedentes de campos distintos a la sociología han determinado una gran diversificación de la materia. A esta diversificación contribuyen así mismo la costumbre de los sociólogos matemáticos más famosos como H. White o J. Coleman de cambiar regularmente sus áreas de interés. Esto significa tanto que modelos similares son aplicados a una gran variedad de fenómenos sociales como que diferentes modelos se utilizan en el mismo fenómeno. Estas circunstancias han contribuido a que la disciplina sociología matemática emplee con profusión la analogía y la difusión de modelos y estrategias de modelado. Esta interdisciplinariedad que se encuentra en la base de la Sociología Matemática ya aparece de modo destacado en el repertorio bibliográfico elaborado por Holland²⁰⁵ y donde se plantea el concepto de sociología matemática en términos analíticos. La primera tarea, como es tradicional en cualquier definición de sociología, parte de la distinción entre psicología y sociología. Así,

²⁰⁴A. Sorensen, “Mathematical Models in Sociology”, *op. cit.*, p. 349.

²⁰⁵J. Holland y M.D. Steuer, *Mathematical Sociology*, London, The London School of Economic and Political Science, 1969.

Holland destaca las dificultades para diferenciar por su objeto a la sociología de la economía o la psicología; su conclusión, como ya vimos bastante habitual, es considerar como sociología aquello que desde el punto de vista de los autores les parece sociológico y que además creen que posiblemente otros sociólogos estarán de acuerdo con ellos. La situación es evidentemente confusa en la medida en que mucha de la producción de sociología matemática ha sido generada por autores que no son sociólogos y que han tendido a publicar en las revistas que eran más familiares para ellos.

3.2. Antecedentes de la Sociología Matemática

La relación de la sociología con las matemáticas se encuentra en el origen mismo de la sociología; como destaca García Ferrando, la definición que se atribuya a la sociología matemática incluirá a unos autores con preferencia sobre otros. “No deja de ser curioso que dentro de las ciencias sociales, sea la sociología la disciplina que viene aceptando con mayor reticencia el empleo de métodos matemáticos, y que incluso en la actualidad se siga cuestionando su interés. Sin embargo, si se usa el término matemáticas en un sentido amplio, tal como hace Coleman²⁰⁶, esto es, incluyendo cualquier uso de los números y cualquier uso de símbolos con reglas específicas de combinación, habrá que convenir en que la sociología ha hecho a lo largo de su historia amplio uso de las matemáticas, y que los orígenes de la sociología empírica son muy anteriores a los trabajos de Durkheim”²⁰⁷. En ese sentido, la definición de sociología matemática comprende el estudio de las regularidades sociales mediante la aplicación de métodos formales, especialmente las matemáticas, incluyendo los modelos de medición. Así, es evidente que el empleo de las matemáticas en el modelado de fenómenos sociales es dependiente de los desarrollos que experimenten las matemáticas²⁰⁸; esta afirmación se corresponde tanto con la consideración de los antecedentes como actualmente. García Ferrando²⁰⁹, E. Lamo²¹⁰, M. Navarro²¹¹ sitúan en el origen de la sociología matemática a Petty, Condorcet, Quételet y otros

²⁰⁶James S., Coleman, *Introduction to Mathematical Sociology*, New York, The Free Press, 1964, p. 6.

²⁰⁷M. García Ferrando “La sociología matemática hoy: usos y abusos” *Revista Española de la Opinión Pública*, 45, 1976, pp. 77-90 pp.77

autores que durante el siglo XVIII y XIX conjugaron el análisis social con las matemáticas y la estadística. Para García Ferrando “Los esfuerzos por cuantificar algunos fenómenos sociológicos se remontan a principios del siglo XIX e incluso a finales del XVIII. Los trabajos de Condorcet, la aritmética moral de Buffon, las investigaciones de Laplace sobre la aplicación del cálculo de probabilidades a las decisiones, la estadística “moral” de Quetelet, el método de observación de Le Play, etc. pueden aducirse como prueba del honorable pedigree de la sociología matemática”²¹². McFarland²¹³ considera que la sociología matemática se inicia con los trabajos de Condorcet. La noción central donde las regularidades percibidas en la sociedad son modeladas desde una aproximación matemática aparece muy tempranamente, en especial ligada a las regularidades “demográficas”. Este “objeto” constituido por las regularidades y el “método” aplicado, definido por las matemáticas recibiría nombres muy diversos. Así encontramos denominaciones entre

²⁰⁸Como resultado de la cantidad e importancia de los matemáticos del siglo XVII, el XVIII ofreció un gran desarrollo de las matemáticas. El siglo XVIII es la época de la “constitución” del análisis. Además, se construyen nuevas geometrías no euclidianas ([Fermat (1601-1655), Pascal (1623-1662), Monge (1746-1816), Gauss (1777-1855), Lobachevski (1792-1856), Bolilla (1802-1860), Cayley (1821-1895) , Riemann (1826-1866), Hilbert (1862-1943)] —la euclidiana dominó hasta el siglo XIX- y, en consecuencia, se crean los fundamentos de la topología, iniciada por Euler (1707-1783) y Poincaré (1854-1912). En el XIX nacieron, al margen del álgebra y el análisis, la lógica formal (Boole (1815-1864), Russell (1872-1970) y la teoría de conjuntos con Cantor (1854-1918), cuya importancia en el pensamiento matemático es notoria. Hilbert (1862-1943) intentó demostrar que la práctica clásica de las matemáticas no puede engendrar contradicción, para lo cual construyó una teoría de la demostración que puso las bases de un método. Ya en los albores de la Segunda Guerra Mundial, el colectivo de “Nicholas Bourbaki”, siguiendo las ideas de Hilbert, inició una teoría general de las estructuras que llevase a cabo una refundición completa de las matemáticas. La topología actual ofrece un claro ejemplo de esta nueva tendencia.

²⁰⁹García Ferrando, M., “La sociología matemática hoy: usos y abusos” *Rivista Española de la Opinión Pública*, 45, 1976, pp. 77-90 pp.78-79; García Ferrando, M., Voz “Sociología matemática” en S.Giner, E. Lamo y C. Torres *Diccionario de Sociología*. Madrid, Alianza, 1998.

²¹⁰E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, Madrid, CIS, 1990.

²¹¹M.Navarro “Tendencias de desigualdad en el consumo” en J.F. Tezanos y R. Sanchez *Tecnología y Sociedad en el Nuevo Siglo* Madrid, Sistema, p.378

²¹²M. García Ferrando

²¹³D.D. McFarland, “Notes on the history of mathematization in sociology; antecedents, institutionalization and growth”, Paper, Eighth World Congress of the International Sociological Association, Toronto, August, 1974. Citado en A. Sorensen “Mathematical Sociology” *Current Sociology*, Vol XXIII, nº 3, (1975), p. 12.

los siglos XVII al XIX como “Aritmética Política”, “Física Social”, “Matemática Social”, “Estadística Moral” o “Mecánica social”. Recordemos, asimismo, como lo que actualmente se denomina “Estadística” partió de nombres alternativos en su constitución, como era el de “Mecánica Social”, que entraba directamente en competición por la explicación de las regularidades sociales. Es evidente que entre los antecesores sólo cabe encontrar fragmentos de lo que actualmente es la labor de la sociología matemática. Pero no obstante, indican la preocupación por un mismo objeto o la aplicación de métodos formales como las matemáticas en el tratamiento de ellos. Si consideramos el intento de modelar las regularidades de los fenómenos sociales, sin atender a desarrollos matemáticos específicos, pero con el requisito de administrar un tratamiento formal a datos empíricos, los antecedentes se sitúan en trabajos previos a Condorcet.

Este proceso pertenece a otro más global. Así, para Wallerstein “A través del tiempo ciertas personas, alrededor del siglo XVIII empezaron a cuestionar la diferencia entre el teólogo que decía su verdad, y en ello poseía su autoridad, y el filósofo que hacía lo mismo. Esas personas comenzaron a llamarse científicos. Postularon que la verdad se descubre empíricamente y que no es deducible de leyes naturales o de ordenamientos divinos. La realidad podía ser descubierta en el mundo actual a través de métodos particulares que se denominaban métodos científicos. Por primera vez, se dio un divorcio entre la ciencia y la filosofía. (...) Con este divorcio tenemos, por primera vez, lo que llamamos en el siglo XX las dos culturas: la cultura filosófica, humanista, y la cultura científica natural”²¹⁴. La división señalada por Wallerstein es de tipo genérico y apunta a dos posiciones ante el conocimiento de la realidad social. En lo que se refiere al establecimiento de regularidades en fenómenos sociales, en este caso de tipo demográfico, destaca como antecedente J. Graunt,(1620-1674) el cual, en 1662, demostró la uniformidad de los matrimonios, nacimientos y defunciones, basándose en los libros parroquiales; en su trabajo *Natural and Political Observations Made upon the Bills of Mortality* (1662) examina los registros semanales de fallecimientos y bautizos ("bills of mortality") desde finales del siglo XVI. En su búsqueda de

²¹⁴I. Wallerstein *La historia de las Ciencias Sociales*, Mexico, UNAM, 1997 pp. 10-11

regularidades, Graunt estima la razón entre los nacimientos de hombre y mujeres, así como la correspondiente a los fallecimientos, tanto para Londres como para los municipios rurales. Destaca especialmente por la construcción de la primera “tabla de mortalidad”. Sobre la base del análisis de las razones entre nacimientos de hombres y mujeres, así como de fallecimientos determinó, aproximadamente, el número de hombres en edad de servicio militar, de mujeres en edad fértil, el número total de familias e incluso una estimación de la población de Londres. Para muchos, este autor es el fundador de la demografía estadística. Influiría notablemente en su amigo y colega, el médico W. Petty (1623-1687) quien llevó más adelante este tipo de investigación denominándola por primera vez *Aritmética política*. Petty definía la Aritmética Política como el arte de razonar mediante números sobre las cosas relativas al gobierno. Su obra más destacada en este campo es *Essays in Political Arithmetick and Political Survey or Anatomy of Ireland* (1672) donde presentan estimados poblacionales y económicos. Petty es un buen representante del espíritu de investigación científica empírica que caracterizó a la entonces naciente Royal Society. En el ambiente de investigación de la Royal Society, la influencia de este tipo de modelado de regularidades interesaría a investigadores con intereses muy diversos. Así, el astrónomo E. Halley, (1656-1742) quien en 1693 redactó un curioso índice de las defunciones de la población de Breslau; Halley destacaba por su excepcional habilidad para sintetizar grandes cantidades de datos de forma ordenada y significativa. Un ejemplo de esto lo constituyen las tablas de mortalidad que elaboró para la ciudad de Breslau. En ellas explora la relación entre edad y mortalidad en una población. El estudio de estas regularidades sería utilizado en el futuro en las tablas actuariales para los seguros de vida.

No obstante, la constatación empírica de regularidades estadísticas y su tratamiento e interpretación recibió un impulso decisivo en los trabajos de J.P. Süssmilch (1707-1767), con la publicación en 1741 de su *Göttliche Ordnung in der Veränderungen des menschlichen Geschlechts* (El orden Divino). Dio expresión a la idea de que en la vida social pueden ser observadas ciertas regularidades que no ocurren sólo en casos aislados, sino en gran número de casos. Süssmilch analizaría la población de 1,056 parroquias de Brandenburg, así como varias ciudades y provincias de Prusia, construyendo tablas de mortalidad,

especialmente la primera que se realizaría para toda la población de Prusia en 1765.

McFarland²¹⁵ emplea como criterio el tipo de matemáticas empleado, con lo que la sociología matemática se inicia con los trabajos de Condorcet (1743-1794) sobre la base de los modelos probabilísticos empleados en el análisis. Así, para él los orígenes de la sociología matemática estarían en Condorcet, especialmente en su trabajo de 1785 sobre las propiedades intransitivas de las votaciones²¹⁶ *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*. Esta obra merece sin duda un lugar destacado en la historia del estudio sobre la probabilidad y ciertamente definiría un problema que inspiraría estudios e investigaciones posteriores. En 1805, ya después de su muerte, aparecería una segunda edición ampliada y corregida *Éléments du calcul des probabilités et son application aux jeux de hasard, à la loterie et aux jugements des hommes*. Desde la óptica de los trabajos de Condorcet, lo que ahora es la sociología se caracterizaría por el análisis matemático, poniendo un énfasis especial en la aplicación de la teoría de la probabilidad a varios modelos de comportamientos. Este mismo problema sería tratado posteriormente por Arrow²¹⁷, suponiendo uno de los puntos de partida de Coleman²¹⁸ en su investigación sobre las decisiones colectivas.

Así mismo, McFarland²¹⁹ destaca los trabajos de Poisson (1781-1840). Poisson sería el autor de un trabajo²²⁰ muy importante en el estudio de la probabilidad. En su libro *In Recherches sur la probabilité des*

²¹⁵D.D. McFarland, “Notes on the history of mathematization in sociology; antecedents, institutionalization and growth”, Paper, *Eighth World Congress of the International Sociological Association*, Toronto, August, 1974. Citado en A. Sorensen “Mathematical Sociology” *op.cit.*, p. 12.

²¹⁶Según esto, la mayoría puede preferir la opción A sobre la opción B, y la opción B sobre la C. Sin embargo, la opción C puede ser preferida sobre la opción A. Esta propiedad de intransitividad puede aparecer incluso cuando las preferencias individuales son realmente transitivas, produciendo una situación paradójica de voto.

²¹⁷K.J. Arrow , *Social choice and individual values*. New Haven, Conn. Yale University Press, 1951. Esta obra de Arrow sería a su vez el punto de partida de muchas investigaciones y publicaciones sobre las posibilidades de construir un sistema de votación, o en general una función de bienestar social, que agregando las preferencias individuales conserve la transitividad entre ellas.

²¹⁸J.S. Coleman, *The mathematics of collective action*. Chicago, Ill: Aldine, 1973.

jugements... aparecería por primera vez la distribución de Poisson, también conocida como “ley de los grandes números”. Aunque originariamente se planteara como una aproximación a la distribución binomial de Bernoulli, en la actualidad tiene entidad propia en el análisis de muchos tipos de problemas diferentes, especialmente en el estudio de colas (radioactividad, tráfico, y en general los sucesos aleatorios que sucedan distribuidos tanto en el tiempo como en el espacio). Poisson, evalúa en el trabajo mencionado las probabilidades de que un jurado llegue a emitir un veredicto como función probabilística del tamaño del grupo y el conjunto de reglas por las que se articula el procedimiento de voto. Tanto la distribución como el proceso de Poisson ha sido con frecuencia empleado en la sociología matemática, aun cuando su estudio sobre la decisión no alcanzó un excesivo reconocimiento sociológico.

Durante el siglo XIX, y en opinión de Wallerstein como consecuencia de la Revolución francesa, se instaura la cultura del cambio como algo normal. “Con el objeto de circunscribir, matizar y sobre todo, dominar la normalidad del cambio y la soberanía se formularon varias respuestas. Una de ellas fue concebir la posibilidad de las ciencias sociales, por una razón fundamental: a fin de vigilar y controlar los procesos de cambio social, se tenía que estudiarlo en detalle. La idea de que el cambio es normal tiene una historia, tiene reglas, que podían ser descubiertas, explicadas y utilizadas con la finalidad de controlar el proceso mismo”²²¹. Quizás el antecedente más directo y claramente incorporado a la “genealogía” sería A. Comte (1798-1857), a quien se atribuye el nombre de Sociología en 1838. En Comte aparecen y se desarrollan con carácter evidente las dos nociones: la de regularidad social y la propuesta de empleo de las matemáticas. Ambas llevada a extremos, no cabe duda. La regularidad social deviene en “ley” con propiedades equivalentes a las físicas y las matemáticas se convierten en religión legitimadora. Para Comte, a todas las ciencias debe aplicarse el *método matemático*. Es esta una idea capital en la filosofía

²¹⁹D.D. McFarland, “Notes on the history of mathematization in sociology; antecedents, institutionalization and growth”, Paper, *Eighth World Congress of the International Sociological Association*, Toronto, August, 1974. Citado en A. Sorensen “Mathematical Sociology” *op. cit.*, p. 12.

²²⁰S.D. Poisson, *Recherches sur la probabilité des jugemens en matière criminelle et en matière civile précédées des règles générales du calcul des probabilités*, París, Bachelier, 1837.

²²¹I. Wallerstein *La historia de las Ciencias Sociales...* Op. Cit. p. 13

positiva de Comte, tanto, que no han faltado autores que han criticado el método positivista tan sólo desde este punto de vista. La matemática es, según Comte para el individuo como para la especie la fuente primitiva de toda posibilidad. El sistema de los estudios matemáticos constituye necesariamente el verdadero origen del arte general del razonamiento positivo. Por esto el método positivo es siempre idéntico a sí mismo. Todo el valor afectivo de la antigua lógica será en adelante completamente absorbido por la ciencia matemática. Este lugar destacado concedido a la matemática aparece de forma paradigmática en su *clasificación de las ciencias*, dado que presupone una noción general determinada de la ciencia, y de ella depende la aplicación que del método ha de hacerse en cada rama del saber humano. Esta era llamada por Comte *Jerarquía de las ciencias* y se establecía según el grado de dependencia en que se hallan los diferentes órdenes de fenómenos, objeto de cada una. Los más sencillos y más generales son el fundamento sobre el cual vienen a levantarse los más complicados, según los grados crecientes de complejidad y precisión. Según esto, los fenómenos se distribuyen en dos clases principales: la primera comprende los cuerpos brutos, la segunda los organizados; así la división fundamental de las ciencias es la bimembre: *física inorgánica* y *física orgánica*. A su vez la primera clase se divide en *física celeste* y *física terrestre*, y ésta a su vez en *física* propiamente dicha y *química*. La orgánica se subdivide en *fisiología* y *física social*. Además, desde Descartes a Newton la *matemática* es la base de toda filosofía positiva. Según esto, la filosofía positiva comprende seis ciencias principales en este orden: *Matemáticas, Astronomía, Física, Química, Fisiología y Sociología*. Este orden es a la vez lógico y científico, cada una está subordinada a la anterior. Es difícil exagerar la importancia de las matemáticas en el origen del positivismo y su metodología.

La sociología surge como disciplina en un contacto muy estrecho con otras disciplinas emergentes, en especial lo que hoy se denomina estadística. De hecho, el nombre de Sociología surge como alternativa al de "física social" que ya había sido empleado. Quételet, (1796-1874) propuso y aplicó métodos numéricos al estudio de las regularidades sociales, desarrollando lo que se denominaría "estadística moral". Consistía ésta en la ciencia del cálculo de los casos y acontecimiento afines, para de ellos deducir las regularidades y legalidades. Le dio por lo

tanto una nueva orientación al estudio estadístico, creando un aspecto de él que podríamos llamar moral, es decir, el que se refiere a las leyes que regulan los fenómenos morales y físicos de la vida individual y colectiva, hallando en las condiciones de desarrollo de las facultades humanas una constancia de resultados que formuló en su *Ley de vitalidad* y en su *Teoría del hombre medio*. En *Sur l'homme* (1835) que sería reeditada en 1869 como *Physique sociale*, Quetelet presenta su concepción del “*homme moyen*” u “*hombre medio*”. Este vendría definido como un hombre-tipo definido por el valor central de una distribución probabilística normal. Al mismo tiempo, sus estudios sobre la regularidad de fenómenos sociales presumiblemente voluntarios como son los delitos generó una línea de investigación y estudio sobre “estadística moral” así como un amplio debate sobre el “libre albedrío” y la “determinación” social. La idea de Quetelet de intentar explicar desde la estadística las causas de los fenómenos sociales parte de una adaptación a los fenómenos sociales de los principios de la mecánica celeste de Laplace, de quien fue alumno. Así, planteaba la existencia de leyes sociales que se imponen a las voluntades individuales y hablando de la sociedad y de las instituciones colectivas como de *cosas* que llevan en cierto modo en sí mismas las leyes de su desarrollo. No dudó en admitir que los hechos sociales se regían por los principios de Mecánica. En cierto modo, la “estadística moral” planteada por Quetelet supuso un llamamiento oportuno al estudio realista de la vida social, fuera de las concepciones abstractas y utópicas del idealismo reinante. La estadística moral fue continuada por varios autores, destacando la publicación en 1882 de *Moralstatistik* de A. v. Oettingen (1827-1905).

La actual Estadística encuentra en su origen y constitución un conflicto directo con la Sociología. La Estadística en su origen ha sido considerada por unos como ciencia, por otros como método y también como ciencia y método a la vez; se ha supuesto por lo tanto que su objeto era universal, otros lo limitaban a los hechos sociales, y otros creen que sólo debe ocuparse de la población. La proximidad entre Sociología y Estadística se aprecia en la definición de ésta a fines del XIX como la ciencia que tiene por objeto aplicar las leyes de la cantidad a los hechos sociales para medir su intensidad, deducir las leyes que los rigen y hacer su predicción. Squillace señala tres interpretaciones

principales de la Estadística²²², la “material”, la “formal” y la “ecléctica”. La *material*, patrocinada por Süssmilch (1707-1767) o Quetélet (1796-1874) según el cual la Estadística es la materia de un conocimiento; para los materialistas, la Estadística tiene por objeto la vida de los Estados o de la sociedad en general, las leyes naturales del movimiento de la población, etc. Como destaca Squillace, esta aproximación es muestra de la confusión de los diversos objetos en las ciencias sociales; está basada en el concepto de la certeza de las leyes sociales y en la exacta determinación de los fenómenos sociales. Estos están dotados de un cierto grado de probabilidad y, por consiguiente, de regularidad, pero no de certeza o necesidad.

El formal, defendido por A. Meitzen (1822-1910) o W. Sigwart (1830-1904) según el cual es la forma de un conocimiento. Para los formalistas, la Estadística es un momento del conocimiento entre la simple descripción de los hechos particulares y la formación de los conceptos generales; la concepción formalista, bien analizada, no es sino una afirmación del carácter formal, lógico, metodológico de la Estadística. Para Squillace, lo más obvio, sin embargo, parece ser la concepción ecléctica, postulada por Haushofer (1839-1895) o Rumelin (1848-1907) según la cual es un método que tiene por campo principal de aplicación los fenómenos de la vida colectiva. Pero también una ciencia. Puede resolverse la cuestión tomando un camino intermedio, considerando la Estadística como un método y una ciencia al mismo tiempo. De este modo se evita que se confunda el objeto de la Sociología (por lo menos en gran parte) con el de la Estadística y, por ende, con el de las demás ciencias y disciplinas sociales, las cuales, de este modo, no parecerían ya tener objeto alguno propio, desde el momento que lo absorbiese la Estadística. Squillace concluye que la Estadística y la Sociología deben más bien completarse una a otra, y hasta se puede llegar a admitir que la Sociología tiene en la Estadística su única base, verdaderamente inductiva y científica; pero esta Sociología, en tal caso, no es toda la Sociología y no ha de ser sustituida por la Estadística, ni tampoco ha de restringirse a la esfera de las leyes empíricas y limitadas en el tiempo y el espacio, cuáles son precisamente

²²²F. Squillace, *Dizionario di sociologia* 2. ed. Milano: Remo Sandron, 1911. pp. 191, 496. Existe traducción al castellano. F. Squillace *Diccionario de Sociología*- Barcelona, F. Granada y C^a, 1916.

las que rigen a la Estadística²²³. En la misma opinión encontramos a I. Vanni²²⁴ (1855-1903) quien afirma “Sea, empero, el que fuere el concepto de la Estadística, no se puede negar la ayuda que presta a la Sociología.

La Estadística, al afirmar rigurosamente la existencia de una física social y al demostrar los hechos humanos sometidos al imperio de la causalidad, ha contribuido extraordinariamente al origen de la Sociología. Además, ésta puede hallar en los resultados de aquélla un rico y preciosos material para llegar a la determinación de sus leyes”. Otra aportación importante sobre la relación entre estadística y sociología es la de A. Asturaro²²⁵ (1854-1917). “Por lo que atañe al valor de las inducciones estadística e históricas respecto a la Sociología, se puede afirmar:

1º que las leyes de la Estadística (las cuales son empíricas ni más ni menos que las históricas y, como éstas, se dividen en leyes de desarrollo, de coexistencia y de sucesión) están sujetas a las mismas continuas contradicciones a que se hallan sometidas las generalizaciones históricas, siendo muy pocas las que gozan de cierta estabilidad, como son las concernientes a los aspectos más simples y casi biológicos de la vida social, considerados en su desarrollo a través de los tiempos (por ejemplo, el aumento de la población a pesar de los retrocesos rítmicos);

2º que la Estadística ha de limitarse a anotar, generalizar y clasificar, sin atribuir a sus operaciones relaciones complejas ni valores de inducción;

3º estas mismas generalizaciones han de tener su guía en la deducción y las ciencias fundamentales, por lo cual los estadistas se ven obligados a registrar sucesivamente circunstancias que antes

²²³Los comentarios de Squillace son de una total actualidad, aplicados a la sociología matemática.

²²⁴I. Vanini, *Primi linee di un programma critico di sociología*, Peregia, Tipografia di V. Santucci, 1888, p. 142.

²²⁵A. Asturaro, *La sociología e le scienze sociali: Prelezione al corso di sociología del 1892-93 nell'Università di Genova*, Chiavari, Tip. Esposito, 1893, p. 80.

menospreciaban y extender de este modo, cualitativamente, las observaciones;

4º que cuando todas las circunstancias esenciales de la vida social están registradas y las ciencias fundamentales han llegado a un alto grado de desarrollo, no pueden dejar de presentarse a la mente del investigador las consecuencias que cada una de aquellas circunstancias viene a producir;

5º por consiguiente, la Estadística se prestará, como la Historia de las verdaderas leyes sociológicas, pero éstas normalmente serán derivadas y deducidas, y la observación estadística no hará sino facilitar la base de la investigación y controlar inductivamente las progresivas combinaciones ideales, hechas con la ayuda de las ciencias fundamentales". Destaca Asturaro la función de apoyo y método de la Estadística a la Sociología, diferenciando los objetos de ambas, y apoyando su función instrumental de la sociología, tal y como se considera en la actualidad. Es destacable como la Estadística en su proceso de constitución disputa el objeto de la sociología, o al menos uno de ellos, definido por las regularidades sociales percibidas como algo externo al individuo. En ese sentido, no cabe duda que estas ideas y debates, presentes en el clima intelectual de la época, constituyó un entorno de referencia de los "fundadores" de la Sociología.

3.2.1. La Sociología clásica

Entre los diferentes clásicos, Pareto (1848-1923) es considerado el principal antecedente de la sociología matemática²²⁶, particularmente en los intentos de formalización teórica. En ese sentido, es especialmente en el área que Freese²²⁷ denomina "método de teorizar" donde Pareto destaca en mayor medida. Una cuestión central a esto es

²²⁶Un papel muy importante se le atribuye en la constitución de la economía matemática. Si bien Cournot (1801-1877) inició la introducción sistemática de métodos matemáticos en economía, Walras (1834-1910) y Pareto (1848-1923) fueron quienes sentaron las bases de la economía matemática.

²²⁷L. Freese (ed.), *Theoretical methods in Sociology: Seven Essays*. Pittsburgh, PA: The University of Pittsburgh Press. 1980. Citado por T. J. Fararo "Neoclassical Theorizing and Formalization" en T.J. Fararo *Mathematical Ideas and Sociological Theory*, Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology. London: Gordon and Breach. 1984. p.149.

la noción de sistema y los conceptos asociados de dinámica y estática. Tal y como señala G. Braga, Pareto durante el homenaje que se le tributaba en Lausana con motivo de su jubilación en 1917 afirmaba como²²⁸ “Estimulado por el deseo de aportar una contribución indispensable al estudio de la economía política y, sobre todo, ateniéndome al ejemplo de las ciencias naturales, fui llevado a escribir mi *Traité de Sociologie*, cuyo único fin –digo único e insisto sobre este punto– es investigar la realidad experimental aplicando a las ciencias sociales los métodos empleados en la física, en la química, en la astronomía, en la biología y en otras ciencias análogas”. El énfasis de Pareto en el método científico, a la imagen de las ciencias físicas, no le hizo incurrir sin embargo en los excesos positivistas, en relación al objeto de la sociología. En los preliminares al tratado afirma como “buscamos la uniformidad que presentan los hechos, y a estas uniformidades les damos, asimismo, el nombre de leyes; pero los hechos no están sometidos a las leyes, sino las leyes a los hechos. Las leyes no son “necesarias”, son hipótesis que sirven para compendiar un número más o menos grande de hechos y sólo son válidas mientras no sean sustituidas por otras mejores”²²⁹. Por otra parte, su actitud hacia la actividad científica no apoyaba el dogma. Como señala Braga, Pareto estaba al tanto de las polémicas entre Einstein y los sostenedores de las doctrinas de Newton, con lo que concluía: “La ciencia no tiene dogmas; por consiguiente, no puede ni debe admitir *a priori* el determinismo; e incluso si lo admite deberá admitirlo, en general, sólo dentro de los límites de espacio y de tiempo que se hayan considerado”²³⁰.

El planteamiento es bastante actual, aun cuando más tarde se dejara ganar por el determinismo probabilista. No obstante, algunos de los procedimientos empíricos para la definición de las regularidades está alejado del actual, al menos en lo referido a la actividad sociológica de Pareto. Coincide con la aproximación efectuada por Weber, especialmente en “Economía y Sociedad” o el mismo Durkheim a la Historia. Los registros de los hechos históricos suponían una de las fuentes principales de información para determinar regularidades. Como

²²⁸G. Braga, citado por “Introducción” en Vilfredo Pareto *Forma y equilibrio sociales extracto del tratado de sociología general*, Madrid, Alianza Universidad, 1980. p.9

²²⁹*Ibid.*, p. 9.

²³⁰*Ibid.*, p.9.

destaca Lukes²³¹, Durkheim “Se mostraba particularmente exigente con los historiadores, a los que consideraba excesivamente inclinados a describir en lugar de explicar; concebía el método histórico como un ‘auxiliar indispensable de la sociología’. La historia desempeñaba, o debería desempeñar, ‘en el orden de las realidades sociales, un papel análogo al del microscopio en el orden de las realidades físicas’. La historia proporcionaba al sociólogo el principal modo de acceso a los datos, en su búsqueda de las relaciones y leyes generales verificables en las diversas sociedades”. La historia es para los orígenes de la Sociología una fuente de datos e información en los que localizar e identificar las regularidades sociales, tanto en el trascurso del tiempo como entre sociedades. Así, la aglomeración de ejemplos ilustrativos servía para dar validez a las regularidades. Este fue el sistema adoptado principalmente por Pareto en su enfoque sociológico. Debemos recordar como el criterio de estudiar fenómenos sociales sobre la base de generalizaciones empíricas, como es la información obtenida mediante encuestas, pertenece a una metodología más reciente.

En la aplicación directa de sus trabajos y conceptos desde la economía a la sociología Pareto no explicitó varios problemas. Braga destaca con gran claridad lo que él considera límites en la difusión de conceptos desde la economía a la sociología. “Esto le permitió encontrar originales soluciones a problemas de sociología, pero le indujo a supervalar su propio conocimiento de los “intereses”. Le pareció que bastaba una ampliación y que no era necesaria una revisión de los conceptos económicos. La teoría del equilibrio económico requiere que se consideren como objeto los “bienes raros”. Los mismos economistas consideran que no es aplicable la doctrina a los bienes de los que hay exuberancia. Pero otro tanto puede decirse respecto a los bienes únicos y esenciales. Matemáticamente, podríamos decir que la homogenización dentro de las ecuaciones de equilibrio es posible sólo para los coeficientes finitos, pero no tiene significado ni para coeficientes infinitos, correspondientes a bienes únicos y esenciales, ni para coeficientes cero, correspondientes a bienes exuberantes. Ahora bien, en el comportamiento social existen bienes que juzgamos esenciales para nuestra personalidad, o bien nos identificamos a

²³¹S. Lukes, *Émile Durkheim, su vida y su obra*, CIS, Madrid, 1984, pp. 399-400

nosotros mismos y a nuestros intereses con un ente, una persona, un grupo o un ideal. Un escéptico podría observar que esto es menos frecuente de lo que pueda creerse: el hambre hace caer la honestidad de muchas mujeres, y en los tiempos heroicos del cristianismo los mártires fueron menos numerosos que los apóstatas. Pero esto no cambia de cuestión de fondo: hay coeficientes infinitos y, en consecuencia, las ecuaciones de equilibrio no son siempre posibles. Además, no está establecido que los fenómenos no económicos sean siempre representables por funciones continuas. Ya en el campo económico puede haber comportamientos “explosivos”, como el del intoxicado que compra a cualquier precio una droga. Pero lo que es categoría despreciable en el campo económico, no lo es en el campo social, donde, con frecuencia. Tales comportamientos crean verdaderas reacciones en cadena. Ahora bien, siempre que haya discontinuidad en la función, no la hay derivada y, por consiguiente, no hay marginalidad. Más claramente, podemos decir que ciertas simplificaciones lícitas, cuando se opera con esa extrema esquematización que es el *homo oeconomicus*, dejan de serlo cuando se opera con el *homo socialis*, que también es siempre una reducción del hombre en su totalidad, pero una reducción bastante menos esquemática”²³². Destaca Braga la necesidad de una mayor sutilidad y refinamiento en el tratamiento matemático de los fenómenos sociales. Simons intentaría dar respuesta a ello, anticipando lo que sería el análisis de discontinuidades denominado Teoría de catástrofes. Pareto supone uno de los puntos de partida, tanto en sus aciertos como en sus limitaciones.

Para Braga²³³ Pareto tuvo una visión acertada cuando comprendió que una teoría sociológica general no puede apoyarse más que sobre una teoría de la acción y se empeñó en una temeraria empresa. Basta pensar que, treinta años después, en 1947, para esbozar una teoría general de la acción, se reunieron nueve científicos pertenecientes a tres disciplinas diversas: psicología, sociología y antropología cultural²³⁴. La teoría surgida así encuadra estructuralmente la acción dentro de un sistema de categorías y culturalmente dentro de

²³²G. Braga, *op. cit.*, p. 19.

²³³*Ibid.*, p. 20.

²³⁴T. Parsons, E.A., Shils, y otros, *Toward a general Theory of action*, Haward University Press, 1951.

un sistema de normas. Parsons, que es quien desarrolla el sistema social, reconoce en el prefacio de su tratado su deuda con Pareto: “este libro es, pues, una tentativa de realizar los propósitos de Pareto... valiéndome, evidentemente, de los muchos y considerables progresos logrados en nuestros conocimientos sobre numerosos puntos que se han ido acumulando en el espacio de una generación desde que escribiera Pareto”²³⁵. Y como escribe Parsons, siguiendo a Henderson²³⁶: “... la tentativa de delinear el sistema social como sistema fue la contribución más importante hecha por la gran obra de Pareto”. Destaca, pues en Pareto desde el punto de vista de la Sociología Matemática el concepto mismo de equilibrio social y la propuesta de modelos matemático funcional.

En relación a la noción de equilibrio, Pareto se encuentra próximo a las nociones de equilibrio dinámico, tal y como aparecen en el modelado de procesos y cadenas de Markov. No cabe pues una interpretación en la que se conceda un valor existencial al mecanicismo. El estado de equilibrio es para Pareto, “tal que, si se introdujese artificialmente una modificación cualquiera, distinta de la comprobada realmente, se produciría inmediatamente una reacción que tendería a volverlo a llevar al estado real”. Está claro, pues, que el concepto de equilibrio no implica ningún concepto de estatismo, puesto que muy bien puede haber un equilibrio dinámico. Tampoco como apunta Braga²³⁷ “un concepto de determinismo, puesto que entre las condiciones reales puede estar precisamente la espontaneidad psicológica de los individuos. De este modo el concepto de equilibrio sí implica, sin embargo, un concepto estadístico. Incluso dejando aparte la analogía, bastante discutible, con el equilibrio cinético de los gases, el grado de libertad individual se mantendría regulado *a priori*. Ahora bien, este grado inferior de libertad podría llevar a procesos de variación social, pero no a mutaciones. También podría darse que las grandes mutaciones sociales no sean sino un rapidísimo sumarse de pequeñas variaciones”.

²³⁵T. Parson, *The social system*, The Free Press, Glencoe, III., 1951, ed. Española, *El sistema social*, Revista de Occidente, Madrid, 1966.

²³⁶T. Parson, *The Structure of Social Action*, Glencoe, III, 1939, En 1933, Parson había hecho la voz Pareto para la “Encyclop. Of. Soc. Sc.”

²³⁷*Ibíd.*, p. 36.

En lo que se refiere a la aplicación del método de modelado matemático-funcional comprende para Pareto tres fases: 1º., la reducción de las realidades sociales a fundamentos axiomáticos; 2º, la homogeneización de los fundamentos axiomáticos, y el desarrollo a partir de ellos, su posibilidad; 3º, la confrontación entre estas deducciones con las consecuencias reales que se desprenden de las realidades anteriormente reducidas. Pareto ha producido bastantes ideas que han sido objeto de atención de los sociólogos matemáticos. Así, Powers y Hanneman²³⁸ han trabajado en varias simulaciones de la teoría de los ciclos. Al mismo tiempo, su influencia ha sido muy importante en sociólogos como Homans y Parson. Homans²³⁹, en su obra "The Human Group" utiliza un modelo sistémico bastante sofisticado, si bien ha sido bastante mal interpretado al considerar como generalizaciones empíricas lo que constituyan verbalizaciones sobre derivadas parciales. Posteriormente, Simon²⁴⁰ formalizaría parte de este sistema en lo que continúa siendo una de las formulaciones más interesantes de la historia de la sociología matemática. La línea de influencia que conduce de Pareto a Homans y de éste a Simon es bastante interesante y evidente. Pareto suministro la idea central de articular la teoría sociológica dentro de contexto sistémico, pero sin embargo no empleo la matemática para formalizar su teoría sociológica. Homans intentaría formalizar el sistema paretiano en términos verbales no matemáticos para organizar lo que aparecía como información desconectada sobre grupos sociales dándole forma de sistema social. Simon reintegra las nociones de Homans en la forma original propuesta por Pareto, un conjunto de ecuaciones diferenciales estudiadas analíticamente para determinar su estabilidad y equilibrio. Simon, en esta tarea, llega a anticipar ideas posteriores como es el modelado como "análisis de catástrofes" tal y como señala Fararo²⁴¹. A su vez, el trabajo de Simon sirve de inspiración para análisis posteriores como los de Land²⁴², que formalizaría el sistema de

²³⁸Powers y Hanneman, "Pareto's theory of social and economic cycles: A formal model and simulation". En R. Collins (ed.) *Sociological theory 1983*. San Francisco: Jossey-Bass. 1983.

²³⁹G.C. Homans, *The human Group*. New York: Harcourt, Brace and World. 1950.

²⁴⁰H.A. Simon, Cap. 6 "A formal theory of interaction in social groups" en *Models of Man*. New York: Wiley. 1957.

²⁴¹T.J. Fararo, "Catastrophe analysis of the Simon-Homans model", en *Behavioral Science*, nº 29, 1984, pp. 291-317

Durkheim sobre la división del trabajo sobre la base de un sistema de ecuaciones diferenciales.

Durkheim (1858-1917) presenta, asimismo, una estrecha relación con la sociología matemática, tanto en el método como en la identificación del objeto. Un ejemplo notable de ello es su análisis del suicidio. Se han hecho críticas muy válidas de los errores concretos de interpretación y las inferencias erróneas (en particular su recurso constante a la falacia ecológica²⁴³; por otra parte, fue uno de los primeros en usar el análisis multivariable, al igual que las correspondencias externas e internas, y muchos de sus resultados se han visto ampliamente confirmados por la investigación posterior. H.C. Selvin, sociólogo matemático, afirma como, especialmente en el sistema de argumentación y empleo de una aproximación multivariante anticipadora del análisis causal “Son pocos, si los hay, los trabajos posteriores que pueden igualar la claridad y potencia con que Durkheim ordenó sus datos para comprobar y afinar su teoría. La grandeza de su trabajo es aún más impresionante si se tiene en cuenta que Durkheim careció incluso de un instrumento tan rudimentario como el coeficiente de correlación. Con todo, la metodología de *El suicidio* sigue siendo de gran importancia para todos aquellos que actualmente se dedican a la investigación empírica, y no sólo para los historiadores de la sociología. Durkheim señaló y resolvió muchos de los problemas que se plantea la investigación hoy en día²⁴⁴”.

En ese sentido, se encuentran en Durkheim tres aspectos centrales: la búsqueda de regularidades, el empleo de métodos formales y su aproximación empírica. Tal y como afirmaba en su crítica a Jankelevitch “He aquí otro libro más de generalidades filosóficas sobre la naturaleza de la sociedad, y de generalidades a través de las cuales resulta difícil percibir un conocimiento práctico, íntimo y familiar de la realidad social. En parte alguna da el autor impresión de haber entrado en contacto directo con los hechos de que habla, ya que las ideas

²⁴²K.C. Land, “Mathematical formalization of Durkheim’s theory of division of labor”. En E. Borgatta y G. Bohrnstedt (eds.) *Sociological Methodology 1970*. San Francisco: Jossey-Bass

²⁴³H.C. Selvin, “Durkheim’s Suicide and problems of empirical search”. *AJS*, 62, 1958, pp. 607-19. En S. Lukes, *Émile Durkheim, su vida y su obra*, CIS, Madrid, 1984, pp. 204-205.

²⁴⁴*Ibid.*, pp. 204-205.

generales que desarrolla no aparecen ilustradas por ningún ejemplo concreto, ni aplicadas a ningún problema sociológico concreto. Por grande que pueda ser el talento dialéctico y literario de los autores, nunca se protestará lo bastante del escándalo de un método que ofende tanto, como lo hace éste a nuestras prácticas científicas, y que, no obstante, es todavía empleado con harta frecuencia. Hoy ya no está permitido especular sobre la naturaleza de la vida, sin antes haberse familiarizado con las técnicas de la biología. ¿En virtud de qué privilegio se ha de permitir que el filósofo especule acerca de la sociedad, sin entrar en contacto con los hechos sociales concretos?²⁴⁵. Por otra parte, Durkheim aplicaba en su trabajo como sociólogo los métodos que predicaba. Como aprecia el testimonio de un asistente a sus conferencias “El señor Durkheim habla un lenguaje claro, preciso y, dentro de lo posible, técnico. Usa símbolos concretos y especificaciones numéricas. Si por ejemplo está disertando sobre la familia, emplea un diagrama que muestra las fases sucesivas por las que ha atravesado dicho grupo social, indicándolas con el dedo; si lo que estudia es el suicidio, escribe en la pizarra las cifras proporcionadas por las estadísticas oficiales. En resumen, sea cual fuere su tema, salta a la vista su esfuerzo por expresarse con claridad. Es inútil esperar de sus discursos exhibiciones literarias o parrafadas retóricas, llamadas al sentimiento o extrapolaciones metafísicas, actitudes a las que tan bien parecen prestarse los temas sociológicos. Es obvio que el señor Durkheim huye de las “frases”, de las generalidades y de las grandes síntesis; que no quiere generar “problemas” ni construir sistemas. Observa los hechos, los analiza y los explica mediante leyes. En una palabra, lo que hace no es tanto llegar a conclusiones como registrar resultados y expresarlos en proposiciones que califica de “fórmulas” en virtud de su precisión y de su rigor. Por supuesto que el señor Durkheim es siempre elocuente y con frecuencia hasta extremos insospechados. Cualquiera que le haya oído no olvidará fácilmente el irresistible entusiasmo que es capaz de levantar en su auditoria cuando quiere. Pero incluso en esos momentos lo que mueve a estos oyentes es el enorme interés de las ideas expresadas; lo que les excita es la intensidad del análisis, conciso, apremiante y tendente siempre hacia la constatación; lo que les vence y abruma es la velocidad de la conferencia

²⁴⁵L'Année Sociologique, vol. X. Reseñas: Jankelevitch Nature et société, pp. 171-174. Citado por S. Lukes, *op. cit.*, p. 401.

que, concentrada y concisa, aunque prolífica, está como impaciente por llegar a su fin [...] Escuchando al señor Durkheim se tiene la clara sensación de que no pretende persuadir sino convencer, de que se dirige menos a los sentimientos que a la razón humana”²⁴⁶.

En términos de método Durkheim consideraba a A. Espinas (1844-1922), especialmente en su libro *Les sociétés animaux* (1877) como “el primero en haber estudiado los hechos sociales para construir una ciencia de ellos y no para preservar la simetría de un gran sistema filosófico”²⁴⁷. Se había limitado al estudio de un tipo social particular, dentro del cual distinguió diferentes clases y especies, describiéndolas con cuidado, y a partir de esa esmerada observación de los hechos dedujo un cierto número de leyes cuyo alcance se cuidó de restringir al ámbito preciso de los fenómenos estudiados. Por estas razones, pensaba Durkheim, el libro de Espinas constituía el “primer capítulo de la sociología”. No obstante, en Espinas no existe una diferenciación clara entre las características propias de las sociedades humanas, tomando el organicismo demasiado literalmente. Destaca especialmente el método sociológico si bien el objeto estaba excesivamente próximo al enfoque spenceriano. En ese sentido, otros autores como A. Schaeffle (1831-1908) eran más conscientes del estatus metafórico del organicismo, a diferencia de Spencer o Espinas.

Otro clásico de la sociología es M. Weber (1864-1920). Como ha sido frecuentemente citado, no siempre respetó Weber sus propuestas metodológicas en la práctica de la investigación. Una referencia directa al empleo de leyes en el análisis de los fenómenos sociológicos aparece en *El político y el científico*. A. Almarcha destaca como “En la formación de una metodología específica de las Ciencias Sociales, M. Weber da un gran paso al definir los conceptos en términos de ‘probabilidad’ y de asentar, en consecuencia, las leyes sociales sobre la base de la entonces recién creada teoría de la probabilidad”²⁴⁸. No es sin embargo, una

²⁴⁶Delprat, G. “L’enseignement sociologique à la L’Université de Bordeaux”, *Revue Philomatique de Bordeaux et du Sud-Ouest*, 3.er año, agosto de 1900, p. 357. Citado por S. Lukes *Émile Durkheim. Su vida y su obra*. Madrid:CIS,1984, pp. 104-105.

²⁴⁷Citado en S. Lukes, *op. cit.*, p.84.

²⁴⁸A. Almarcha, A. de Miguel, J. de Miguel y J.L. Romero, *La documentación y organización de los datos en la investigación sociológica*, Madrid, Confederación Española de Cajas de Ahorros, 1969, p. 16.

contribución específica a la sociología matemática, que habitualmente no considera la estadística como un elemento central en su historia. Esta es una diferencia interesante con la economía matemática, donde los métodos estadísticos multivariantes, incluyendo las ecuaciones estructurales ocupan una posición privilegiada.

3.2.2. *El siglo XX*

Sorensen²⁴⁹ destaca como la sociología matemática aparece puntualmente en los orígenes de la sociología, sí bien su impacto no caracterizaría los desarrollos subsiguientes de ésta a principios del siglo XX. Por otra parte, la mayoría de los trabajos y estudios en el campo de la sociología matemática, al menos hasta la década de los 50, han sido realizados por investigadores que no son identificados estrictamente como sociólogos. Entre ellos encontramos en los años 20 y 30 a Volterra²⁵⁰ o Lotka²⁵¹ en demografía matemática y modelos de difusión, o los modelos de Richardson²⁵² sobre las carreras de armamentos. McFarland²⁵³ atribuye a N. Rashevsky la denominación “sociología matemática” en 1946. Rashevsky, junto a su grupo de investigación de la Universidad de Chicago, desarrollo una intensa actividad en la formulación de modelos explicativos de los fenómenos sociales más diversos. Esta tarea de modelado se reflejaría en múltiples publicaciones, incluyendo varios libros de Rashevsky²⁵⁴ así como numerosos artículos en el *Bulletin of mathematical Biophysics*. La mayor parte de estos modelos permanecerían ignorados para lo sociología matemática actual, si bien algunos de ellos encontrarían reflejo en trabajos como los de Landau sobre jerarquías²⁵⁵ o los de Rapoport²⁵⁶ en el estudio de procesos de difusión y redes, también publicados en el

²⁴⁹A. Sorensen “Mathematical models in Sociology” *op. cit.*, pp. 345-71.

²⁵⁰V. Volterra, *Lecons sur la theorie mathematique de la lutte pour la vie*. Paris, Gauthier-Villars, 1931.

²⁵¹A.J. Lotka, *Theorie analytique des associations biologiques*, Vols. I y II. Paris, Herman, 1934 y 1939.

²⁵²L.F. Richardson, *Arms and insecurity*. Pittsburgh, Pa. The Boxwood Press, 1960.

²⁵³McFarland, “Notes on the history of mathematization in sociology; antecedents, institutionalization and growth”, Paper, *Eighth World Congress of the International Sociological Association*, Toronto, August, 1974, citado en A. Sorensen “Mathematical Sociology” *op. cit.*, p. 12.

²⁵⁴N. Rashevsky, *Mathematical biology of social behavior*. Chicago, Ill, University of Chicago Press, 1951.

Bulletin of mathematical Biophysics. La razón para la escasa repercusión de los estudios de Rashevsky quizás pueda encontrarse en dos razones: que la mayoría de sus modelos consisten esencialmente en ejercicios matemáticos puramente especulativos con muy pocas posibilidades de ser conectados con observaciones empíricas, y por el hecho de que los modelos se sustentaban sobre elementos teóricos provenientes de la biología, lo que supone una dimensión conflictiva desde el ámbito de la sociología. En cualquier caso, la actividad de Rashevsky en la elaboración de modelos ha sido reconocida dentro de diferentes campos (elaboró modelos sobre la división del trabajo, estratificación social, la libertad, etc.) y a él se le atribuye la creación del concepto Sociología Matemática.

Otra referencia importante en el campo de la sociología matemática es la que suponen las propuestas de Dodd²⁵⁷ en su *Dimensions of Society*, publicada en 1942. El propósito explícito de dicha obra es presentar una aproximación matemática al estudio de la sociedad. En esa idea, aparece repleta de símbolos matemáticos y más de 700 fórmulas. No obstante, el planteamiento difiere mucho de lo que son actualmente las tendencias de la sociología matemática. El objetivo de Dodd es construir una ciencia social eminentemente cuantitativa, mediante la recolección de regularidades empíricas y su expresión

²⁵⁵H.G. Landau, “On dominance relations and the structure of animal societies:1. Effect of inherent characteristics” *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 13 March 1951, pp. 1-19.

H.G. Landau, “On dominance relations and the structure of animal societies:2. Some Effects of possible social factors” *Bulletin of Mathematical Biophysics* . 13 December 1951, pp. 245-262.

H.G. Landau, “On dominance relations and the structure of animal societies:3. The condition for a score structure” *Bulletin of Mathematical Biophysics* . 15 June 1953, pp. 143-148.

²⁵⁶A. Rapoport, “Spread of information through a population with sociostructural basis: I. Assumption of intransitivity” *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 15 December 1953, pp. 523-534.

A. Rapoport, “Spread of information through a population with sociostructural basis: II. Various models with partial transitivity” *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 15 December 1953, pp. 535-546.

A. Rapoport, “Spread of information through a population with sociostructural basis: III. Suggested experimental procedures” *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 16 March 1954, pp. 75-81.

²⁵⁷S.C. Dodd, *Dimensions of society; a quantitative systematics for the social sciences*. New York, Macmillan, 1942.

mediante notación matemática. En ese sentido, las matemáticas aparecen como “lenguaje” alternativo en el que expresar las ciencias sociales. Todas las regularidades se presentan mediante la permutación de un conjunto de índices, partiendo de la fórmula básica $S=(T,I,L,P)$ y combinando múltiples subíndices y superíndices. S es la notación de “sociedad”, T corresponde a “tiempo”, I “características”, L nota “espacio” y P el concepto de “población”. Este intento, difícil y a veces incomprensible, no supuso una contribución importante a la constitución de la sociología matemática, pero sí lo supuso otros trabajos desarrollados por él, como fueron sus modelos de procesos de difusión.

Para Fararo²⁵⁸ entre los años 1945 y 1950 se produce una primera fase en el camino que conduce a lo que es actualmente la sociología matemática. En el período de posguerra y principios de los 50 se produce un impulso importante. Es evidente que los avances fundamentales tuvieron su origen en la actividad intelectual desarrollada previamente; no obstante, es posible apreciar como en este período aparecen líneas de trabajo muy interesantes, simultáneamente con nuevas disciplinas muy relacionadas entre sí, incluyendo la “cibernética” con Wiener²⁵⁹, en 1948, o la “teoría de juegos” con Von Neumann y Morgenstern²⁶⁰, de 1947. La investigación operativa, que surgió inicialmente para solucionar los diferentes problemas que iban apareciendo en la utilización de submarinos durante el período de guerra, se generalizó rápidamente aplicándose a otros fenómenos diferentes, como por ejemplo el estudio de “colas”. La psicología experimental, partiendo de una larga tradición desde Wundt hasta Hull, dio origen a las teorías matemáticas sobre adquisición y cambio de conductas de Estes²⁶¹, Bush y Mosteller²⁶². La extensión de técnicas para formalizar los fenómenos humanos, utilizando la lógica, las matemáticas y la computación fueron las ideas claves del período. Era una época de un fuerte optimismo sobre las posibilidades de formalizar las Ciencias

²⁵⁸T.J. Fararo, "Mathematical Ideas and Sociological Theory", *Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology*. London, Gordon and Breach. 1984. p.149.

²⁵⁹N. Wiener, *Cybernetics*. Cambridge, MA: The MIT Press. 1948

²⁶⁰J. Von Neumann y O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 1947.

²⁶¹W.K. Estes, "Toward a statistical theory of learning". *Psychological Review*, 1950, 57:106.

²⁶²R.R. Bush y F. Mosteller, *Stochastic Models for Learning*. New York, Wiley. 1955.

Sociales, potenciado por varios intentos exitosos en los campos citados. En esa primera fase moderna, los científicos sociales tendían a percibirse como verdaderos científicos en el sentido positivista del término, y se aceptaba con naturalidad lo que hoy en día conoceríamos como “el modelo positivista de las ciencias naturales”, adoptándolo como el modelo para el estudio de las ciencias sociales. En el marco de referencia psicológico se encontraba subyacente el modelo “behaviorista” donde el comportamiento humano se definía en una fórmula “estímulo-respuesta”, descartando todo intento de “proceso cognitivo”. En sociología destaca Homans²⁶³ y Parson²⁶⁴, quienes, cada uno independientemente, desarrollaron lo que denominaron “síntesis teóricas”. La de Parson puramente teórica y la Homans con un componente empírico mayor pero más limitada en sus objetivos.

3.2.3. Lazarsfeld y la formalización de la sociología matemática

La institucionalización de la sociología matemática tuvo lugar a comienzos de los 50 en la Universidad de Columbia, bajo el liderazgo de Paul Lazarsfeld. Personalmente, Lazarsfeld realizó contribuciones muy importantes a la sociología matemática, como fueron sus modelos matemáticos aplicados a la teoría de la medición, así como en el desarrollo de los análisis de estructuras latentes. Sin embargo, desde el punto de vista de la sociología matemática, fue mucho más importante y significativo el conjunto de actividades que organizó, así como el grupo de estudiantes y colaboradores con los que generó una dinámica importante para el establecimiento de la disciplina. Consecuencia de dicha dinámica fue la preparación y publicación de *Mathematical Thinking in the Social Sciences*, obra colectiva editada y claramente inspirada por Lazarsfeld²⁶⁵. En esta obra, además de incluir capítulos sobre metodología cuantitativa, contiene especialmente para la sociología matemática una contribución de Anderson²⁶⁶ sobre el empleo de Cadenas de Markov como modelo de cambio de actitudes, así como

²⁶³Homans, *The Human Group*, *op. cit.*

²⁶⁴T. Parson, *The social System*, New York, The Free Press. 1951.

²⁶⁵P.F. Lazarsfeld (ed.), *Mathematical Thinking in the Social Sciences*, New York: The Free Press of Glencoe. 1954.

²⁶⁶T.W. Anderson, “Probability models for analyzing time changes in attitudes” en P.F. Lazarsfeld (ed.), *op. cit.*, pp.17-66.

otras de Rashevsky²⁶⁷ y Coleman²⁶⁸ sobre los modelos del primero y una contribución de Simon²⁶⁹ acerca de la construcción de modelos. Esta contribución es una de las muchas, e importantes, que Simon realizó en la década de los 50 a la sociología matemática. Una compilación de sus trabajos fueron publicados en 1957 como *Models of Man*²⁷⁰, obra influyente donde se incluyen tanto los ahora habituales modelos causales empleando ecuaciones simultáneas como formalizaciones de las teorías de Homans y Festinger.

En este momento, la distinción entre “teoría” versus “metodología” se institucionaliza en los currículos sociológicos, con Parsons en Harvard como la personificación de la “teoría” y Lazarsfeld en Columbia como personificación de la “metodología”. De acuerdo a esta distinción, y tal como señalara Lazarsfeld y Rosenberg²⁷¹, el lenguaje de la investigación sería distinto al de la teoría sociológica. En tanto que ciencia, la sociología se suponía que operaba por el principio de testado y contrastación de hipótesis, mediante la operativización cuantitativa de los conceptos teóricos tanto en la investigación mediante encuestas como de tipo experimental. En términos genéricos, ésta era la receta para el conocimiento sociológico en ese momento. Para algunos autores como Coleman o Fararo era evidente que los líderes del proceso, como Lazarsfel, se tomaban el planteamiento con matizaciones y no demasiado rígidamente. No obstante, tal y como señala Fararo²⁷² la producción de material académico, y su enseñanza en programas de licenciatura y postgrado convirtieron este planteamiento en la ciencia normal para la sociología. Las críticas que más tarde desarrollaría el Círculo de Viena tenían poco impacto en los Estados Unidos y no existen demasiadas evidencias de que los escritos de Carnap o Hempel

²⁶⁷N. Rashevsky “Two models: imitative behavior and distribution of status” en P.F. Lazarsfeld (ed.), *op. cit.*, pp.67-104.

²⁶⁸J.S. Coleman “An expository analysis of some of Rashevsky’s social behavior models” en P.F. Lazarsfeld (ed.), *op. cit.*, pp.105-165.

²⁶⁹H.A. Simon, “Some strategic considerations in the construction of social science models” en P.F. Lazarsfeld (ed.) *op. cit.*, pp.388-402.

²⁷⁰H.A. Simon, *Models of man, social and rational; mathematical essays on rational human behavior in a social setting*. New York, John Wiley and Sons, 1957.

²⁷¹P.F. Lazarsfeld y M. Rosenberg (eds.), *The language of social research*, New York, The Free Press. 1951.

²⁷²T.J. Fararo. Mathematical Ideas and Sociological Theory, *Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology*. London, Gordon and Breach, 1984, p.151.

influyeran en la producción de la época. Fararo destaca²⁷³ como si se hubiese prestado más atención a planteamientos como los de Hempel²⁷⁴ se podría haber ejercido una autocrítica muy interesante y descubierto más tempranamente los puntos de partida para nuevos desarrollos. Durante los años 50, en los Estados Unidos, la aspiración a una ciencia social matematizada surge de la sociología misma; sería en este período cuando se producirían los que actualmente constituyen trabajos de referencia. Destacan en ese sentido la obra de Rapoport. Anatol Rapoport, mediante una serie de libros y artículos genera una obra importante en la construcción de modelos matemáticos. Entre esas contribuciones caben destacar por su impacto en aquel momento, sus artículos sobre teoría de redes en *The bulletin of mathematical biophysics*, así como varios artículos en *General System* y en *Behavioral Sciences*, publicaciones que Rapoport ayudó a consolidarse a mediados de los 50. Una parte fundamental de su trabajo lo desarrollo en *Teoría de juegos*, publicando ya a principios de los 60 su famoso estudio comparativo sobre modelos de conflictos²⁷⁵.

Otros autores que establecieron criterios de modelado en este período fueron Simon y su formalización de las teorías de Homans, los modelos de movilidad social utilizando cadenas de Markov establecidos por Blumen, Kogan y McCarthy²⁷⁶ y de modo muy significativo, las críticas de Coleman²⁷⁷ a los modelos de Rashevsky, así como los desarrollos de modelos próximos a datos empleados en sociología, como los de Coleman, Katz y Menzel²⁷⁸ sobre datos sociométricos y de difusión. La influencia que ejerció Rapoport sobre Coleman es bastante evidente²⁷⁹. La idea que postulaba los modelos matemáticos como una

²⁷³Ibid., p.151.

²⁷⁴C.G. Hempel, "Fundamentals of concept formation in empirical science" en la *International Encyclopedia of Unified Science*. Vol. II , nº 7. Chicago: The University of Chicago Press. 1952

²⁷⁵A. Rapoport, *Fights, Games and Debates*. Ann Arbor, MI. The University of Michigan Press. 1960.

²⁷⁶Blumen, Kogan y McCarthy *The industrial Mobility of Labor as a probability Process*. Ithaca, NY, Cornell University Press. 1955.

²⁷⁷J.S. Coleman "An expository analysis of ... ", *op. cit.*

²⁷⁸Coleman, Katz y Menzel, "The diffusion of an innovation among physicians". *Sociometry* 20, 1951, pp.253-270.

²⁷⁹J.S. Coleman, "The mathematical study of small groups". En H. Solomon (ed.) *Mathematical thinking in the measurement of behavior*. New York, The Free Press. 1960.

teoría expresada en forma matemática comenzaba a tomar cuerpo en este período. Autores de intereses muy diversos estaban de acuerdo en que los modelos matemáticos permitían establecer deducciones lógicas falsables sobre determinados fenómenos sociales. Este planteamiento, donde el modelo genera hipótesis testables diferenciaría a los modelos matemáticos del mero ajuste de curvas o de los métodos analíticos de tratamiento de datos.

Este acercamiento entre teoría y modelos incluye la idea de “aproximación sucesiva”, formulada inicialmente en sociología por Comte, después por Pareto y destacados posteriormente por Homans²⁸⁰. Según esto, los modelos no deben pretender ser exactos en todos sus detalles ni cubrir todos los objetivos potenciales que puedan ser de interés en una clase determinada de fenómenos sociales. La idea de la aproximación sucesiva propone que los modelos deben ser desarrollados, mejorados y generalizados en el trascurso del tiempo, mediante una actividad acumulativa. Esto implica que en un modelo, aun cuando incluya entidades o procesos que no son observables en la actualidad, podrá, gracias a las conexiones lógicas entre las ideas dentro del sistema conceptual ofrecer posibilidades de testado empírico a las teorías. Este planteamiento permite relajar las restricciones behavioristas. Lave y March²⁸¹ ofrecerían más tarde una curiosa explicación sobre los criterios de modelado de este período. La belleza y la verdad que ofrezca un modelo serían los dos criterios generales para valuarlo. Estos dos aspectos, a su vez, contendrían criterios más específicos; así, la belleza se diagnosticaría mediante su simplicidad, capacidad de sorpresa y fertilidad. No obstante, estos planteamientos sobre construcción de modelos teóricos eran periféricos dentro del desarrollo de la sociología positivista cuantitativa de mediados de los 50. En aquella época, la sociología matemática era una materia difusa, que irrumpía dentro del panorama sociológico, interfiriendo en la dinámica predefinida entre una élite de grandes teóricos dedicados a escribir ensayos y las masas de investigadores dedicados a la recolección masiva de información y datos, con la aspiración de superar las distancias teóricas gracias a la magia de las definiciones operativas.

²⁸⁰Homans, *The Human Group*, op. cit.,

²⁸¹C.A. Lave y J.G. March, *An Introduction to models in the social sciences*, New York, Harper and Row. 1975.

Ya en esta época surgen trabajos que orientan sobre las limitaciones de la aproximación matemática que se postulaba para las Ciencias Sociales. Así, Zetterberg²⁸² a la vez que mostraba que las teorías podían ser axiomáticas sin ser realmente matemáticas, adoptaba un método distinto de axiomatización al que Suppes²⁸³ articulará en términos generales para la ciencia y aplicada por él mismo a la psicología²⁸⁴. En opinión de Fararo²⁸⁵ la noción fundamental que omitió Zetterberg es precisamente la idea de representación o modelo, (en tanto que entidad no lingüística que incorpora y de la que se derivan diferentes propiedades). Al prescindir de la potencia de representación de los modelos, su trabajo y el de sus seguidores derivó en una tarea muy improductiva. Desde los planteamientos de Zetterberg, el proceso de formalización teórica derivaba en una traducción notacional de las teorías verbales más que a una construcción creativa de modelos testables basados sobre conceptos precisos. Años más tarde, Fararo²⁸⁶ adoptaría los métodos de axiomatización desarrollados por Suppes a la sociología. Asimismo, Mario Bunge²⁸⁷ por las mismas fechas plantearía una variante muy interesante de la idea de axiomatización en la actividad científica, conectando la idea de sistema deductivo con la noción de modelo. Más tarde, Freese²⁸⁸ estudiaría los diferentes significados implícitos en el concepto de “Teoría formal”.

²⁸²H. Zetterberg, *On theory and Verification in Sociology*, Totowa, NJ: Bedminster Press. 1955.

²⁸³P. Suppes, *Introduction to logic*. Princeton: Van Nostrand. 1957

²⁸⁴P. Suppes y R.C. Atkinson, *Markov Learning Models for Multiperson Interactions*. Palo Alto, CA. Stanford University Press. 1960.

²⁸⁵T.J. Fararo, *Mathematical Ideas and Sociological...op. cit.*

²⁸⁶*Ibid.*,

²⁸⁷M. Bunge, *Method, Model and Matter*. Boston:Reidel, 1973

²⁸⁸L. Freese (ed.), *Theoretical Methods in Sociology: Seven Essays*. Pittsburgh, PA: The University of Pittsburgh Press. 1980.

3.2.4. *La expansión de modelos aplicados*

La década de los 60 fue un período de intensa actividad y creatividad en la elaboración de modelos matemáticos y teorización formal. En primer lugar, organizaremos la diversidad de modelos en función al tipo de modelos empleados, algunos de los cuales tuvieron un éxito notable dentro de la sociología matemática. En segundo lugar, comentaremos los principales aportaciones en el ámbito del modelado en sí mismo.

Modelado estocástico de procesos. Este tipo de modelado fue bastante popular entre los sociólogos orientados a la formalización de teorías. En Psicología Social, Cohen²⁸⁹ aplica con éxito la construcción de modelos sobre conflicto y conformidad basándose en las cadenas de Markov. En Sociología, la obra pionera de Coleman en 1964 *An Introduction to Mathematical Sociology*²⁹⁰ produjo un impacto notable al ofrecer nuevas formas en que las matemáticas podían ser empleadas creativamente en el análisis de la sociedad. Coleman se aproxima a los datos sociológicos pensando en dos tipos concretos: los datos de naturaleza sociométrica y los provenientes de encuestas de medición de actitudes. La innovación fue la aplicación a agregados de individuos de procesos de Markov (con tiempo continuo), manteniendo estados discretos en la matriz de probabilidades de transición. En ese sentido, el modelo de Cohen se formulaba sobre la base de cadenas de Markov, es decir, con tiempo discreto, que coincidía con las pruebas psicológicas (y presumiendo por lo tanto que no existía cambios de estado entre pruebas, lo que puede ser correcto en determinadas situaciones de recogida de datos); esta presunción no es factible en el caso de series de datos recogidos en un panel. Por ello, Coleman plantea que los cambios pueden producirse arbitrariamente en cualquier momento en el tiempo y por ello especifica un modelo continuo. Esta idea está contenida en desarrollos metodológicos posteriores como el “event-history” implementado por Hannan y Tuma²⁹¹.

²⁸⁹B.P. Cohen, *Conflict and Conformity: A probability model and its application*. Cambridge, MA: The MIT Press. 1963

²⁹⁰J. Coleman, *An Introduction to Mathematical Sociology*, New York: The Free Press. 1964.

²⁹¹M.T. Hannan y N.B. Tuma, “Methods for temporal analysis”. *Annual Review of Sociology*. Vol. 5. 1979.

Los planteamientos de Coleman son bastante complejos en la medida que no diseña modelos agregacionales independientes sino que especifica modelos en red experimentando una dinámica estocástica. El libro de Coleman *Introduction to Mathematical Sociology*, no es un libro de texto en el sentido usual de la palabra, donde se resuma los trabajos de otros para producir una introducción a la materia. Por el contrario, su objeto se centra en una rama específica de la sociología matemática, los procesos estocásticos, y consiste en aportaciones originales del mismo autor. No obstante, esta contribución de Coleman es ejemplar en el sentido de trasmitir con eficacia y de modo comprensible el empleo de las matemáticas para formular modelos en sociología. El empleo de los procesos de Poisson, así como de los procesos de Markov (empleando el tiempo en medición continua) facilita las herramientas básicas para comprender y modelar diferentes procesos sociales. Este libro, tal y como indicábamos, ha sido extremadamente influyente en la sociología matemática de la época, quizás más por el empleo de la perspectiva empírica (fusionando modelos e información) que por los modelos en sí mismos. En ese sentido, *Introduction to Mathematical Sociology* representa una introducción a algunos de los principios y nociones básicas de la sociología matemática, más que la presentación de una materia que no existía estructurada de forma coherente y organizada.

Modelos estructurales con tratamiento estocástico. Fueron modelos de gran expansión en la década de los 60. Destaca especialmente el trabajo de Anatol Rapoport. Estos modelos se basan en los desarrollos teóricos aparecidos en *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, pero en los años 60 aparecen asociados a testados empíricos y en una formulación matemática más accesible. Destacan Rapoport y Horvath²⁹², Foster, Rapoport y Orwant²⁹³, Fararo y Sunshine²⁹⁴. Posteriormente, estos modelos fueron desarrollados de forma importante en lo referido a la teoría sociológica por Mayhew²⁹⁵ y en tanto que tratamiento matemático

²⁹²A. Rapoport y N.J. Horvath, “A study of large sociogram:I” *Behavioral Science* 6. Pp. 279-291. 1961.

²⁹³C. Foster, A. Rapoport y C.Orwant, “A study of large sociogram:II” *Behavioral Science* 8. Pp. 56-65. 1963.

²⁹⁴T. Fararo y M. Sunshine, *A Study of a Biased Friendship Net*. Syracuse, NY: The Syracuse University. 1964.

²⁹⁵B.H. Mayhew, “Baseline models of sociological phenomena”. *Journal of Mathematical Sociology*, 9, Pp. 259-281. 1984

para el análisis de las propiedades de las estructuras por estadísticos como Holland, Wasserman y Frank en colaboración científicos sociales como Holland y Leinhardt²⁹⁶.

Modelos estructurales con tratamiento algebraico. Esta aproximación matemática experimentó un considerable avance con la obra de Harrison White²⁹⁷ de 1963 *Anatomy of Kinship*, que desarrolla planteamientos matemáticos anteriores y que experimentarían aún mayor desarrollo con Kemeny, Snell y Thompson²⁹⁸. De modo inicialmente intuitivo, los sociólogos apreciaron en el álgebra una matemática útil para modelar sistemas de roles. En ese sentido, las matemáticas encontraban aplicación sobre una de las ideas centrales de la teoría sociológica clásica, donde las estructuras sociales significaban sobre todo estructuras institucionalizadas de roles, en contraste con sentimientos interpersonales de tipo relacional, que se trataban desde la psicología social y la sociometría.

No obstante, diversos factores influyeron en su impacto limitado en el contexto de los sociólogos matemáticos, entre ellos, el empleo de álgebra moderna, la falsa noción de que su empleo estaba limitado y restringido al estudio de estructuras de parentesco primitivas así como la dificultad de explorar las utilidades de una aproximación que no se incardina fácilmente con la aproximación estocástica en boga, basados sobre agregaciones de individuos. No obstante, como afirma Mullins²⁹⁹ el “estructuralismo” de White tuvo un impacto importante entre sus discípulos, lo que generaría un peso específico importante para este tratamiento en la década de los 70.

En términos de modelado, otras contribuciones importantes a la sociología matemática en esta década de los 60 fue la obra de William

²⁹⁶P.W. Holland y S. Leinhardt “An exponential family of probability distributions for directed graphs”. *Journal of the American Statistical Association*, 76, (1981) pp. 33-65.

²⁹⁷H. White, *An Anatomy of Kinship*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall. 1963.

²⁹⁸J.G. Kemeny, J.L. Snell y G.L. Thompson *Introduction to finite Mathematics*. (2^a edición) Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall. 1966.

²⁹⁹N.C. Mullins, *Theories and Theory Groups in Contemporary American Sociology*. New York:Harper and Row, 1973

McPhee³⁰⁰, junto a los trabajos de Kemeny y Snell³⁰¹ y Bartholomew³⁰². No obstante, la más destacada es sin duda, el libro de Berger, Cohen, Snell y Zelditch³⁰³ en 1962, *Types of Formalization*, conteniendo una exposición muy interesante sobre la lógica de la construcción de modelos. Lazarsfeld editaría otro libro de lecturas *Readings in mathematical social science* en 1966 junto con Neil Henry³⁰⁴. En esos 12 años que median entre los dos libros de lecturas dirigidos por Lazarsfeld, la sociología matemática había crecido considerablemente y se había establecido en varios departamentos universitarios de los Estados Unidos. En la Universidad de Standford, el grupo formado por Cohen, Berger y Zelditch y cuyo trabajo comenzó en la década de los 50 produciendo numerosas contribuciones desde la óptica de la sociología matemática, en la década de los 60 destaca el esfuerzo en la generalización teórica que representa la publicación en 1966 del primer volumen de *Sociological Theories in Progress*, (conocido informalmente como STP-1), editada por Joseph Berger, Morris Zeldicht y Bo Anderson³⁰⁵. Este volumen diferenciaba claramente entre un nivel de formulación sociológicamente abstracto y la “ejemplificación” de ese proceso de abstracción. Mediante esta distinción, J. Berger, M. Zeldicht y B. Anderson definían un escenario parecido al de las ciencias físicas en lo referido a la relación entre “teorías abstractas, formalización adecuada y datos relevantes”.

Esta distinción entre los tres elementos, teoría, formalización (modelos) y datos constituirían el núcleo argumental del libro de Leik y Meeker³⁰⁶ que aparecería diez años más tarde en 1975. No obstante, la metodología de Berger está más relacionada con la noción de experimentación y con todo lo que esto implica para el conocimiento en sociología: la rapidez del nivel *micro* frente a la “difusividad” y las

³⁰⁰W. McPhee, *Formal Theories of Mass Behavior* New York, The Free Press. 1963.

³⁰¹J.G. Kemeny y J.L. Snell, *Mathematical Models in the Social Sciences*. Boston: Ginn. 1962.

³⁰²D.J. Bartholomew, *Stochastic Models of social Processes*. New York: Wiley. 1967.

³⁰³J. Berger, B.P. Cohen, J.L. Snell y M. Zelditch, *Types of Formalization in Small-Group Research*. Boston, Houghton-Mifflin. 1962

³⁰⁴P.F. Lazarsfeld y N.W. Henry (eds.), *Readings in mathematical social science*. Chicago, Ill: Science Research Associates. 1966

³⁰⁵J. Berger, M. Zeldicht y B. Anderson (eds.), *Sociological Theories in Progress*. Vol. I. New York: Houghton-Mifflin. 1966.

³⁰⁶R.K. Leik y B.F. Meeker, *Mathematical Sociology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1975

dificultades especiales de la investigación a nivel *macro*. En la Universidad de Chicago, el programa organizado por Leo Goodman atrajo a varios sociólogos matemáticos bastante influyentes. En la década de los 60 se establecieron otros programas en Harvard, organizado por White y en la Johns Hopkins por Coleman, siendo varias las universidades norteamericanas que ofrecen cursos en sociología matemática.

Como puede observarse la década de los sesenta es una época dorada de la sociología matemática en Estados Unidos, donde a principios y mediados de la década se producen varias de las contribuciones más significativas de la disciplina. En ese sentido, como ya se ha indicado, en este período fueron contribuciones influyentes el tratamiento que White dio a la estructuras de parentesco utilizando álgebra, las publicaciones del grupo de Standford (Cohen, Berger), los manuales de matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales de Kemeny, Snell y Thompson, así como el libro de Harary, Norman y Cartwright en 1965 sintetizando los desarrollos de la teoría de grafos y su aplicación a los modelos estructurales. A finales de los 60 se produce una eclosión de libros introductorios a la “construcción de teorías” destacando el de Stinchcombe³⁰⁷. Freese³⁰⁸ elaboraría una bibliografía muy detallada sobre este proceso. Este panorama de finales de los 60 contrasta con la situación posterior, donde los manuales introductorios a la metodología de construcción teórica prácticamente desaparecen. En opinión de Fararo³⁰⁹ esto se produce por un cansancio generalizado, y enfoques como que los sociólogos clásicos producían libros de teoría, no libros sobre el método científico y como teorizar.

3.2.5. Desarrollos desde los años 70

A partir de los años setenta se produce una eclosión de trabajos de investigación en todas las direcciones, a la vez que se producen desarrollos institucionales. La sociología matemática, considerada como

³⁰⁷A.L. Stinchcombe, *Constructing Social Theories*. New York, Harcourt, Brace y World. 1968.

³⁰⁸L. Freese, “Formal Theorizing” *Annual Review of Sociology*, Palo Alto CA. Annual Reviews, (1980)

³⁰⁹T. J. Fararo, “Neoclassical Theorizing and Formalization” en T.J. Fararo *Mathematical Ideas and Sociological Theory*, Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology. London: Gordon and Breach. 1984. p.155.

el desarrollo de teorías sociológicas testables mediante una formalización adecuada, genera su primer soporte institucional con la creación del *Journal of Mathematical Sociology* en 1971. iniciado por Bernhardt Lieberman y editado sucesivamente por Gordon Lewis, Ralph Ginsberg y Patrick Doreian. En lo que se refiere a teoría sociológica abstracta, en 1972 aparecería el segundo volumen de *Sociological Theories in Progress*, nuevamente editada por J. Berger, M. Zeldicht y B. Anderson³¹⁰. En este nuevo volumen aparecería un trabajo muy influyente de Emerson sobre teoría de redes de intercambio que suponía un avance sobre la formulación en términos diádicos o triádicos presentados por Homans en 1961 y posteriormente revisados por él mismo en 1974. Más tarde en la década de los 70, Blau³¹¹ abandona su trabajo teórico anterior para plantear una teoría macrosociológica formalizada en modo hipotético-deductivo. Collins³¹² efectúa una aproximación a la microsociología de Goffman y la etnometodología si bien mantiene su interés principal en la teoría general. Su trabajo intenta una síntesis partiendo de los teóricos clásicos, comparable en ambición y objetivos a la que Parson realizara. A principios de los 70 se tendería a la adopción del paradigma basado en “modelos de conflicto” frente al “modelo consensual” de sociedad.

Asimismo, el grupo “estructuralista” de Harrison White se desarrolla con gran rapidez, produciendo un trabajo pionero en el empleo del álgebra para modelar estructuras, como es el caso de Lorrain y White³¹³, y ofreciendo nuevos conceptos en el estudio de la movilidad social con el trabajo del mismo White³¹⁴. Ya en 1975-76, White y sus discípulos (especialmente Boorman, y Breiger) habían formulado la fundamentación lógica de los “blockmodels”, formalizándola como una herramienta más de investigación. En esta época, bajo la denominación de reducción homomórfica de estructuras sociales se unifica una gran cantidad de modelos anteriores basados en álgebra y teoría de grafos. Estos trabajos estaban estrechamente relacionados con los desarrollos

³¹⁰J. Berger, M. Zeldicht y B. Anderson (eds.), *Sociological Theories in Progress*. Vol. II. New York: Houghton-Mifflin. 1972

³¹¹P. Blau, *Inequality and Heterogeneity* New York, The Free Press. 1977.

³¹²R. Collins, *Conflict Sociology: Toward an Explanatory Science*. New York: Academic Press. 1975

³¹³F. Lorrain y H.C. White, “Structural equivalence of individuals in social networks”.

Journal of Mathematical Sociology, 1, (1971), pp. 49-80.

³¹⁴H. White, *Chains of Opportunity*. Cambridge, MA. Harvard University Press. 1970.

conceptuales contenidos en el trabajo teórico de Nadel³¹⁵, pero a parte de esa integración, el enfoque estructural permaneció desconectado de las corrientes teóricas principales en sociología. Coleman³¹⁶ continúa investigando algunas de las propuestas de su libro de 1964, en especial como es posible articular el nivel de acción individual con la ejercida por los actores colectivos. Las matemáticas desarrolladas en este nuevo trabajo son especialmente simples y aunque no siempre es convincente en términos teóricos, se mostraría especialmente fructífero al orientar a los investigadores ocupados en el problema de la acción colectiva hacia el paradigma de redes, tal y como señala Burt³¹⁷. Se mantiene, asimismo, la tradición positivista de los 50 si bien en forma más sofisticada, en lo que fue denominado por Mullins³¹⁸ el paradigma de la “nueva teoría causal”.

Durante la década de los 70 se consolidarían los modelos de estructuras lineales. El origen de esta aproximación puede situarse en el análisis mediante tablas bivariadas, con Greenwood³¹⁹ y Chapin³²⁰. Esta actividad encuentra continuación en el modelado log-lineal³²¹. La alternativa correlacional fue desarrollada originariamente por Simon³²² y Blalock³²³. Goldberg³²⁴ ofrece un magnífico ejemplo de dicha perspectiva. El análisis de senderos, como es bien conocido, fue desarrollado por S. Wright³²⁵ dentro de la investigación biológica. Sería

³¹⁵S.F. Nadel, *The Theory of Social Structure*. London, Cohen y West. 1975.

³¹⁶J.S. Coleman, *The Mathematics of Collective Action*. Chicago:Aldine. 1973.

³¹⁷R.S. Burt, “Models of Network Structure”. *Annual Review of Sociology*. Vol. 6. 1980.

³¹⁸N.C. Mullins, *Theories and Theory Groups in Contemporary American Sociology*, New York: Harper and Row. 1973

³¹⁹E. Greenwood *Experimental Sociology: A Study in Method*, New York, King's Crown Press,1945

³²⁰F.S. Chapin *Experimental Design in Sociological Research* New York, Harper, 1947

³²¹G.N. Gilbert *Modelling Society: An Introduction to Loglinear Analysis for Social Researchers*, London, Allan and Unwin, 1981

³²²H.A. Simons “Spurious Correlation: A Causal Interpretation” *Journal of the American Statistical Association* 49 (1954) pp.467-479

³²³H. M. Blalock, *Causal inferences in nonexperimental research*, Chapel Hill, University Press, 1964

³²⁴A.S. Goldberg “Discerning a Causal Pattern among Data on Voting Behavior” *American Political Science Review* 60 (1966) pp.913-922

³²⁵S. Wright “The Method of Path Coefficients” *Annals of Mathematical Statistics* V (1934) pp.161-215

adaptado para la sociología por Duncan³²⁶, Land³²⁷ y Boudon³²⁸. Los modelos con variables no observadas los desarrollaría Costner³²⁹ y Blalock³³⁰. Sobre la perspectiva econométrica, H.M. Blalock³³¹ Jr., realizó una revisión histórica muy interesante. Estas perspectivas están en la base de la aproximación mediante ecuaciones estructurales lineales (LISREL). La primera referencia a este enfoque se encuentra en las actas de la conferencia sobre Modelos de Ecuaciones Estructurales editados por Goldberger y Duncan³³².

Las primeras dos versiones del programa fueron desarrolladas por Karl G. Jöreskog y Marielle va Thillo, si bien sería completamente reescrito entre 1974 y 1975 por Dag Sörbom, discípulo de Jöreskog. Esta versión, denominada LISREL III, fue la primera disponible junto a un manual de empleo. Ciertamente, era un programa muy poco flexible que sería muy desarrollado posteriormente³³³. No obstante, el enfoque de modelado mediante ecuaciones estructurales ha sido bastante difundido produciéndose una proliferación de programas equivalentes al LISREL. Así, EQS, AMOS, M+, etc. En la actualidad se ha convertido en un método de modelado tan accesible como el tratamiento estadístico, produciéndose una enorme bibliografía en la que convergen

³²⁶O.D. Duncan “Path Analysis: Sociological Examples” *American Journal of Sociology* 72 (1966) pp. 1-16

³²⁷K.C. Land “Principles of Path Analysis” en E.F. Borgatta (ed.) *Sociological Methodology*, San Francisco, Jossey Bass, 1969 pp.3-37

³²⁸R. Boudon, “A Method of Linear Causal Analysis: Dependence Analysis”, *American Sociological Review* 30, (1965) pp.365-374

³²⁹H.L. Costner “Theory, deduction and Rules of Correspondence” *American Journal of Sociology* 75 (1969) pp. 245-263

³³⁰H.M. Blalock “Multiple Indicators and the Causal Approach to Measurement Error” *American Journal of Sociology* 75 (1969) pp.264-272

³³¹H.M. Blalock, *Causal models in the Social Sciences*, Chicago, Aldine, 1971

³³²A.S. Goldberger y O.D. Duncan (Eds) *Structural Equation Models in the Social Sciences* New York, Seminar Press, 1973

³³³(1978) LISREL IV empleaba “Keywords”, formato de entrada libre y flexibilidad en el archivo de datos. (1981) LISREL V ya presentaba valores automáticos de partida, así como mínimos cuadrados no ponderados y calculaba los efectos totales. (1984) LISREL VI incluía además el graficado de parámetros, la modificación de índices y modificaciones automáticas del modelo. (1988) LISREL7 incluyó PRELIS (un modulo para la preparación de las matrices de covariación desde datos brutos), mínimos cuadrados ponderados soluciones completamente normalizadas. (1994) LISREL8 incluye la programación simplificada mediante SIMPLIS, el graficado de diagramas causales y restricciones no lineales.

tanto la estadística, como la sociología, la econometría, la psicología o la ciencia política.

Sin embargo, el centro de gravedad en la construcción de modelos se encontraba en el análisis estructural. Leinhart³³⁴ en 1977 reúne y publica una colección de las contribuciones más interesantes al nuevo paradigma. En 1978 surge una nueva revista *Social Networks*, editada por Linton Freeman. El subtítulo de esta revista es significativamente, una “revista de análisis estructural”.

Según Fararo³³⁵ a grandes rasgos, el período de los años 70 y principios de los 80 se caracteriza por dos tendencias en la sociología matemática. En primer lugar, se produce una proliferación importante de desarrollos técnicos, como son los métodos y técnicas de análisis de redes, el refinamiento y aplicación de modelos de análisis estocásticos, así como algunos con carácter determinístico si bien con imputs de información que presentan generalmente un carácter estocástico. La segunda tendencia, se caracteriza por una proliferación importante de trabajo teórico, incluyendo además de los considerados hasta ahora, el análisis de Granovetter³³⁶ sobre el papel de las “weak ties” en los sistemas sociales y donde emplea las matemáticas de forma eficaz para desarrollar varios aspectos teóricos. En muchos aspectos el trabajo de Granovetter es un referente óptimo en la utilización simultánea de matemáticas y teoría dentro de una argumentación. Tanto en la discusión sobre el papel de las “weak ties” en la difusión de información o en el análisis de comportamientos colectivos³³⁷, Granovetter mantiene siempre visible el problema teórico que está tratando y no se pierde en el desarrollo de elaboraciones técnicas de dudosa utilidad, y donde sin embargo, las ideas matemáticas son indispensables para comprender sus propuestas.

³³⁴S. Leinhart (ed.), *Social Networks: A Developing Paradigm*. New York: Academic Press. 1977.

³³⁵T. J. Fararo, “Neoclassical Theorizing and Formalization” en T.J. Fararo *Mathematical Ideas and Sociological Theory*, Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology. London: Gordon and Breach. 1984. Pp.156-157.

³³⁶M. Granovetter, “The strength of weak ties”. *American Journal of Sociology*, 78, (1973), pp. 1360-1380.

³³⁷M. Granovetter “Threshold models of collective behavior”. *American Journal of Sociology*, 83, (1978), pp. 1420-1443.

Sorensen considera consolidada la institucionalización de la sociología matemática en los Estados Unidos a principios de los 60. Esta consolidación responde al desarrollo y planteamientos de la disciplina tras la Segunda Guerra Mundial. Como destacará Lazarsfeld (1964) “Resulta curiosa la historia de los métodos empíricos que acabo de mencionar. Todos ellos fueron elaborados al principio en Europa Occidental, pero las universidades de este continente nunca los reconocieron verdaderamente. A principios de siglo llegaron a ser preponderantes en los Estados Unidos, y de aquí se volvieron a importar a Europa, sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial.”³³⁸

Ciertamente, en este período de los años 50 a los 70 existen contribuciones importantes desde el ámbito de la sociología matemática europea, pero estas contribuciones aparecen más influenciadas por la sociología académica de los Estados Unidos que por las tendencias internas de la sociología europea. Sorensen³³⁹ indica como las tendencias de la época en Europa, ya sean sociología marxista, sociología crítica o fenomenológica, no incentivaban al empleo de las matemáticas en el análisis de la realidad social, sino más bien adoptaban una posición hostil; sin embargo, dicha actitud se dirigía más a la actividad de la sociología académica institucionalizada en Estados Unidos, que al empleo de las matemáticas para analizar la realidad social. Un ejemplo que ilustra la situación de partida en Europa tras la Segunda Guerra Mundial la encontramos expuesta por H. Lefevre³⁴⁰. “Este libro, escrito en 1946-47, publicado poco después por las *Editions Sociales*, formaba parte de un ambicioso proyecto: un *Tratado del Materialismo dialéctico* en ocho volúmenes. El primer volumen, *Logique formelle, logique dialectique* (“Lógica formal, lógica dialéctica”), debía servir de introducción a los volúmenes siguientes. Pero es el único que ha salido a la luz. ¿En qué condiciones se abandonó este proyecto? En condiciones políticas.

³³⁸P. F. Lazarsfeld, "La investigación social empírica y las relaciones interdisciplinarias", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, vol. XVI, (1964), p. 620.

³³⁹A. Sorensen, "Mathematical Sociology" en *Current Sociology* Vol XXIII, nº 3. 1975. Mouton, París, pp. 15-16.

³⁴⁰H. Lefebvre, *Lógica formal. Lógica dialéctica*, Madrid, Siglo XXI, 1970. Pp. 1-3. La segunda edición en Francia es de 1969.

En pleno período staliniano, agravado por el “zdonovismo”, se lanzó en Francia una consigna: Ciencia proletaria contra ciencia burguesa. Consigna justificada, se decía, por la situación mundial, y que llevaba al terreno teórico la lucha de clase práctica (política). Este volumen, al que se había exigido que no apareciera en un editor “burgués”, y que pasaba por una victoria sobre los fanáticos stalinistas (la lectura y la exégesis de Stalin bastaban, según éstos, para la “formación ideológica”), recibió severas críticas desde el momento de su aparición. Se le reprochaba que no contribuía a la elaboración de una lógica proletaria, revolucionaria, socialista. Los ideólogos, pretendidamente marxistas, que sostenían esta “orientación”, si así puede llamarse, no pedían que se mostrara la lógica inherente al mundo de la mercancía y a su despliegue. No pedían un análisis de la cohesión interna, pese a sus contradicciones, de la sociedad burguesa (o de la sociedad socialista). Nada de eso. Su pensamiento, si merece tal nombre, pretendía ser más radical. Exigían que una lógica, en tanto que tal, tuviera un carácter de clase. Y si la lógica no podía tener o recibir ese carácter, ellos rechazaban la lógica.

El segundo volumen, consagrado a la metodología de las matemáticas, a las relaciones entre la matemáticas y las otras ciencias, respondía todavía menos a estas peticiones (a esta inquisición). Y como el autor declaró que no comprendía lo que exigía de él, ni cómo se podía sustituir con una verdad proletaria el principio de identidad ($A \equiv A$) o la identidad $(a+b)^2 \equiv a^2 + b^2 + 2ab$, llegó la orden de interrumpir la obra comenzada. Es decir, el editor rompió el contrato. ¿Por qué publicar de nuevo, veinte años después, este volumen? No han faltado objeciones, pero no parecen muy decisivas. Este libro quería transmitir, es decir, *enseñar*, el pensamiento dialéctico, según un orden didáctico y teórico. Ningún otro ha ocupado su lugar. Pese a sus imperfecciones, es el único o casi el único. Y aquí está, pues *in extenso*, es decir, con sus fragmentos impugnables, sus pasajes escabrosos, sus transiciones arrugadas, sus ilusiones y sus errores, como testimonio de un esfuerzo metodológico y teórico, y para un eventual uso. (...) Entre los reproches, ocupaba un lugar destacado el de haber “hegelianizado” la dialéctica marxista. Reproche inexacto y que da testimonio de una gran ignorancia. Para refutar la acusación basta con considerar el puesto

concedido a las matemáticas en el conocimiento. El razonamiento matemático aparece en el trayecto que va desde lo abstracto (elaborado) hasta lo concreto (conocido). Se enlaza con la *lógica dialéctica*. Como ésta, es *mediador* entre la forma y el contenido. Mientras que Hegel ha rechazado de su filosofía el razonamiento matemático, al que tacha de arbitrario, de constructivismo irreal. El mantenía, así, el derecho absoluto de la dialéctica especulativa. En efecto, en Hegel, la *lógica* se absorbe y se reabsorbe en la dialéctica. No ocupa un grado propio, un nivel específico. Lejos de corresponder a un movimiento *abstracto* de todo pensamiento, no representa más que la *abstracción* de la dialéctica. Al mismo tiempo, el aspecto “operatorio” de la lógica (reglas de la coherencia del discurso, del empleo de los conceptos, de la deducción, etc.) desaparece en el empleo especulativo de la dialéctica. La crítica del viejo principio de identidad (de no contradicción) llega hasta su abolición en la dialéctica especulativa, es decir en el sistema hegeliano. El difícil problema de las relaciones entre la lógica y la dialéctica (problema de la *mediación*) queda suprimido. La lógica no es sino una etapa, histórica y fenomenológica, de la dialéctica. Después de lo cual, el sistema filosófico-político niega no-dialécticamente el pensamiento dialéctico. Y se presiente que el Estado de tipo hegeliano empleará su poder en detener prácticamente el movimiento, sin renunciar a legitimarse en nombre de ese movimiento histórico”.

Este texto muestra el clima intelectual y las dificultades de aplicación de la sociología matemática en Europa. Esta perspectiva crítica hacia la dinámica que se estaba generando en la sociología cuantitativa y en la sociología matemática en los Estados Unidos no es sólo europea. Destaca en ese sentido los comentarios de Coser sobre los malos usos que podían surgir de una utilización “legitimadora” y no sustantiva de la sociología cuantitativa; con las diferencias que evidentemente existen, los desarrollos de la sociología empírica y cuantitativa eran consideradas por algunos autores casi como Comte, en la medida que concederían por fin el “status” científico tan buscado por la sociología.

El rápido crecimiento inicial dio lugar en algunas ocasiones a excesos que continuamente son criticados desde dentro de la sociología matemática. A lo largo de la historia de la sociología matemática se ha

repetido con frecuencia que los modelos matemáticos no deben pretender (ni se les debe permitir) tomar el mando sobre la formulación teórica verbal en sociología. Son muy abundantes los ejemplos de esto, baste destacar Simon³⁴¹, Coleman³⁴², Doreian³⁴³, Sorensen³⁴⁴ o Bäckman y Edling³⁴⁵. Estas afirmaciones se producen en la medida en que la sociología matemática participaba del clima de la época que afectaba a toda la sociología empírica y cuantitativa. En palabras de Coleman³⁴⁶ “Con demasiada frecuencia se considera la sociología matemática como un fin en sí misma, en vez de insertarse en el contexto de los problemas que tradicionalmente han preocupado a la sociología. Las matemáticas son una herramienta, y si quiere ser una herramienta útil para la sociología, debe ser usada reconociendo el estado en que la sociología se encuentra en la actualidad”. Las llamadas a la sensatez efectuadas por muchos de los sociólogos matemáticos del momento no siempre se tenían en cuenta, produciéndose algunos excesos evidentes. Estos excesos, encontraron eco de forma totalmente explícita en Coser. Especialmente destacan los comentarios del discurso presidencial efectuado por el Lewis Coser en la Asociación Americana de Sociología en 1975³⁴⁷. Comienza Coser señalando su preocupación por los desarrollos del momento en la sociología americana, destacando el crecimiento de actividades limitadas y rutinarias que actúan de forma parecida a las sectas. Del conjunto del discurso de Coser se desprenden indicaciones del conflicto que realmente se estaba dirimiendo.

Así Coser señala como el prestigioso editor de una revista sociológica de primer orden le indicaba que no aceptaban publicar investigaciones que emplearan solamente tablas y no los métodos

³⁴¹H.A. Simon, “Some Strategic Considerations in the Construction of Social Science Models”. En P.F. Lazarsfeld (ed.) *Mathematical Thinking in the Social Science*. Glencoe, Ill:Free Press. 1954. p. 389, pp. 388-415.

³⁴²J.S. Coleman, *Introduction to Mathematical Sociology*. New York, The Free Press. 1964, p.4.

³⁴³P. Doreian, *Mathematics and the Study of Social Relations*. London:Weidenfeld&Nicolson. 1970.

³⁴⁴A. Sorensen, “Mathematical Sociology”. *Current Sociology*.The Hague, Mouton , 1975, p.23.

³⁴⁵O. Bäckman y C. Edling, “Mathematical Matters: On the Absence of Mathematical Models in Quantitative Sociology” *Acta Sociológica* Vol.42, n° 1 1999, p. 70.

³⁴⁶J. S. Coleman, *Introduction...op., cit.*, p. 4.

³⁴⁷L. A. Coser, “Presidential Address: Two methods in search of a Substance” *American Sociological Review*. December, vol.40 n°6, (1975), pp. 691-700.

modernos de regresión o análisis de senderos. Es evidente que esa política editorial limita severamente las opciones de publicación para muchos sociólogos. La crítica de Coser hacia esa actitud se apoya sobre la posibilidad de que se genere una dinámica donde los aspectos metodológicos y tecnológicos primen sobre los contenidos sustantivos. Es decir, que los métodos se consideren la variable independiente y los problemas sociológicos la variable dependiente. El peso académico y de publicaciones que adquiría la sociología cuantitativa amenazaba la sociología ya establecida. Evalúa Coser como los datos que se necesitan para realizar análisis de senderos o regresión son más fáciles de conseguir en unas áreas de investigación que en otras, y que de hecho en muchas de ellas será muy difícil descubrir y producir indicadores útiles. De acuerdo a ello ante la presión de publicar (para obtener promoción, reconocimiento, etc.) es más atractivo investigar lo que es fácil y rápido.

No obstante, la sociología no debería de avanzar exclusivamente en las áreas donde son factibles los datos y las mediciones precisas. De hecho observaciones cualitativas pueden generar ideas que conduzcan a desarrollos teóricos que terminen en mediciones y tratamientos estadísticos más refinados.

Limitar las investigaciones que se apoyan sobre datos descriptivos porque se expresaran simplemente mediante tabulaciones restringe seriamente la potencia teórica de los sociólogos. La amenaza es el educar a los nuevos sociólogos a no preocuparse de aquellos problemas donde es difícil conseguir datos y concentrarse en aquellos donde sí lo es. La consecuencia para la sociología sería producir una especie de visión de túnel por el cual algunos problemas sociales serían estudiados exhaustivamente mientras que otros prácticamente no serían percibidos. Por otro lado, Coser advertía como la fascinación por las nuevas herramientas de investigación, como era el caso de los ordenadores, así como los nuevos procedimientos y técnicas que permiten una mayor precisión podían conducir a olvidar que las mediciones son simplemente un medio para alcanzar una mejor explicación y análisis de los fenómenos sociales.

En resumen si los conceptos y las nociones teóricas son débiles ninguna medición por precisa que sea incrementará la capacidad explicativa de la ciencia. La falacia de la precisión, según Coser consiste en creer que es factible compensar las debilidades teóricas gracias a la fortaleza metodológica. Así preocuparse con la precisión en las mediciones antes de clarificar teóricamente lo qué vale la pena medir y lo qué no, así como tener claro que lo que uno está midiendo es un camino cerrado en el progreso de cualquier análisis sociológico. En ese sentido Coser indica estar de acuerdo con el empleo de las nuevas tecnologías en la investigación social, pero que su mayor preocupación procede de los abusos de sus instrumentos.

Especialmente cuando se aplican indiscriminadamente y la elección de los problemas para investigar dependen de las técnicas y procedimientos disponibles, siguiendo la ley del instrumento formulada por Kaplan³⁴⁸ cuando afirma “Dadle a un niño un martillo y encontrará que todo lo que está a su alcance necesita ser golpeado”. El hecho que destaca Coser es que si bien en principio los nuevos métodos y tecnologías pueden ayudar a alcanzar una mayor sofisticación teórica, se les tiende a utilizar como “ayudantes mágicos”, o como “atajos” para producir teoría. Encontramos pues como el desarrollo de la sociología matemática en los Estados Unidos de América produjo excesos que fueron diagnosticados desde dentro y fuera de la sociología matemática misma. No obstante, la actividad en sociología matemática no es exclusivamente norteamericana. De hecho, muchos de los autores ya mencionados son europeos y otros muchos desarrollaron su labor en su propio país. Entre las contribuciones europeas del período destacan especialmente las efectuadas desde el ámbito de los países más influenciados por la órbita académica norteamericana, como son los países escandinavos, Gran Bretaña o Alemania. Destaca especialmente Karlsson³⁴⁹ *Social mechanisms* con el que es posiblemente uno de los mejores textos en sociología matemática de los años 50, revisando varios modelos estocásticos aplicados a procesos sociales. En Alemania, Ziegler³⁵⁰ escribe *Theorie und Modell* destacando y exponiendo el empleo de modelos matemáticos en la construcción de teoría sociológica. La

³⁴⁸A. Kaplan, *The Conduct of Inquiry* San Francisco, Chandler 1964, p. 28.

³⁴⁹G. Karlsson, *Social Mechanisms*, Stockholm, Almqvist and Wiksell, 1958.

³⁵⁰R. Ziegler, *Theorie und Modell* München, R.Oldenbur, 1972.

sociología matemática británica ha producido, así mismo, contribuciones importantes especialmente en el ámbito del modelado de procesos mediante modelos estocásticos.

Precisamente una de las aplicaciones más tempranas de las cadenas de Markov en el modelado de procesos sociales es el efectuado por Prais³⁵¹ en 1955. Algunas obras, como la de Bartholomew³⁵² sobre procesos de movilidad y difusión fueron muy influyentes en la época. Asimismo, Richardson³⁵³ produce un modelado muy interesante de la carrera de armamentos empleando un sistema de ecuaciones simultáneas. También en Francia destacan importantes contribuciones a la sociología matemática como son las efectuadas por Boudon³⁵⁴, o las aplicaciones de la teoría de grafos al análisis de las estructuras de grupos realizadas por Flament³⁵⁵ o Berge³⁵⁶. En Italia se establece la revista *Quality and Quantity* uno de los principales medios de la sociología matemática en Europa. Desde el punto de vista demografía matemática y de la movilidad social destacan los trabajos de Matras en Israel. Tal y como señala Sorensen el Este de Europa y en la Unión Soviética se desarrolla así mismo el modelado matemático de fenómenos sociales. Evidentemente esta sociología matemática se desarrolla de forma independiente a la generada en los Estados Unidos. Un indicador de dicha actividad en los años 50 y principios de los 60 aparece en el artículo de Maslov³⁵⁷.

3.3. Objeto

El objeto de la sociología matemática es la aplicación a las regularidades sociológicas de métodos matemáticos para generar modelos formales de carácter explicativo y predictivo. En ese sentido, destaca el concepto de regularidad sociológica. Quizás, la primera

³⁵¹S.J. Prais, "Measuring social mobility" *Journal of the Royal Statistical Society*. A118. (1955), pp. 56-66.

³⁵²D.J. Bartholomew, *Stochastic models for social processes*. London, Wiley and Sons, 1957.

³⁵³L.F. Richardson, *Arms and Insecurity*. Pittsburgh, Boxwood. 1960.

³⁵⁴R. Boudon, *L'analyse mathématique de faits sociaux*. Paris, Plon. 1967.

³⁵⁵C. Flament, *Applications of graph theory to group structure*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1963.

³⁵⁶C. Berge, *Theorie des graphes et ses applications*. Paris, Danod. 1967.

³⁵⁷P.P. Maslov, "Model building in sociological research" *Soviet Sociology*, 1 Summer, (1962), pp. 11-22.

observación es que la sociología matemática no se postula como el “conjunto universo” de la sociología. En ese sentido, como Von Morpurgo señala “Tampoco son plenamente convincentes las distinciones que las ciencias sociales (...) han efectuado entre la nomotética (búsqueda de leyes) y las restantes disciplinas. Más bien parece que en toda disciplina puede haber partes en las que es factible establecer regularidades y leyes, y otras partes en las que esto resulta imposible”³⁵⁸. García Ferrando advierte que “En un conocido artículo de Martindale sobre los límites en el uso de las matemáticas en la sociología³⁵⁹, se argumenta que el objeto de la sociología y la relación original del observador y del observado en sociología, limitan la aplicabilidad de las matemáticas. Según Boudon, el argumento de Martindale es recusable, porque la sociología no tiene *un* objeto, sino *varios* objetos, de naturaleza lógica muy diversa, que requieren tipos de análisis y de relaciones observador-observado muy diferentes³⁶⁰. Así, no es lo mismo el análisis de encuestas, que *sí* requieren del uso de las matemáticas, que el estudio de una comunidad, basado en un análisis cualitativo”³⁶¹. Una segunda observación esta referida al concepto de “ley”. Consideramos una equivalencia importante entre “ley” y regularidad. Como destaca E. Lamo “Diré de entrada que, a los efectos presente, entiendo por ‘ley’, una conexión fáctica entre uno o varios fenómenos, dotado de regularidad y persistencia. Es decir, diremos que hay una ley allí donde el fenómeno (o los fenómenos) F son acompañados (instantánea o sucesivamente) por otro u otros fenómenos con probabilidad P, que por supuesto puede ser igual a 1”. Con lo que “Por ley entendemos pues, y de momento, una *mera regularidad*, sin establecer mayores precisiones”³⁶².

Es importante, no obstante, diferenciar entre diferentes fuentes de regularidad social, señalando, como hace E. Lamo, los matices internos de la regularidad que puede ser objeto de la actividad

³⁵⁸P. von Morpurgo, “Medio siglo de publicación de la Revista Internacional de Ciencias Sociales”, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, septiembre. nº 157, (1998).

³⁵⁹D. Martindale, “Limits to the use of mathematics in the Study of Sociology”, en J. Charles Worth (ed.) *Mathematics and the Social Science*, Philadelphia, American Academy of Political and Social Science, 1963.

³⁶⁰R. Boudon, *op. cit.*, p. 655.

³⁶¹M. García Ferrando, *La sociología matemática hoy... op. cit.*, pp. 77-90.

³⁶²E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, *op. cit.*, p. 87.

sociológica. Por ello, continúa recordando como “Ahora bien, es sabido que sobre el concepto científico-newtoniano de ley se superpuso otro más antiguo: el que establece una conexión de tipo *normativo* entre fenómeno antecedente o fenómeno consecuente, especialmente en la obra de Talcott Parsons, ha tratado de encontrar en dicha normatividad la causa de las regularidades sociales. Ello supondría reducir el concepto de la ley social al de norma. Creo, pues, conveniente, antes de nada, rechazar esta posibilidad teórica para devolverle al concepto de ley su autonomía científica en sociología”³⁶³. El problema radica en que el sistema normativo puede hacer *comprendibles* las regularidades del comportamiento individual, pero no *explicar* tales comportamientos ni tampoco las *regularidades* del agregado y ambos fenómenos son sustancialmente diferentes. Así, Von Hayek ha propuesto distinguir tajantemente entre “el sistema de reglas de conducta que gobierna el comportamiento de los miembros individuales del grupo [...] por un lado, y por otro, el orden o pauta de acciones que resulta de aquel para el grupo como totalidad”³⁶⁴. De este modo, la norma interpretada individualmente no responde de los comportamientos agregados. Es decir, la regularidad normativa (o ética) permite *comprender* acontecimientos *singulares*, i.e., *acciones*, pero no *explicar* regularidades típicas del agregado³⁶⁵, pues éstas no dependen sólo de las acciones. Del análisis, concluye E. Lamo³⁶⁶, se debe distinguir radicalmente el orden normativo del social, y ello por varias razones. Primero, porque para que la norma efectivamente cause regularidades en la conducta social, esto es, que genere orden social es preciso que exista único *sistema normativo*, que haya *consenso cognitivo*, de forma que los actores *interpreten* las normas del mismo modo. Estos tres principios son de dudosos cumplimiento, dado que la noción de que existe un único sistema normativo es muy restrictiva, además las situaciones no son nunca definidas individualmente por cada actor sino negociadas entre los diferentes participantes, y por último, suponiendo que hay consenso

³⁶³Ibid., p. 87.

³⁶⁴Von Hayek, “Notes on the Evolution of the Systems of Rules of Conduct”, *Studies in Philosophy, Politics and Economics*, Citado en E. Lamo de Espinosa, *op. cit.*, p. 8.

³⁶⁵K. Popper, *Rationality and the Status of the Rationality Principle* (1967), citado por J.C. Zapatero en “K. Popper y la metodología de las ciencias sociales”, en *Cuadernos Económicos de ICE*, 3-4 (1977), p. 103.

³⁶⁶E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, *op. cit.*, pp. 88-91.

cognitivo, las normas son interpretadas por los actores de modos diferentes.

La segunda razón porque no toda regularidad resulta del “seguir una regla”. Así pues, si tanto la conducta normativa como la desviada son regulares y previsibles tendremos que concluir que la base de dicho orden reside fuera del sistema normativo y que, por el contrario, lo incluye a él. Tercero, porque las regularidades normativas pueden, a su vez, ser explicadas en sí mismas. Y por último, dado que las normas nos permiten explicar las regularidades de la conducta individual, pero no permiten ni explicar ni comprender las regularidades del agregado y ambos tipos de fenómenos son, esencialmente, diferentes. Con ello se puede concluir que analíticamente es separable el tema de la acción del orden social, o dicho de otro modo, la norma social de la ley social. Las normas se predicen de conductas concretas y pueden ser violadas por actores aislados; la ley social, por el contrario, se predica del agregado y precisamente por ello no puede ser violada por actores aislados, aunque sí puede ser alterada (que no violada) por la colectividad al menos de dos modos: alterando las acciones individuales y/o alterando su “suma”. No cabe en todo caso señalar una situación determinística, en la medida que existen posibilidades de cambio en los dos niveles individual y agregado. Es importante la distinción entre la acción normativa (basada en el debe hacer/debe ser) y la de tipo probabilístico que se postula para la regularidad no normativa. Las regularidades sociales, en términos probabilísticos es lo que se denominaría “ley sociológica”. Como advierte E. Lamo, “(la sociología) Necesita que haya hechos sociales; pero si además quiere ser ciencia *nomotética* necesita que haya leyes sociales”³⁶⁷. No debe en todo caso, confundirse la noción de ley con la de teoría. El rasgo diferencial entre leyes y teorías se encuentra en que las leyes hacen referencia a las características “empíricas” de los fenómenos, o sea, a aspectos observables y no a “conceptos teóricos” o abstractos. Tal y como señala M. Navarro, la aproximación desde el constructivismo afirma la naturaleza no determinista en la constitución de cualquier regularidad social al mismo tiempo que destaca el papel contingente e histórico de las construcciones sociales. “El construcción social que inicia la sociología weberiana parte, pues,

³⁶⁷Ibid., p. 95.

de acciones sociales individuales entrelazadas, más o menos permanentes o transitorias. Cualquier relación social puede quebrarse en todo momento y por ello, sólo podemos afirmar la regularidad en términos de probabilidad de conducta y no de normas: “la relación social *consiste* sólo y exclusivamente –aunque se trate de formaciones sociales como “Estado, “iglesia”, “corporación”, “matrimonio”, etc.- en la probabilidad de que una forma determinada de conducta social, de carácter recíproco por su sentido, haya existido, existe o pueda existir”³⁶⁸.

Las regularidades que estamos considerando serían en todo caso, agregadas y probabilísticas. Wilfredo Pareto, ilustre antecedente de la sociología matemática destacaba los problemas en la detección de regularidades: Las distorsiones que se aprecian en las diferentes regularidades son producto de los errores y limitaciones propias del ser humano. En ese sentido, afirmaba que

- 1) “Hablando propiamente no puede haber excepciones a las leyes económicas y sociológicas, en la misma forma que las otras leyes científicas. Una uniformidad no uniforme no tiene sentido. Pero las leyes científicas no tiene una existencia objetiva. La imperfección de nuestro espíritu no nos permite considerar los fenómenos en su conjunto y estamos obligados a estudiarlos separadamente. En consecuencia, en lugar de uniformidades generales que están y que quedarán siempre ignoradas, estamos obligados a considerar un número infinito de uniformidades parciales, que crecen, se superponen y se oponen de mil maneras. Cuando consideramos una de esas uniformidades, y que sus efectos son modificados u ocultos por los efectos de otras uniformidades, que no tenemos la intención de considerar, decimos de ordinario, pero la expresión es impropia, que la uniformidad o la ley considerada sufre de excepciones. Si es admitida esta forma de hablar, las leyes físicas, y aun las matemáticas, comportan excepciones, lo mismo que las leyes económicas(...).
- 2) Una ley o una uniformidad no es verdadera sino bajo ciertas condiciones, que nos sirven precisamente para indicar cuáles son los

³⁶⁸Max Weber, *Economía y sociedad*, México, Fondo de Cultura Económica, 1969, p.22, citado por M. Navarro, "Apuntes para una teoría de la cultura económica", en VV. AA. *Escritos de Teoría Sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, 1992, p.792

fenómenos que queremos destacar del conjunto. Por ejemplo, las leyes químicas que dependen de la afinidad son diferentes, según que la temperatura se mantenga en ciertos límites, o los sobrepase. Hasta una cierta temperatura los cuerpos no se combinan; más allá de esa temperatura se combinan, pero si aumenta todavía más allá de cierto límite se disocian.

- 3) Esas condiciones son unas implícitas y otras explícitas. No se debe hacer entrar entre las primeras más que las que son entendidas fácilmente por todos y sin el menor equívoco; si no eso sería un jeroglífico y no un teorema científico. No hay proposición que no se pueda certificar como verdadera bajo ciertas condiciones a determinar. Las condiciones de un fenómeno son parte integrante de ese fenómeno, y no pueden ser separadas.
- 4) No conocemos, ni podremos jamás conocer, un fenómeno concreto en todos sus detalles; siempre hay un residuo(...).
- 5) Puesto que no conocemos enteramente ningún fenómeno concreto, nuestras teorías de esos fenómenos no son más que aproximadas(...)"³⁶⁹.

Destaca en la noción de Pareto que el fenómeno es indisociable de sus condiciones de realización pero también que un mismo proceso puede generar regularidades distintas, incluso contradictorias. En ese sentido, M. Navarro destaca como la progresión de los esquemas de decisión instrumental adquieren una mayor complejidad conforme se difunden como culturalmente adecuados para la toma de decisiones. "El hecho sociológico básico que hay que resaltar y que guía toda la concatenación de fenómenos que se han expuesto hasta este momento, es la aparición en nuestras sociedades de conductas económicas definidas, que han tenido, a su vez, influencia en la aparición de un complejo de conductas no económicas, todas ellas con un carácter masivo y que se hacen más centrales, en la vida de los hombres, que tienen un carácter abstracto y complejo, que requieren un mayor número de conocimientos y que ofrecen una previsible perspectiva de aumentar el número de complejidad y de generalizarse socialmente"³⁷⁰.

³⁶⁹W. Pareto, *Manual de economía política*, Genève, Librairie Droz, 1964

³⁷⁰M. Navarro, "Apuntes para una teoría de la cultura económica", en VV. AA. *Escritos de Teoría Sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, 1992, p. 786.

Para M. Navarro, la difusión de un esquema de actuación como es el desarrollado dentro de la cultura económica adquiere una generalización y complejidad cada vez mayor, lo que puede conducir a fenómenos sociales contradictorios. “La vida social es tan compleja que las mismas fuerzas que llevan la Mercado y a la democracia desarrollan otras, en alguna medida contrarias, como la burocracia. El desarrollo del mercado y la competencia, genera, monopolio y burocracia, regulaciones, controles y salvaguardias. La aparición y la evolución del capitalismo han propiciado estos fenómenos. Pueden no ser necesarios, pero se han manifestado de ese modo”³⁷¹. Esta complejidad por la que una dinámica social puede asociar y provocar de algún modo el desarrollo de otras contrarias es lo que contribuye a hacer borrosas determinadas regularidades sociales.

La noción misma de “regularidad” puede aparecer denominada como “ley social” en un sentido “blando”. Otros autores como J. Elster prefieren matizar sustituyendo la palabra “ley” por “mecanismo” “(...) debilidad de la teoría más famosa de la explicación científica, la propuesta por Carl Hempel. El sostiene que la explicación equivale a la deducción lógica del acontecimiento a explicar, con leyes generales y declaraciones de las condiciones iniciales como las premisas. Una objeción es que las leyes generales pueden expresar correlación pero no causa. Otra es que las leyes, aunque sean genuinamente causales pueden ser anticipadas por otros mecanismos. Es por eso que aquí he puesto el acento en los mecanismos y no en las leyes. Esto no es un profundo desacuerdo filosófico. Un mecanismo causal tiene un número finito de eslabones. Cada eslabón se debe describir mediante una ley general y en ese sentido por una ‘caja negra’ acerca de cuyos engranajes internos permanecemos en la ignorancia. Pero para los fines prácticos- los fines del científico social en acción - es importante el lugar del acento dinámico de la explicación científica: el impulso a producir explicaciones cada vez más finas”³⁷². Esta matización se corresponde en un sentido global con los planteamientos de Pareto y responde a la dinámica entre generalización y detalle en la explicación para alcanzar una mejor determinación de las regularidades.

³⁷¹Ibid. p.793

³⁷²J. Elster, *Tueras y tornillos* Barcelona, Gedisa. 1996 p. 16

Otro aspecto interesante procede desde el ámbito de la generalización y lo local. En este contexto reaparece el debate sobre la utilidad local de las generalizaciones. Nuevamente la dicotomía entre sociología como ciencia o tecnología. P. von Morpurgo, reflexiona como³⁷³ “El carácter de las ciencias sociales está íntimamente vinculado a su reivindicación de universalidad. Si se puede determinar la regularidad de algunos fenómenos, y por consiguiente establecer leyes que tengan un alcance casi universal, esa reivindicación se puede aceptar. No obstante, con una vasta aplicación de este principio se corre el riesgo de ignorar la diversidad local. En efecto, en estos últimos cincuenta años, las ciencias sociales y sus repercusiones han cobrado mayor fuerza gracias a la mejora de sus métodos e instrumentos de investigación aplicables a escala reducida. Es evidente que, en materia de elaboración de políticas, los resultados y recomendaciones adecuadamente detallados y relacionados con un entorno específico son más pertinentes que las vastas generalizaciones”. No parece, sin embargo, que ambas tareas sean excluyentes, sino más bien complementarias.

3.4. Método

La característica distintiva en la sociología matemática es la aplicación a los fenómenos sociales de métodos formales para la construcción y utilización de modelos. Así, T. Fararo en la introducción de su manual afirma como³⁷⁴ “este libro pretende ser una contribución a acelerar la formalización de las teorías así como a restituir la capacidad explicativa de la teoría mediante el empleo de modelos”. Los dos conceptos clave son formalización y representación mediante modelos. La actividad de la sociología matemática no se dirige a una labor de formalización per se de la teoría sociológica, sino que contribuye a ello mediante el desarrollo de modelos formalizados, generalmente de carácter matemático. La observación es importante, dado que la función del análisis lógico se circunscribe a la elaboración de los modelos. Es evidente que el empleo y desarrollo de modelos dentro de una teoría ayuda a su formalización y potencia la consistencia interna. Esta tarea constituye una aproximación metodológica bastante definida a la

³⁷³P. von Morpurgo, *op. cit.*,

³⁷⁴T. Fararo, *Mathematical Sociology: an introduction to fundamentals*. New York, Wiley, 1973. p.15

realidad social. Las características del método científico es, según Hanson, la búsqueda de un modelo en el que insertar los datos: “En una disciplina de búsqueda en crecimiento, la investigación se dirige, no a reordenar viejos hechos y explicaciones en modelos formales más elegantes, sino más bien al descubrimiento de nuevos esquemas de explicación”³⁷⁵. A este respecto, la misma opinión sostiene Allais “Cuando se analizan los fenómenos sociales sobre todo los económicos, se revela la existencia de regularidades tan sorprendentes como las que encontramos en las ciencias físicas (...). Toda ciencia se basa en modelos, ya sean descriptivos o explicativos o estén destinados a hacer pronóstico o a tomar decisiones”³⁷⁶. En ese sentido, la noción de representación es uno de los núcleos importantes en la actividad de la sociología matemática.

3.4.1. Modelos y representación

La representación (como matriz de modelos) juega un papel muy importante en la actividad científica. Como afirma Toulmin, las ciencias teóricas se caracterizan por la búsqueda de formas nuevas y sistemáticas de representar los fenómenos³⁷⁷. La representación debe ser adecuada, debido a que una vez que una representación ha sido aceptada, determinadas preguntas tienen significado y otras no. Por ejemplo, preguntar por la longitud del lado de una órbita no tiene sentido, pero preguntar por la distancia focal si tiene sentido. Por ello, los modos de representación implican modos de plantear preguntas sobre el fenómeno en estudio. Y a la inversa, en el proceso de buscar la mejor representación, los modos como se formulen las preguntas tiene mucha importancia, dado que conduce a unas representaciones u a otras. Así, cuando un sociólogo se pregunta por la posibilidad de que el hijo de alguien de clase media descienda de clase está implicando un modelo probabilístico de movilidad social. El método genérico de representación que provee de un conjunto de conceptos analíticos y técnicas para emplear en el proceso de explicación formal lo denomina Fararo “Marco de referencia”. De este modo, las fases de construcción

³⁷⁵Citado en T.A. Sebeok “One, Two, Three...Uberty” en U. Eco y T.A. Sebeok (eds.) *El signo de los tres*. Dupin, Holmes, Peirce. Barcelona, Lumen. 1989. p.74

³⁷⁶M. Allais, “La pasión por la investigación” en M. Szenberg (ed) *Grandes economistas de Hoy*, Madrid, Debate, 1994

³⁷⁷S. Toulmin, *The philosophy of science*. New York, Harper, 1960

de modelos puede integrarse en un esquema más amplio que involucra también a este “marco de referencia”. El estado del “marco de referencia” determina, en conjunción con los fenómenos del mundo real, los problemas científicos que se van a tratar. El problema conduce a la construcción de modelos. Es evidente que los modelos dependen del estado en que se encuentren los conceptos y procedimientos en dicho “marco de referencia”. Especialmente en la fase de especificación y análisis. Dado que lo que pueda estar en el modelo y como pueda estar viene en parte dado por el marco de referencia de partida. Hay por lo tanto dos fases, una primera que implica tareas teóricas y otra segunda que se desarrolla como tarea empírica.

En ese sentido, la construcción de modelos se sitúa en la fase de intersección entre la actividad teórica y la empírica en la producción de explicaciones sociales. Tal y como señala Jiménez Blanco en general, se acepta que la investigación debe estar orientada por una teoría, y que la teoría debe formularse en términos verificables³⁷⁸. Allais destaca como “La abstracción desempeña un papel esencial en la elaboración de teorías y de sus modelos. En realidad, el papel de la ciencia consiste en simplificar y elegir: en reducir los hechos a datos significativos y en buscar sus dependencias fundamentales. Una masa de hechos no constituye una ciencia. Sin embargo, si bien la abstracción es necesaria, el modo de obtenerla no resulta indiferente. Podemos simplificar la realidad sin peligro y con provecho, si no cabe la posibilidad de cambiar la naturaleza real de los fenómenos; pero bajo ninguna circunstancia deberá cambiar la esencia de la realidad nuestro empeño de simplificar (...). Toda ciencia supone un compromiso entre el empeño por simplificar y el empeño por la semejanza (...). En ciencia la idea de verdad es relativa (...). Sin duda, hoy en día ya no hace falta justificar la necesidad y la utilidad de elaborar con rigor unos modelos basados en axiomas perfectamente especificados. Sin embargo , hemos de tener cuidado para no creer que basta con basar una teoría en una axiomatización rigurosa para que tenga validez”³⁷⁹. Una descripción no es una imagen completa de la realidad porque no incluye todos los datos o hechos contingentes. Es una representación ‘esquemática’ construida

³⁷⁸J. Jiménez Blanco, “Bases para una metodología sociológica”, en *Sociología española de los años 70*, Madrid, Confederación Española de Cajas de Ahorro, 1971 p.761

³⁷⁹M. Allais, *op. cit.*

simbólica y metafóricamente a partir de conceptos generales y sus relaciones teóricas. Para designar un conjunto de conocimiento científico se acostumbra a utilizar lo que se denomina la “metáfora del mapa”. Como la expone J. Ziman “La estructura de alguna región aparece representada por las posiciones relativas a varios símbolos convencionales, cada uno de los cuales corresponde a alguna categoría o aspecto seleccionado del mundo cotidiano. La información que puede dar no es, por decirlo así, concreta y comprensible de inmediato: hay que manipularla mentalmente e interpretarla antes de que pueda producirse hechos concretos”³⁸⁰.

En esa línea de razonamiento y en respuesta a las críticas de simplificación, E. Lamo plantea como “Del mismo modo, todo modelo simplifica, objetualiza, codifica si se quiere. Pero aquí también no se trata de decirlo todo, sino sólo lo que resulta ‘relevante’. Lo grave, lo que crea confusión, no es la palabra, sino creer que la palabra agota la realidad; ni es tampoco el modelo, sino creer que el modelo cubre todo el campo. El mapa no es el territorio, pero, ¿es eso culpa del mapa? Otra cosa es que no nos gusten los mapas de que disponemos; que no nos guíen ya, pues no señalan aquello que andamos buscando, que nos pierdan en lugar de ayudarnos a encontrar el camino. Pero entonces habrá que hacer otros, no culparles porque nos equivocamos al hacerlos o, simplemente, se han quedado viejos. En definitiva, ¿es posible pensar sin conceptos y sin modelos? ¿Quién puede pretender superar el medio que utiliza para comunicarse? El discurso científico tiene sus costes (reduccionismo; pérdida de la ambivalencia) pero precisamente en ello (en su lado malo) radica también su virtud: mayor claridad y transparencia, repetitividad, no elitismo. Caracteres que faltan en el discurso artístico o poético y que, frecuentemente, faltan también en el filosófico. En definitiva se trata, también aquí, de saber a qué audiencia se dirige uno: a la mayoría o a los iniciados. Y con qué intención se escribe: para convencer o para estimular. Sin olvidar que así como todo discurso científico tiene su pathos reprimido, todo discurso artístico tiene su sistema oculto y latente detrás de la manifiesta espontaneidad creadora y por ello, frente a la irracionalidad oculta tras mucho

³⁸⁰J. Ziman, *Introducción al estudio de las Ciencias*. Barcelona, Ariel, 1986, p. 66.

sistemáticamente, no puede argüirse desde el sistema oculto tras mucha crítica de la razón”³⁸¹.

De este modo, una de las tareas de la sociología matemática es para Fararo la búsqueda de la mejor representación en términos matemáticos y en estrecha interacción con el marco conceptual que ofrece la teoría. La necesidad de formalización implica un desafío de inventiva a desarrollar dentro del “marco de referencia teórico”. Esta fase de búsqueda de la representación adecuada de un fenómeno social desde dentro de la teoría sociológica tiene como referencia la posterior formalización. De este modo, dado el énfasis conceptual, típico del “marco de referencia teórico”, la competencia lógico matemática que se requiere en esta tarea de búsqueda de representación no se basa en el cálculo, ya sea abstracto o concreto, sino en el empleo de una formalización conceptual: en el empleo formalizado de caracteres relationales y cualitativos más que de formalismos numéricos (álgebra y cálculo). En ese sentido, Fararo atribuye dos “papeles” (que no dos tipos) a ejercer por la ciencia teórica: uno matemático en el que el papel de especialización se construye en torno a las formas de representar el fenómeno, incluyendo la actividad en “marco de referencia”, y otro estrictamente teórico por la que su actividad se especializa en torno a la explicación del fenómeno. La búsqueda de la representación no deja de ser la búsqueda de la metáfora, que implica comparaciones cualitativas. Desde ese punto de vista, el modelo es aplicación formalizada de una representación metafórica vinculada a una teoría.

3.4.2. Modelos y formalización

Las representaciones se formalizan en modelos. En cuanto a la sociología matemática su objetivo es, de forma semejante al de otras ciencias, contribuir a la explicación de los fenómenos sociales mediante modelos formalizados. Esto implica el empleo de las matemáticas a diferentes niveles de complejidad teórica y operacional. Podemos plantear varios niveles de uso de las matemáticas según la fase que se esté desarrollando dentro de un área de modelado concreto. El empleo de las matemáticas en el desarrollo de modelos parte de un primer nivel de uso puramente descriptivo de datos. Descripción que permite buscar

³⁸¹E. Lamo, *La sociedad reflexiva*, op.cit. p. 80

representaciones gráficas que suponen un principio en las matemáticas y un requisito indispensable en los estudios empíricos. Es además aconsejable puesto que pensamos mejor con el apoyo de imágenes (dibujo o esquema) que con el de palabras, números, símbolos y fórmulas solamente. No obstante, hay que intentar esquematizar sólo los datos relevantes, suprimiendo los superfluos, que pueden conducir a confusión. De esta forma, se resaltan relaciones importantes que clarifican la naturaleza de los datos y la modelización posterior de los mismos. En este primer paso, la experiencia es insustituible. Un nivel intermedio en el que se utilizan principios e ideas matemáticas ya conocidas para explicar algo “novedoso”, en realidad, sobre algún aspecto concreto de modelado. Un mismo modelo matemático puede dar lugar a multitud de nuevas investigaciones en sociología sin más que intentar reflejar lo que ella nos dice de determinados datos que, a su vez, pueden motivar “pequeñas” o “grandes” modificaciones en la teoría aplicada. A este nivel podría pensarse que la sociología matemática se encuentra actualmente en la fase de experimentación para “entender sus datos”. En el estudio de datos a través de diferentes perspectivas sin conformarse en una solución o modelización posible a través de una técnica concreta es, en definitiva, enriquecedora porque permite a la vez conocer mejor los datos y las técnicas aplicadas así como su alcance. Un nivel más avanzado lo constituye las investigaciones teóricas, que nada tienen que envidiar a las matemáticas por su formalismo, rigor y simbología. En estos momentos, quizá más que nunca y reflejo de situaciones pasadas, es interesante observar como muchas investigaciones se desarrollan paralelamente en matemáticas y sociología otras ciencias sociales, motivadas por las necesidades de una y otra. Es el caso de la programación matemática, la teoría de juegos, la sistémica, la estadística teórica, la lógica difusa, etc. Todo esto pone de manifiesto que posiblemente se requiera una matemática más flexible que la de Newton o Leibniz para resolver los actuales problemas de la investigación sociológica. Todo esto complementado con los continuos avances tecnológicos y el uso de ordenadores cada vez más potentes. La presencia de parámetros (a caballo entre la matemática cuantitativa y cualitativa) es una base muy importante en las ciencias sociales que contribuye a la flexibilidad de hipótesis y que permite obtener conclusiones diversas según su comportamiento. Está claro que la sociología matemática avanza actualmente en todos los frentes,

adoptando un enfoque más o menos sofisticado dependiendo del área de actividad.

Los modelos se pueden definir como construcciones teóricas hipotéticas, susceptibles de matematización, con las que se pretende representar un sector de la realidad, a efectos de estudio de ésta y de verificación de la teoría. Cabe destacar que los modelos en su origen no son conjunto de ecuaciones sobre la realidad, sino conjuntos de enunciados teóricos sobre relaciones y variables que caracterizan a un sector de la realidad. Esencialmente son construcciones hipotéticas que serán empleadas para deducir consecuencias en un sentido heurístico o para ser testadas. El modelo es una estructura o representación conceptual a mitad de camino entre la explicación teórica y la descripción ofrecida por el dato empírico. Sin embargo, el término modelo tiene diversos significados y sirve a diferentes propósitos. Esta idea simple se ha matizado y discutido dentro de reflexiones teóricas y epistemológicas más amplias sobre paradigmas, meta-teorías, teorías y los propios modelos. Por último, cabe hacer una reflexión sobre las relaciones entre teoría y modelo, por un lado, y la noción de paradigma por otro. Desde una perspectiva paradigmática en el sentido de Kuhn, modelos y teorías puede establecerse y elaborarse dentro de distintos paradigmas. Desde otro punto de vista distinto al de paradigma, también parece posible caracterizar los modelos y teorías según el contenido u objeto de estudio. Así los diversos modelos, y teorías, tratarían con partes distintas del modelo general o con los mismos elementos a diferente nivel de generalidad; en este caso podríamos identificar diversos modelos que estudian el mismo objeto desde un ángulo distinto. Esta perspectiva haría posible la integración de modelos elaborados dentro de distintos paradigmas.

Los modelos, en tanto que reexpresión de las formulaciones verbales pueden ser de muchos tipos diferentes. Así, se pueden considerar de tipos diferentes según el grado de formalización. Por ejemplo es frecuente encontrar clasificaciones del tipo siguiente: modelos literarios (novela); modelos plásticos (esculturas y maquetas); modelos geométricos (mapas); modelos matemáticos (ecuaciones). La representación mediante modelos se hace con una finalidad y de acuerdo con unos instrumentos o medios disponibles. Por tanto, un

mismo fenómeno social puede ser representado por una gran variedad de modelos. Si se acierta con la elección del tipo, el modelo construido será útil. En caso contrario, resultará inservible. Una de las claves para construir un modelo útil radica en seleccionar los elementos más importantes, y establecer correctamente las relaciones fundamentales entre ellos. En ese sentido, puede decirse que el mejor modelo es el más eficaz. Por otro lado, el grado de precisión de los modelos aumenta desde los modelos lingüísticos a los modelos matemáticos. Sin embargo, no deben confundirse precisión y exactitud. Con la palabra precisión hacemos referencia a la expresión de manera muy detallada y rigurosa de algo. Con la palabra exactitud nos referimos a la coincidencia de algo con lo que sirve de referencia o patrón. Con ello, debe recordarse que en el desarrollo de un modelo no hay que confundir precisión y exactitud. Tampoco hay que concluir que un modelo sea mejor que otro porque esté más detallado. El criterio de validación de un modelo es que sea útil para los fines con que fue construido. Aunque los modelos no sean originariamente un conjunto de ecuaciones, en ellos se puede tratar de expresar las relaciones entre las variables que comprende mediante series de ecuaciones, que es lo que transforma el modelo teórico en matemático. Los modelos, y ésta en su nota más distintiva, deben constituir, en primer lugar, como el nombre de modelo significa, representaciones típicas, o si se quiere, ejemplos o imágenes de la realidad. Evidentemente, estas representaciones no constituyen, sobre todo en las ciencias sociales, imágenes fieles, sino simplificadas. Tal y como se reflejaba en la noción de mapa, como “representación” de modelo, Es imposible representar conceptualmente la realidad de una manera perfecta, por lo que los modelos se limitan a dar una imagen sintética de ella, teniendo en cuenta no todas las variables que influyen en los fenómenos sociales sino sólo las más importantes. Los modelos pueden ser aplicados en una doble finalidad en tanto que instrumentos de investigación. Efectuando una función instrumental en el testado o en los desarrollos especulativos de la teoría. Son instrumentos de investigación y estudio de la realidad, en cuando se puede tratar de comprobar, obteniendo los datos pertinentes sobre las variables que los forman, el grado de exactitud con que se ajustan o representan a la realidad. Tal y como señala Stone³⁸² construir un modelo económico o

³⁸²R. Stone, *Aspect of Economic and Social Modelling*, París, Droz, 1982.

social es una actividad compleja que implica muchos ingredientes. Si uno quiere modelizar el mundo real debemos disponer, ante todo de datos. En segundo lugar, tenemos que tener teorías, esto es, hipótesis acerca de en qué sentido se relacionan unas variables con otras. Como tercer componente, debemos tener métodos de estimación. En cuarta posición habrá de disponerse de métodos de solución para resolver el conjunto de ecuaciones que constituyen el modelo y, finalmente, de métodos de control que aseguren que nuestra solución satisface ciertas condiciones o restricciones. Por otra parte, destaca el carácter heurístico de los modelos dado que sirven para inferir problemas y derivar consecuencia de los mismos que constituyen hipótesis a contrastar después empíricamente. Por ello también pueden constituir instrumentos de estudio teórico, en cuanto, tomándolos como punto de partida, se puede desarrollar deductivamente a partir de sus principios y postulados toda una teoría sobre la realidad a la que se refieren. En esta línea se desarrollan los modelos que emplean simulaciones, donde destaca el carácter especulativo en la exploración de consecuencias no previstas inicialmente.

De acuerdo a Leik y Meeker³⁸³ en el desarrollo completo de un modelo matemático se pueden distinguir las operaciones: formulación teórica del modelo, representación gráfica, especificación de las ecuaciones matemáticas que se cree corresponden a las relaciones entre las variables en el modelo teórico, estimación de los parámetros de sus ecuaciones, verificación, prueba, o test del modelo y por último evaluación del modelo. La formulación teórica aparece ligada estrechamente a la representación gráfica. Ambas son representaciones, ya verbales, ya visuales de un fenómeno o sector de la realidad, partiendo de la especificación de las variables y relaciones principales entre ellas que se cree configuran dicho fenómeno o sector de la realidad. En tercer lugar debe especificarse el modelo en términos matemáticos. Esto implica no solamente la formulación de las variables sino también la relación funcional entre ellas y la medición. Una vez especificado el modelo, debe estimarse el ajuste a unos datos empíricos. En el caso de un buen ajuste, finalmente se debe evaluar el modelo en términos de su consistencia y adecuación matemática así como empírica

³⁸³R.K. Leik y B.F. Meeker, *Mathematical Sociology*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall. 1975, pp. 10-33

y teórica. Esta última se evalúa sobre la base de si afirma algo nuevo, si explica mejor el fenómeno que los modelos anteriores, si proporciona la forma de incorporar teorías previas alternativas y si aporta soluciones teóricas de interés para los sociólogos. No olvidemos que los modelos poseen una potencialidad importante en el desarrollo teórico. Para Snow los modelos³⁸⁴ poseen una doble utilidad, en la elaboración teórico-conceptual y para la investigación. Diferenciando entre meta-teoría, teoría y modelo, Snow se refiere a los modelos como “metáforas científicas”, o sistemas formales que representan de forma organizada un conjunto de datos”, que están en estrecha relación con las teorías y meta-teorías. Lo que se necesita entonces es establecer modelos generales dentro de los cuales se puedan situar modelos más específicos, -a modo de subsistemas-, acerca de elementos concretos. De esta forma será posible integrar unos modelos en otros, para a modo de “zoom” estudiar las variables del modelo desde distintos grados de generalidad. Ello puede además servir para examinar la adecuación de los modelos, en cuanto que al integrar unos modelos en otros debe de producirse una congruencia entre los resultados, a lo más una modificación de algunas de las relaciones observadas.

Esta última característica explicaría la diversidad de modelos existentes sobre aspectos parciales, resaltando la necesidad de integrar o hacer congruentes los resultados. Si el resultado de la integración de modelos parciales de distinto grado de generalidad es coherente y no contradictorio, estaríamos sentando las bases para la elaboración de una teoría ó meta-teoría del objeto de estudio de los diferentes modelos. En este sentido, las meta-teorías intentan establecer unos criterios para comparar teorías (o modelos) diferentes, dejar de lado las menos válidas, e integrar aquellos modelos o mini-teorías en modelos comprensivos que ayuden a aumentar el conocimiento.

Berger, Cohen, Snell y Zelditch³⁸⁵ desarrollaron un trabajo importante sobre la lógica de la construcción de modelos. El aspecto más importante a destacar de su planteamiento es la acentuación de la

³⁸⁴R.E. Snow “Theory construction for research on teaching”, en R.M. Travers (ed.) *Second handbook for research on teaching*, Chicago, Rand McNally, 1973

³⁸⁵J. Berger, B.P. Cohen, J.L. Snell y M. Zelditch, *Types of Formalization in Small-Group Research*. Boston, Houghton-Mifflin. 1962

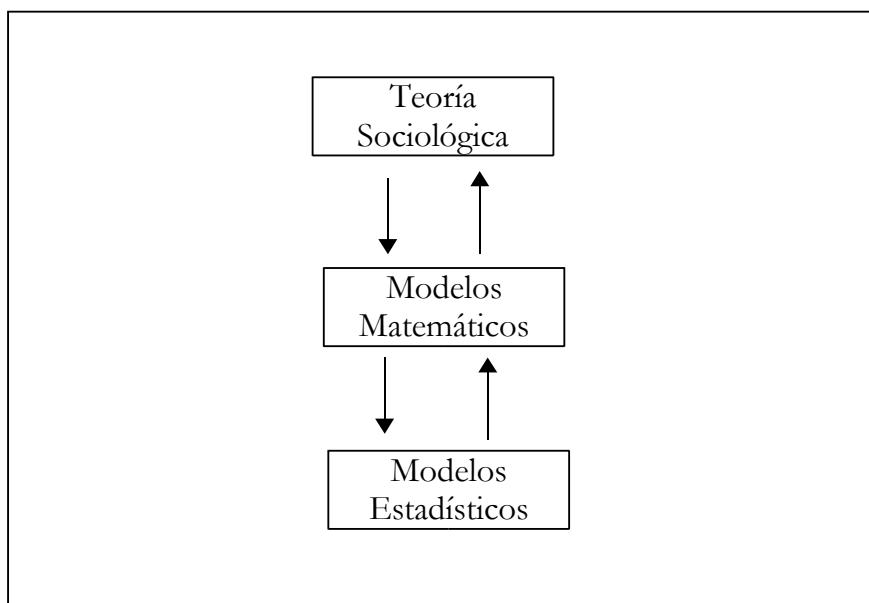
función que ejerce el modelo en el proceso de formalización. De este modo, todo formalismo serviría para cubrir cualquier combinación de tres funciones distintas: explicación de un concepto teórico, representar algún proceso recurrente en particular, y explicación de un conjunto de regularidades empíricas como una derivación común dentro de un esquema concreto. Así, por ejemplo, conceptualizan el papel metodológico de la Teoría de Grafos, bajo la rúbrica de modelos explicativos, elaborados con la intención de formalizar algún concepto fundamental en sociología.

Como señala Fararo la formalización³⁸⁶ matemática de los modelos requiere que se incorporen presunciones teóricas. El trabajo científico se caracteriza por un simplificación de la realidad empírica. Toda simplificación implica presunciones con respecto a estados, procesos y su interrelación. Si consideramos la producción teórica, la explicitación de las presunciones es de lo más variado. Así, por ejemplo, la teoría del “homo economicus”, es muy explícita sobre sus presunciones y de hecho, esto pone de relieve las limitaciones y debilidades de la teoría. En este caso, por posible exceso de simplificación. Esta es precisamente una de las acusaciones contra los modelos matemáticos: su exceso de simplificación. Sin embargo, parece evidente que el empleo de modelos estadísticos implica por sí mismo una aceptación del principio de formulación matemática de los fenómenos sociales. De hecho, es un error pensar que el empleo de matemáticas impone más restricciones de las que son normales en la sociología cuantitativa empírica habitual. Tanto sí el científico social lo desea o no, debe efectuar presunciones. La sociología matemática plantea que estas deben hacerse explícitas y que precisamente el empleo de las matemáticas es un buen medio para conseguirlo. Por otra parte, la formalización mediante las matemáticas de los modelos son útiles en la evaluación de teoría sociológicas.

Tal y como señalan Bäckman y Edling, una cuestión importante es el papel que cumple las matemáticas en el testado de teorías

³⁸⁶T. J. Fararo “Neoclassical Theorizing and Formalization” en T.J. Fararo *Mathematical Ideas and Sociological Theory*, Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology. London: Gordon and Breach. 1984. p.149.

sociológicas, y al que con frecuencia no se le presta la atención adecuada³⁸⁷. Es bastante habitual en la sociología cuantitativa actual el realizar testados directamente mediante modelos estadísticos sin considerar previamente si las propiedades del modelo estadístico se corresponden con las propiedades del modelo que el investigador desea testar. Con demasiada frecuencia se emplea el modelo estadístico por defecto, como es el caso del ajuste por mínimos cuadrados ordinarios, para testar teorías sociológicas de lo más diverso. Una de las consecuencias de esta indiscriminación es que probablemente ambos (modelos estadísticos y modelo sociológico) no están desarrollando sus verdaderas posibilidades. Pero también está sugiriendo que existe un vacío entre los modelos estadísticos y los modelos sociológicos, entre la teoría y su aplicación estadística. Varios autores, como Bäckman y Edling³⁸⁸, Leik y Meeker³⁸⁹, consideran que las matemáticas juegan un papel de puente entre la teoría y las aplicaciones estadísticas. Tal y como expresan Leik y Meeker:



³⁸⁷O. Bäckman y C. Edling, “Mathematics Matters: On the absence of Mathematical Models in Quantitative Sociology” en *Acta Sociológica* Vol. 42 n° 1, (1999), pp. 69-78.

³⁸⁸*Ibid*

³⁸⁹Leik y Meeker, *op.cit*.

Según esto, la tarea a desarrollar por el sociólogo matemático implica tres etapas: especificar una teoría sociológica, formalizarla matemáticamente, y elegir la herramienta estadística adecuada para su testado sobre los datos. Tal y como advierten Bäckman y Edling, en la actualidad se produce un sesgo importante hacia el testado estadístico, reduciéndose el peso de la formulación teórica y de su formalización matemática. Los riesgos que esta tendencia comporta son tres: olvido de las presunciones que contiene una teoría y por lo tanto un riesgo elevado de escoger la técnica estadística errónea para evaluar la teoría; dificultad para encontrar una interpretación sustantiva de los parámetros que han sido estimados y por último, falta de control con respecto a si los parámetros estimados son razonables dentro del sistema teórico propuesto.

Así, consideremos por ejemplo el empleo de datos *cross-seccionales*, como son los provenientes de encuestas en modelos de dependencia. Estos pueden sugerir dada su forma de obtención, la presunción de estabilidad/equilibrio. El planteamiento de causalidad sobre datos *cross-seccionales* es bastante arriesgado, en la medida que la definición de causalidad implica el paso del tiempo entre causa y efecto. Por ello, el empleo de los conceptos de independencia (exógena) y dependencia (endógena). El problema está claramente planteado por Elster “En ciencias sociales se observan con frecuencia este tipo de afirmaciones (...) donde estados simultáneos se ordenan en la forma de causa y efecto. Para que dichas afirmaciones tengan sentido, sin tener que realizar afirmaciones tan crípticas como causación instantánea o simultánea, debe poderse distinguir entre variables exógenas y endógenas dentro del sistema propuesto. En ese sentido, las afirmaciones de causalidad deben interpretarse como el efecto, en ese momento considerado como estabilizado dinámicamente, que produce en una variable endógena el cambio apreciado en una variable exógena. Si consideramos el sistema en un momento temporal posterior y evaluamos nuevamente el efecto del cambio de las variables exógenas sobre las endógenas, podría suceder que se determine una relación distinta a la inicial. En estos casos podríamos encontrar dos situaciones distintas. Primero, que el sistema no este aún en un equilibrio dinámico, de modo que las variables endógenas pueden adoptar valores completamente distintos en el futuro o segundo, que no exista

realmente ningún sistema dinámicamente estabilizado hacia el que converja el cambio en las endógenas como consecuencia del cambio en las exógenas”³⁹⁰.

En conclusión, en el empleo de datos *cross-seccionales* debemos asumir que el sistema se encuentra o tiende a corto a plazo a un equilibrio dinámico. Este equilibrio dinámico (equilibrio estadístico) incorpora una presunción fuerte: que el fenómeno social en estudio se encuentra en una situación “estática”, de no cambio. La presunción de no equilibrio debe emplear, evidentemente, datos longitudinales, como pueden ser las series temporales o “panels”. En parte, esta ausencia de reconocimiento de la presunción de equilibrio que aparece en el empleo explicativo de los datos cross-seccionales es consecuencia de la carencia de una articulación formal, en términos matemáticos, del modelo que se desea testar estadísticamente. La noción de equilibrio es central en el modelado de estructuras. A efectos ilustrativos, vamos a considerar un modelo causal simple donde X explica Y. A efectos de simplificar, consideraremos que la variable explicativa varía entre individuos y no en el tiempo (por ejemplo, género). Partamos de datos provenientes de un panel, con los mismos individuos en el tiempo t y en el tiempo t+1. Cuando se efectúa un análisis cross-seccional (es decir datos no panel), el planteamiento es que la variable Y no cambiará entre el tiempo t y el tiempo t+1. Esta es una presunción de equilibrio, donde se implica que “género” (en este ejemplo) y la variable Y han alcanzado una distribución conjunta (es decir, estable). De ser este el caso, el modelo causal X(t) explica Y(t) será el mismo en el tiempo t2, donde X(t+1) explica Y(t+1). Sin embargo, si la variable Y se encuentra en una fase de cambio en el tiempo t, en el tiempo t+1 o en ambos (por ejemplo, a causa de una campaña publicitaria, envejecimiento/maduración psicológica, ciclo vital, etc) ambos modelos causales no producirán la misma inferencia. Este fenómeno ha sido destacado por F. Bouza para el caso de las predicciones electorales “Pero si la encuesta es algo parecido a una foto fija (de una parte de la realidad), la realidad (la opinión pública, en el caso de las encuestas electorales) es todo lo contrario: es el cambio mismo, o las posibilidades de serlo. Una foto fija de una parte de algo que se mueve da como resultado una foto confusa.

³⁹⁰J. Elster, *Explaining Technical Change* Cambridge, Cambridge University Press, 1983 p.42

Ese es el caso de las encuestas electorales en una situación cambiante”³⁹¹. En ese sentido, las estrategias son de empleo de datos longitudinales (ej. Panel) o de presunciones de equilibrio estable en datos cross-seccionales. Tal y como señalara Abell “Parece existir poco reconocimiento de este problema en Sociología. Es preocupante la facilidad con que las correlaciones entre variables se toman como parámetros significativos sin ninguna razón para suponer que las variables han alcanzado una distribución conjunta”³⁹². En definitiva, cuando falla la presunción de equilibrio, los resultados son ambiguos y puede que falsos. De hecho, la especificación errónea del modelo (en términos de equilibrio) producirá errores más importantes cuanto más alejado se encuentre el sistema de un equilibrio. En el peor de los escenarios los estimados pueden estar sobre o infra estimados, es decir, no tenemos realmente estimado ninguno. Por otro lado, es evidente que se ven afectados también la varianza de los parámetros estimados y la potencia explicativa (determinación) de las variables independientes. Las diferentes consecuencias de la presunción de equilibrio cuando éste no se alcanzo o no existe son desarrolladas en detalle por Coleman³⁹³.

En cualquier caso, los sesgos anteriores son siempre una amenaza a las inferencias desde datos cross-seccionales. La explicitación matemática del modelo propuesto permite discutir las limitaciones y las presunciones implícitas en los resultados. Si al ajustar una ecuación sobre un conjunto de datos obtenemos algo como $X(t) = X(t-1) \exp(\beta)$ estamos planteando que la variable X es una función de su valor en el tiempo $X(t-1)$, es fácilmente apreciable que si el parámetro β es positivo estamos ante un sistema que explota (en el sentido exponencial del crecimiento), y muchas teorías no plantean ese suceso. Evidentemente existen procesos que poseen estas características, como el crecimiento mundial de la población, algunos tipos de carreras de armamentos y los sistemas retroalimentados. Sin embargo, muchas teorías acerca de procesos sociales plantean sistemas que se desplazan hacia un punto de equilibrio dinámico que difícilmente alcanzan³⁹⁴. Esto

³⁹¹F. Bouza, “Comunicación Política: Encuestas, Agendas y Procesos Cognitivos Electorales” *Praxis Sociológica* n° 3 (1998), pp. 49-58

³⁹²P. Abell, *Model Building in Sociology*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1971, pp. 3-4

³⁹³J.S. Coleman, *Longitudinal Data Analysis*, New York, Basic Books, 1981

³⁹⁴J.S. Coleman, *Foundations of Social Theory*, Cambridge, MA, Belknap Press, 1990

implica coeficientes beta estimados menores de cero, expresando un crecimiento cada vez menor de X sobre su valor en X(t-1). Estos modelos se ejemplifican con frecuencia como los modelos de logro, o en modelos como evolución de los ingresos, donde el incremento sobre el valor anterior tiende a decrecer cuanto más elevado es el nivel. Tal y como se ha afirmado con frecuencia³⁹⁵, una vez que un modelo teórico ha sido formalizado matemáticamente, es más fácil elegir el modelo estadístico que se requiere para su testado, en el caso que exista alguno, así como el tipo de datos que ese requieren. Esto es claramente apreciable en la presunción de “equilibrio” no siempre explícita en los análisis *cross-seccionales*. Lo destacable es que rara vez las teorías proponen estados estáticos, es decir, fenómenos sociales que no experimenten cambios. Por el contrario, muchas de las teorías sociológicas toman la forma de teorías causales o explicativas. De lo anterior cabe deducir que la conexión entre los datos y las teorías es frecuentemente débil. Esto encuentra en parte explicación por las dificultades de obtener determinados datos, pero también por razones más prácticas como que la recolección de datos no está orientada teóricamente sino en función a la financiación disponible. En principio, el empleo de datos *cross-seccionales* no es una dificultad insuperable para considerar teorías que consideren la existencia de procesos de cambio o de dinamismo en la sociedad. Lo que si puede suponer problemas importantes es el ignorar las limitaciones que esto impone tal y como demostrara Coleman³⁹⁶. Estas limitaciones se hacen explícitas desde el momento que media una formalización matemática de la teoría previamente al testado estadístico.

Otro aspecto importante de la formalización de las teorías en términos matemáticos, es que permite diagnosticar si los resultados de un test estadístico pueden estar más allá de lo que la teoría contrastada permite. En ese sentido, la explicitación formal en términos matemáticos de la teoría permite controlar la pertinencia o no de los resultados estadísticos obtenidos. Así, si un análisis produce resultados no contemplados en la teoría, implicará que algo va mal con la teoría, con las presunciones teóricas, o con los datos. Los modelos significan

³⁹⁵G.Karlsson, *Social Mechanisms: Studies in Sociological Theory*, Glencoe, Ill. Free Press, 1958; J.S. Coleman “The mathematical study of change” en H.T. Blalock & A. Blalock (ed.) *Methodology in Social Research* New York, McGraw-Hill, 1968 pp. 428-478

³⁹⁶J.S. Coleman, *Longitudinal Data Analysis*, New York, Basic Books, 1981

una intención próxima en algunos aspectos al enfoque sistémico. J. Ziman, advierte como “una lista larguísima de hechos dispuestos bajo una sucesión de epígrafes diferentes dista mucho de constituir un conjunto de conocimiento científico”³⁹⁷. Así, un inventario³⁹⁸ como el de Berelson, sólo puede suponer un primer paso en un programa de integración para desarrollar modelos desde una aproximación inductiva. De alguna forma, era la consecución lógica de la estrategia basada en el testado de hipótesis, donde la contrastación de proposiciones conduce a desarrollar la teoría. La sociología matemática pretende una aproximación con carácter más deductivo, donde el modelo es consecuencia de una formalización teórica superior a la hipótesis. Por ello, la idea de representación o modelo, (en tanto que entidad no lingüística que incorpora y de la que se derivan diferentes propiedades) es de una gran utilidad. En las tareas de formalización no se debe prescindir de la potencia de representación de los modelos. Desde algunos planteamientos como los de Zetterberg, el proceso de formalización teórica derivaba en una traducción notacional de las teorías verbales más que a una construcción creativa de modelos testables basados sobre conceptos precisos.

A pesar de las generalidades expuestas que son comunes a todos los modelos, podemos intentar la agrupación de éstos en unas pocas modalidades sustancialmente distintas; el criterio de clasificación es la combinación de la perspectiva mecanicista (determinismo) y la probabilística (estocástico) con la dimensión temporal. Existe una cierta correspondencia entre este tipo de clasificación y las matemáticas utilizadas. Ciertamente, cuando se comparten procedimientos matemáticos no se comparten las interpretaciones. Para Bugeda los modelos se clasifican en deterministas, estocásticos, estáticos y dinámicos. *Modelos deterministas*. Ni las variables exógenas ni las endógenas son variables de azar y las relaciones del modelo son relaciones exactas y nunca funciones de densidad de probabilidad. *Modelos estocásticos*. Por lo menos una de en las características operativas viene dada como una función de densidad probabilística. Al ser estos modelos considerablemente más complejos que los deterministas el

³⁹⁷J. Ziman, *Introducción al estudio de las Ciencias*, Barcelona, Ariel, 1986. p. 44

³⁹⁸B. Berelson y G.A. Steiner *Human Behaviour- An Inventory of Scientific Findings*, New York, Harcourt Brace & World, 1964

tratamiento analítico no les es por lo general aplicable. Es en ellos donde la simulación encuentra su plena aplicación. Los modelos estocásticos tienen además el interés de generar muestras al azar de datos que pueden ser utilizados como “observaciones” o como verificaciones. *Modelos estáticos.* Son aquellos en los que no figuran implícitamente la variable tiempo. Casi todos los llamados modelos de equilibrio economía o el sociología son de este tipo. Casi todos modelos de programación lineal o no lineal, de juegos de estrategia, etc., son modelos estáticos. Naturalmente, la simulación les es aplicable, pero no es éste su campo más genuino. *Modelos dinámicos.* Los modelos matemáticos que incluyen la variable tiempo son conocidos como modelos dinámicos. Esta inclusión del tiempo en el modelo equivale a asociar con él todas las interacciones que aparezcan en el modelo. La simulación tiene aquí su más amplia aplicación. Samuelson³⁹⁹ ha propuesto clasificar los modelos dinámicos en seis grupos: estáticos estacionarios, estáticos históricos, dinámicos causales, dinámicos históricos, estocásticos no históricos, estocásticos históricos. La primera categoría, “estáticos estacionarios”, corresponde a lo que Bugeda definía como modelos de equilibrio, en los que la consideración del tiempo ha sido completamente suprimida. No hay ninguna clase de cambio (ni, por consiguiente, de hechos) en el sistema. La segunda categoría engloba los modelos en los que las perturbaciones son introducidas exclusivamente por vía exógena o por causas que no tiene que ver con la naturaleza misma del modelo considerado. (La movilidad social puede ser efecto del índice de natalidad, pero éste puede depender de causas no consideradas, como la guerra, por ejemplo). Samuelson las llama “históricas” porque la descripción del sistema depende del intervalo de tiempo considerado, no porque el tiempo en sí sea considerado como una variable. Un análisis sólo es válido para el intervalo considerado. Los sistemas “dinámicos causales” son los que habitualmente llamados procesos de cambio.

A partir de un conjunto de interrelaciones iniciales podemos predecir el comportamiento del sistema después de n estados de tiempo. Por ejemplo, en el modelo multiplicador-acelerador del mismo Samuelson, si tenemos los valores de la renta nacional para dos períodos

³⁹⁹P. A. Samuelson, *Foundation of Economics Analysis*, Harvard Univ. Press, 1947, págs. 315-317. Citado en J. Bugeda, *Manual de Sociología Matemática*. Madrid, IEP, 1976.

iniciales, podremos estimar la renta nacional, la inversión y el consumo para cualquier período futuro por un simple análisis diferencial. Todas las interrelaciones del modelo dependen de las variables iniciales. La cuarta categoría es análoga a la anterior salvo que se admiten influencias y perturbaciones que pueden no tener que ver con la naturaleza no económica. En un modelo sociológico como, por ejemplo, de integración de minorías, pueden influir quizá factores genéticos e incluso climatológicos, etc. Si introducimos elementos estocásticos en los modelos de las categorías tercera y cuarta tendremos los clasificados en categorías quinta y sexta. Bunge⁴⁰⁰ distingue dos tipos fundamentales de modelos: las cajas negras y los mecanismos. Las primeras son modelos en los que se prescinde en lo que es en sí el sector representado por el modelo, de su constitución y de su funcionamiento y sólo se atiende a su origen y a sus efectos. En los mecanismos se trata, por el contrario de representar la constitución y funcionamiento del sector en cuestión. En esa línea, Rapoport ofrecería⁴⁰¹ una clasificación de modelos mediante la combinación de dos tipologías, según “objetivos teóricos” (predictivos, normativos o analíticos descriptivos) y “medios matemáticos utilizados” (clásicos, estocásticos o estructurales). La combinación de tipologías produce una taxonomía de nueve tipos de modelos diferentes. La característica más destacable del tratamiento que Rapoport da a los modelos es el énfasis que pone en las intuiciones sobre el mundo y los fenómenos reales que puede producir el estudio de las propiedades de un modelo, incluso en los casos donde el modelo no está previsto que produzca predicciones. Rapoport afirma como la búsqueda de leyes sociales no tendrá sin duda el mismo éxito que la búsqueda de leyes naturales, pero que, sin embargo, el proceso de efectuar análisis detallados y ordenados -como parte del papel intelectual que sería reconocido a los “constructores de modelos matemáticos” es una labor productiva en ella misma. De esta forma, el empleo práctico de los modelos puede ser menos influyente, que el proceso de construirlo en sí mismo, así como la discusión sobre sus posibles funcionalidades, a la hora de razonar analíticamente sobre la sociedad. En resumen, mediante la comprensión generada en la construcción de modelos pueden proveer de comprensión de los

⁴⁰⁰M. Bunge *La investigación científica : su estrategia y su filosofía* Barcelona, Ariel, 1975 p.18

⁴⁰¹A. Rapoport *Mathematical Models in the Social and Behavioral Sciences* New York, John Wiley & Sons, 1983

fenómenos sociales, aun cuando no de predicción o capacidad de control. De este modo, el papel que le asigna Rapoport a los modelos matemáticos en la Ciencias Sociales contiene un componente heurístico, al igual que postula Wilson⁴⁰².

Otro aspecto interesante surge de la pregunta, sobre qué es un buen modelo. Para Boudon una buena teoría es aquella expresada en lenguaje matemático y se deriva de una teoría más general. Sin embargo, no todas las buenas teorías adoptan esta forma. En general para Boudon una “buena explicación científica de un fenómeno P está constituida por un conjunto {S} de afirmaciones que cumplen tres requisitos. Primero que todo $s \in \{S\}$ es aceptable, segundo que $\{S\} \Rightarrow P$ y tercero que no se han ignorado hechos relevantes”⁴⁰³. Leik y Meeker⁴⁰⁴ nos facilitan un modo de discutir esta noción. Existen tres tareas de traducción: entre la teoría y un modelo, entre los modelos y los datos y por ultimo entre la teoría y los datos. La relación entre la teoría y modelo pone el énfasis en la congruencia y supresión de distorsión al expresar las nociones teóricas en una formulación matemática. El modelo matemático debe recoger la teoría con un mínimo de pérdida. Esta idea puede recogerse deductivamente, en tanto que una formalización de la teoría mediante modelos matemáticos, y también inductivamente, en la expresión mediante modelo matemático supone una generalización formal de la teoría. En ese sentido, los modelos matemáticos deben de ser útiles en el sentido de producir resultados: en dirección a los datos mediante el establecimiento de predicciones o resultados empíricos. En ese sentido, los modelos generan predicciones que deben ser comprobadas. No obstante, no todos los modelos generan predicciones. Algunos de ellos son esencialmente descriptivos de la realidad social. Los modelos se apoyan sobre las estructuras relacionales existentes o propuestas para un conjunto de datos. En ese sentido, implican una traducción de la estructura relacional empírica en una estructura conceptual. Una explicación de la realidad. Para ello

⁴⁰²T.P. Wilson “On the role of Mathematics in the Social Sciences” en T.J. Fararo (ed.) *Mathematical Ideas and Sociological Theory*. Special Issue of the Journal of Mathematical Sociology. New York, Gordon and Breach, 1984 pp. 3-22

⁴⁰³R. Boudon, “Limitations of Rational Choice Theory”, *American Journal of Sociology*, vol. 104, nº 3 (1998), pp. 817-828. p. 827.

⁴⁰⁴R.K., Leik, B.F., Meeker, *Mathematical Sociology*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1975.

debemos considerar que el modelo se ajusta sobre un conjunto de datos y la matriz relacional que estos datos ofrecen. El modelo, realmente, aspira a reproducir dicha estructura relacional empírica pero en el contexto de una estructura teórico explicativa. Es decir, el modelo opera aspirando a traducir una estructura relacional empírica (generada por una definición previa y una selección de lo que es importante para definir el fenómeno en estudio) en una estructura relacional de conceptos vinculados por una argumentación explicativa. En este contexto, un aspecto muy importante ligado al concepto de identificación es la posibilidad de testar el modelo; testar el modelo consiste en comparar la estructura empírica que ha sido integrada en el modelo con la estructura empírica original y sobre la que este se apoya. Para ello, desde el modelo se “reproduce” la estructura relacional. Evidentemente, la fidelidad de la reproducción dependerá de la estructura empírica existente (relaciones que se proponen que no existen y existen) y de la estructura integrada en el modelo (relaciones que se proponen y no existen). En definitiva de la especificación. En la medida que cada modelo propone un sistema de relaciones distinto, cada modelo reproduce “la estructura empírica” de forma distinta. Los distintos modelos fabrican imágenes distintas. La comparación entre las fabricadas desde los modelos y la empírica indicará el grado de ajuste o desajuste entre la estructura capturada en la recogida de datos (medición) y la postulada teóricamente. Este contraste es muy útil para evaluar las distorsiones existentes en nuestras explicaciones de la realidad social. En ese sentido funciona como un espejo que devuelve las imágenes transformadas de las estructuras relacionales empíricas con un grado mayor o menor de deformación.

3.4.3. Los procedimientos de modelado matemático

El modelado matemático parte de la idea de que es factible establecer un conjunto de afirmaciones matemáticas que expresen lo que una teoría afirma acerca de un conjunto de fenómenos sociales. En ese sentido, tras establecer el modelo matemático se compara con las observaciones empíricas. Si la comparación indica discrepancias importantes entre la formulación matemática y las observaciones el modelo matemático debe ser revisado y nuevamente testado. Un modelo es una representación formalizada de las regularidades sociales en estudio. En ese sentido, las regularidades pueden ser representadas

por diversos modelos. La elección del tipo de modelo se hace de acuerdo con la experiencia del observador, la finalidad del estudio y los medios disponibles. M. Mann “En el empleo de las matemáticas se han empleado muchas estrategias alternativas para analizar la complejidad de las relaciones sociales”⁴⁰⁵. P. Doreian ofrece una sistematización de los procedimientos de modelado matemático. Para Doreian “Los modelos matemáticos se encuentran catalogados mediante las siguientes distinciones: la primera diferencia entre procesos y estructuras, la segunda entre modelos estocásticos y modelos deterministas y la tercera diferencia entre modelos que empleen variables con un nivel de medición discreto y variables con un nivel de medición continuo”⁴⁰⁶. Los modelos que se basan en procesos intentan modelar el cambio de modo que se revelen los posibles mecanismos que lo producen o conducen. Entre los procedimientos empleados destacan las ecuaciones diferenciales y las ecuaciones en base a diferencias. Por otro lado, los modelos de estructuras intentan representar y comprender los sistemas de relaciones sociales. Entre los procedimientos matemáticos empleados destaca el álgebra matricial, la teoría de grafos, así como álgebras booleanas, incorporando teoría de grupos etc. Los modelos estocásticos se emplean sobre todo en modelos cuyo resultado está regido por mecanismos estocásticos. Son muy abundantes los ejemplos de este tipo de modelos⁴⁰⁷. Los modelos deterministicos plantean una relación cierta y exacta entre los elementos del modelo. En ese sentido, el proceso puede ser modelado con un error (además del de medición) pero la lógica que subyace al modelo es determinista. “Si consideramos la producción, los modelos de procesos de cambio social son deterministicos o probabilistas. Sin embargo, los modelos de estructuras tienden a ser de tipo determinista. Los modelos de tipo discreto emplean variables que sólo pueden adoptar un número relativamente pequeño de estados, mientras que los modelos de tipo continuo se apoyan sobre variables que pueden ser consideradas como tales. Esta distinción entre discreto y continuo también es extensible a la variable tiempo en los modelos de procesos”⁴⁰⁸. Una segunda cuestión

⁴⁰⁵M. Mann, *Sociology*, London, Macmillan, 1983.

⁴⁰⁶P. Doreian, “Modelos matemáticos”, en A. Kuper y J. Kuper, *The social science encyclopedia*, Routledge, London, 1996.

⁴⁰⁷D.J. Bartholomew, *Stochastic models for social processes*, New York, 1982.

⁴⁰⁸D.J. Bartolomew, *Stochastic models for...* Op. cit.

importante es el tipo de matemáticas utilizadas. Una tendencia importante es a adoptar modelos matemáticos empleados y desarrollados en otras disciplinas. Esto no supone ningún problema si el modelo recoge los aspectos teóricos esenciales así como los elementos empíricos suficientes para tratar la realidad que se quiere modelar. Precisamente, la potencia de los modelos matemáticos es estar vacíos de contenido sustantivo: de este modo un modelo puede ser empleado en diferentes áreas de investigación de forma provechosa. Pero esto sólo será realidad en el caso de recoger dentro de sus presunciones y componentes aquello que es importante. Un aspecto destacable es que las matemáticas desarrollan sus modelos desde las ciencias físicas (así la invención del cálculo diferencial por Newton y Leibniz) y raramente desde las ciencias sociales (con algunas excepciones como son la teoría de juegos, la teoría de la decisión y algunas áreas de la inteligencia artificial). Además, el tipo de matemáticas es bastante dependiente de la aproximación. De este modo, la determinación de funciones de utilidad es propia de la economía matemática (empleando cálculo diferencial) pero muy escasas, dada la poca repercusión de los modelos de elección racional, en sociología matemática. Otra diferencia importante aparece por ejemplo entre la econometría y la sociología matemática. Mientras que para la econometría los modelos estocásticos, especialmente en forma de ecuaciones estructurales lineales, son fundamentales (y de ahí el empleo intensivo de técnicas estadísticas), para los autores con actividad en sociología matemática esta es una dirección de escasa repercusión. De hecho, para algunos autores como Sorenson⁴⁰⁹, Fararo⁴¹⁰ o Yasuda⁴¹¹, Bonacich⁴¹² o Kosaka⁴¹³ los modelos causales o estructurales no son realmente sociología matemática, equivaliendo a testado de modelos “ad hoc” (en definitiva un testado con hipótesis múltiples). No obstante, en la medida que la sociología matemática

⁴⁰⁹A.A. Sorenson, “Mathematical models in sociology”, *Annual Review of Sociology*, 4, (1978) pp. 345-371.

⁴¹⁰T.J. Fararo, “Catastrophe analysis of the Simon-Homans model”, *Behavioral Science*, 29, (1984) pp. 212-216.

⁴¹¹S. Yasuda, “A methodological inquiry into social mobility”, *American Sociological Review*, 29 (1964) pp.16-23.

⁴¹²P. Bonacich, *Manual de Sociología Matemática* <http://www.sscnet.ucla.edu/soc/faculty/bonacich/home.htm>

⁴¹³K. Kosaka, “Mathematical sociology in Japan”, *The Journal of Mathematical Sociology* vol. 14 nº4, (1989) pp. 217-222.

implica también la búsqueda de la representación sugerente, el empleo de los diagramas, al igual que en las simulaciones tipo Forrester, pueden ser un procedimiento heurístico importante para formalizar un proceso o fenómeno social. De hecho, autores europeos, algunos españoles como J. Bugeda⁴¹⁴ o R. Sierra Bravo⁴¹⁵, sí consideraron, el “análisis de senderos” el primero y los modelos causales el segundo, como modelo matemático.

La sociedad: acción social, procesos y estructuras. Existe un acuerdo importante en considerar los modelos matemáticos en dos grandes aproximaciones. Una primera donde se enfatizan las causas y los mecanismos del cambio, y una segunda procedente de la economía y de la teoría de la decisión donde los procesos sociales son percibidos como el resultado de una acción racional intencionada. En principio, tal y como destacara Sorensen⁴¹⁶ esta distinción también diferencia entre diferentes lenguajes matemáticos así como entre diferentes principios para la construcción de modelos. La construcción de modelos dentro del marco teórico de la acción racional no ha sido prácticamente desarrollado por los sociólogos matemáticos. Una excepción importante la supone Coleman⁴¹⁷ con su trabajo sobre las decisiones colectivas. No obstante, Coleman se caracteriza por su amplio repertorio de intereses en el modelado social. El planteamiento, de acuerdo a nuestra propuesta de sociología matemática, hace énfasis en la metodología de la construcción de modelos y no tanto en las aplicaciones concretas.

3.4.3.1 Procesos sociales

El concepto central en el modelado de procesos es el estudio de los cambios que se aprecian en las variables que caracterizan a los individuos, grupos sociales o estructuras sociales. El cambio es definido como producto de la acción de otras variables, incluyendo el factor tiempo, que afectan de algún modo a las variables de interés. En ese sentido, los procesos son definidos como procesos causales. El análisis

⁴¹⁴J. Bugeda, *Curso de sociología matemática*, Madrid, Instituto de estudios políticos, 1976.

⁴¹⁵R. Sierra Bravo, *Ciencias sociales. Análisis estadístico y modelos matemáticos*, Madrid, Paraninfo, 1981.

⁴¹⁶A.A. Sorensen, “Mathematical models in...” *Op. cit.*

⁴¹⁷J.S. Coleman, *The Mathematics of Collective Action*, Chicago, Aldine, 1973.

de los procesos causales implica dos tareas principales. Primero, especificar el mecanismo de cambio, es decir, modelar como ocurre el cambio. La segunda es determinar la influencia causal que se transmite mediante el mecanismo de cambio. Esta segunda tarea, en opinión de Sorensen, es propiamente una tarea de metodólogo, (aunque puede ser desarrollada por un sociólogo matemático), mientras que la actuación del sociólogo matemático se concentra especialmente en la primera tarea. El lenguaje matemático empleado con más frecuencia en el modelado de los mecanismos de los procesos causales es el cálculo. Para su implementación lo habitual es considerar varios aspectos.

Un modelo matemático de un proceso social puede evaluarse sobre la base de dos criterios complementarios. Por un lado, la adecuación empírica del modelo, es decir, la capacidad del modelo para dar cuenta del cambio observado. Por otro, la adecuación teórica del modelo, es decir, si el modelo se corresponde con una concepción sociológica adecuada del proceso, que contribuya a un mayor conocimiento y una mejor comprensión de éste. Ambos criterios no reciben una atención pareja en la actividad de la sociología matemática. Así, en algunas ocasiones no se pretende el testado empírico y el modelado matemático se convierte en especulación teórica. Estos esfuerzos y línea de trabajo provee de indicios muy valiosos acerca de la posible naturaleza de los procesos. En otras líneas de trabajo, especialmente en predicción, se desenfatiza la componente teórica en búsqueda del mejor ajuste empírico. No obstante, existe un cierto consenso en la sociología matemática acerca de que el esfuerzo debe implicar ambas dimensiones, siendo empíricamente orientado y teóricamente significativo. En la historia de la sociología matemática ese no ha sido el caso más frecuente; así, encontramos los modelos sociológicos matemáticos de Rashevsky⁴¹⁸, de carácter puramente especulativo y donde muchas variables carecen de referentes empíricos posibles, y en otro sentido, la compilación de regularidades empíricas, expresadas en notación matemática que realiza Dodd⁴¹⁹. Consideraremos dos básicamente, los modelos de difusión y los

⁴¹⁸N. Rashevsky, *Mathematical biology of social behavior*, Chicago, University of Chicago Press, 1951.

⁴¹⁹S.C. Dodd, *Dimensions of society: A Quantitative Systematics for the Social Sciences*, New York, Macmillan, 1942.

procesos/cadenas de Markov. Es importante destacar las condiciones que suponen en el modelado.

Procesos de difusión. Siguiendo a Rogers⁴²⁰, difusión ha sido tradicionalmente definida como el proceso mediante el cual una innovación se comunica, por canales determinados, entre los miembros de un sistema social, conforme el tiempo transcurre. La progresiva adopción de la innovación por aparte de los sujetos constituye el fenómeno denominado difusión. Este proceso presenta una secuencia característica, inicialmente son pocos los miembros del sistema social que adoptan la innovación en cada período de tiempo. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo, se incrementa el número de individuos que en cada período adoptan la innovación. El número de nuevos adeptos se hace finalmente decreciente, conforme la innovación se va implantando mayoritariamente. En general, la pauta de difusión de cualquier innovación, cuando se observa de modo acumulado, puede describirse con una curva en forma de S, si bien la pendiente o las asíntotas pueden ser diferentes. Así, si la difusión es muy rápida la curva mostrará una fuerte pendiente, mientras que si la difusión es lenta la pendiente mostrará una inclinación menor. Los modelados de procesos de difusión de innovaciones tienen, en ese sentido, dos aspectos o propiedades matemáticas que son importantes de analizar: donde se sitúa el punto de inflexión y considerando el proceso de difusión como una distribución (no acumulada) en el tiempo si la distribución de la difusión es simétrica o no lo es. Tanto en la práctica como en la teoría, el momento de máxima difusión de la innovación puede suceder en cualquier momento durante este proceso de difusión (coincidiendo con el punto de inflexión); así mismo, las pautas de difusión pueden ser simétricas o no, dependiendo de si los decrementos en el número de nuevos adoptantes se producen al mismo ritmo o proporción que los incrementos en la primera fase de difusión.

Presunciones de los modelos de difusión de innovación. Un aspecto fundamental es conocer las condiciones y presupuestos teóricos bajo los que aplicar los modelos de difusión de innovaciones. Este conocimiento puede orientar sobre que tipo de fenómenos sociales

⁴²⁰E.M. Rogers *Diffusion of Innovations*, New York, Free Press, 1983

pueden ser susceptibles de ser modelados como procesos de difusión así como las limitaciones en las posibles interpretaciones de sus resultados. Las siguientes restricciones son especialmente válidas para el modelo fundamental, y gran parte de estas restricciones (o ámbito de aplicabilidad del modelo) vienen dadas como una exigencia técnica para poder encontrar soluciones al modelo. a) El proceso de difusión es binario. Esto implica que los miembros del sistema social adoptan o no la innovación. La adopción es tratada como un fenómeno discreto, (por lo tanto no continuo) y por ello no se considera la posibilidad de etapas en el proceso de adopción, tales como conocimiento previo, por ejemplo. En ese sentido, Rogers⁴²¹ aporta evidencias interesantes en relación a la existencia de tres etapas previas a la adopción de una innovación. b) Otro aspecto importante es la asunción para el modelo de difusión fundamental de la existencia de un techo constante y definido (\tilde{N}) en el número de adoptantes potenciales dentro del sistema social, así como que dicho "techo" es conocido o al menos estimable. Por lo tanto, dado que el sistema es considerado finito y fijo, el modelo fundamental de difusión es de tipo estático. Es decir, no se prevé que el sistema social crezca o disminuya en el transcurso del proceso de difusión. c) Otra asunción es que los límites geográficos sobre los que se asienta el sistema social no varían durante el proceso de difusión. La innovación debe de estar confinada dentro de un área geográfica. Por ejemplo, en la adopción de la democracia por diferentes países. d) El modelo fundamental de difusión sólo admite una adopción para cada uno de los elementos. La adopción múltiple por parte de un sujeto (compra repetida, adquisición de la democracia por un país, etc.) no es considerada por el modelo. Así mismo, una adopción cuando ha sido efectuada, el modelo no considera que pueda abandonarse. Es decir, que el modelo no parece discontinuidades en las innovaciones una vez han sido adoptadas. e) Así mismo, no se prevé que la innovación cambie en el transcurso del proceso de difusión. También se presupone que las innovaciones son independientes entre sí, es decir, una innovación es independiente de otras innovaciones que suceden al mismo tiempo. Lo importante es que se supone que una innovación determinada no complementa, sustituye, favorece, etc. la adquisición de otra innovación. f) Cuando pretendemos ajustar un modelo

⁴²¹E.M. Rogers *Op. cit.*

fundamental de difusión, es porque presuponemos que toda la información relevante acerca del proceso está considerada dentro del modelo. Esta es una presunción aplicable a todo modelo, y viene a afirmar que el pasado puede servir para predecir el futuro, dado que los mecanismos que rigen el proceso permanecen invariantes. g) En los modelos de influencia interna y mixtos existe una mezcla completa de los miembros que componen el sistema social. En otras palabras, que estos pueden interactuar entre sí sin limitaciones, de forma que la relación entre los que ya han adoptado una innovación y los que potencialmente podrían hacerlo se comuniquen libremente. Parece evidente que un requisito de esta índole no será fácil de cumplir cuando el sistema social se identifique con la sociedad en conjunto y no con segmentos específicos. Sin embargo, es bien cierto que esta exigencia puede satisfacerse fácilmente para determinados sistemas (por ejemplo, empresas que compiten en un mismo mercado y vigilan mutuamente las posibles innovaciones). Esta posibilidad de interacción libre dentro del sistema social entre los que han adoptado la innovación y los que no, se supone independiente del tiempo. Es decir, el coeficiente de influencia interna se asume que es independiente del tiempo, y por lo tanto fijo o constante durante el transcurso del tiempo. Estas limitaciones técnicas del modelo fundamental de difusión suponen evidentes restricciones a su empleo, en virtud a las exigencias que la teoría o hipótesis planteen. Cuando la teoría postula una realidad diferente a aquella que existen las presunciones técnicas, (dado que la técnica siempre debe de estar subordinada a las necesidades teóricas) la vía adoptada es efectuar modificaciones sobre el modelo fundamental de forma que aproxime el modelo matemático a esa lectura de la realidad social. En un modelo de difusión uno de los aspectos centrales es el tiempo. El nivel de medición interval es muy empleado en modelado de serie temporal tipo ARIMA, o basados en regresión. En términos técnicos, el nivel interval emplea diferencias, mientras que el tiempo de razón emplea diferenciar (cálculo diferencial). La pertinencia de ambos procedimientos técnicos está en función de la naturaleza que se postule para el fenómeno. En el modelado de fenómenos sociales el realismo (aun cuando provenga por limitaciones de los operativos de medición) decanta el uso en dirección de las diferencias, tendiéndose a abandonar una sofisticación (cálculo) que importada directamente de las ciencias físicas era muy adecuada para los modelos y la imagen científica de los modeladores, pero poco

para la realidad de los datos. Tal y como se refleja en la formulación anterior, la proporción o razón que alcance la difusión depende del número de adoptantes potenciales de la innovación que existen en el tiempo t , $[\tilde{N} - N_t]$. Esta relación se presenta mediante el coeficiente de difusión g_t ⁴²², que controla la forma que adopte la relación. Evidentemente, el valor que adopte g_t dependerá de características del proceso de difusión, tales como los canales de comunicación empleados, atributos del sistema social o la naturaleza de la innovación. Este coeficiente g_t puede interpretarse como estado dependiente⁴²³ o tiempo dependiente. *Tiempo dependientes.* Los modelos sociológicos de tipo tiempo dependientes reflejan con frecuencia el efecto de procesos causales que no puede medir el investigador. Así, por ejemplo, se ajusta un modelo Gompertz a la distribución de la edad del primer matrimonio de los miembros de una cohorte. Para ello asume que la proporción de matrimonios declina con la edad simplemente porque, en general, el atractivo de una persona como posible compañero declina con la edad de éste. Dado que los cambios o modificaciones en la "capacidad de ser atractivo o atractiva" de una persona es difícilmente mensurable, se aporta como una explicación que responde a un proceso causal no directamente cuantificable. Además, Hernes determina como lo más adecuado que dicho atractivo declina exponencialmente con la edad, lo que decide un ajuste de Modelo Gompertz para la edad del primer matrimonio en una cohorte. Intuitivamente parecería lo más apropiado para ese tipo de distribución dado que es claramente asimétrica, tal como lo es Gompertz. En ese sentido, puede ser útil resumir los efectos de un proceso causal no cuantificable bajo la forma de tiempo dependencia en las proporciones de cambio. Esta estrategia puede facilitar el estudio de procesos complejos de modelizar. No obstante, la construcción de modelos tiempo dependientes no debe de ser tomada como un fin en sí mismo. Debemos recordar que la investigación sociológica busca el poder cuantificar y describir los

⁴²²El coeficiente g_{θ} puede también interpretarse como la probabilidad de una nueva adopción en el tiempo t . De acuerdo con esto, $g_{\theta} [\tilde{N} - N_{\theta}]$ indica el número esperado de nuevos adoptantes en el tiempo t , es decir N_{θ} . Otra posible interpretación es considerar N_{θ} como el número de miembros del sistema social transferidos en el tiempo t desde el contingente de adoptantes potenciales al de antiguos adoptantes. Entonces g_{θ} puede definirse como un mecanismo de transferencia, un coeficiente de conductividad o coeficiente de conversión.

⁴²³Su interpretación como densidad dependiente (modelos Malthusianos de crecimiento), constituye un caso particular de los estado dependiente.

factores responsables del cambio que se aprecian con el transcurrir del tiempo. Evidentemente, cuando estos factores logran ser cuantificados deben de ser incluidos explícitamente en el modelo, y no implícitamente como sucede con los modelos de tipo tiempo dependiente. *Estado dependientes*. Los modelos que interpretan el coeficiente g_t como estado dependientes hacen depender los efectos de g_t del volumen actual (o estado) de adoptantes antiguos. Es decir, la velocidad de la difusión depende de cuantos hayan adoptado la novedad y cuantos quedan por hacerlo. Este tipo de interpretación, estado dependiente, son los más frecuentes y en la exposición que sigue adoptaremos una parametrización del modelo notada de forma "estado dependiente".

Modelo de influencia externa. Este tipo de modelado presupone que existe una fuente de influencia externa al sistema social, que es la que actúa difundiendo la innovación. Ha sido empleado con profusión en la investigación social, especialmente como modelo de difusión de información. Presupone que un ítem de información se difunde entre la población, desde una fuente única y que aquellos que reciben la información no pueden difundirla a su vez. Bajo esas condiciones, la proporción o intensidad con que se difunde la información depende exclusivamente de la fuerza del agente que propaga la información y del número de individuos que aún no han recibido la información. *Modelo de influencia interna.* Frecuentemente la forma funcional que adoptan en el tiempo los datos empíricos referidos a procesos de difusión presentan una forma de S. Este es el caso para los modelos de difusión que postulan la premisa teórica de difusión interna. Los modelos de difusión internos postulan que ésta se produce exclusivamente mediante contactos interpersonales. En ese contexto, el grado de intensidad que adquiere la difusión depende de la interacción entre los que ya han adoptado la innovación y los adoptantes potenciales que existen en el sistema social. El ámbito más adecuado para la aplicación de este tipo de modelo de influencia interna es 1) Cuando la innovación es de tipo compleja y bastante visible, 2) Donde su no adopción sitúa a los miembros del sistema social en desventaja (por ejemplo, una nueva técnica productiva), 3) El sistema social es relativamente pequeño y homogéneo, 4) Así como cuando es necesario el contrastar o legitimar una información antes de la adopción. Este tipo de modelo de influencia interna se relaciona directamente con la función de

Gompertz. *El modelo de influencia Mixta*. Este tipo de modelo plantea el combinar la transmisión desde una única fuente de información y mediante la interacción entre los individuos, es decir, combina los dos modelos anteriores. La formulación correspondiente es denominada modelo logístico general, y es en definitiva un modelo standard para la difusión de la información. Como ya sabemos, este modelo es "estado dependiente", dado que el nivel que va alcanzado la distribución depende el estado en que se encuentre ese mismo resultado.

Cadenas/procesos de Markov. Un método muy interesante en el modelado del cambio cuando existe un conjunto de reglas subyacentes son las denominadas "cadenas" o "procesos" de Markov. La diferencia entre ambos enfoques proviene del tratamiento matemático diferenciado que se otorga al concepto de tiempo. En ambos métodos (cadenas y procesos) el tiempo adquiere un nivel de medición continuo, si bien para las "cadenas" éste es interval y para los "procesos" de razón. Así, por ejemplo en "cadenas" de Markov, el concepto "paso" corresponde con un orden equidistante, pero sin cero absoluto. Existe un cero arbitrario que en absoluto significa ausencia de valor. El tiempo en un nivel de medición de razón se emplea sobre todo en "procesos" de Markov. Con ello, en cadenas sólo podremos determinar el estado del proceso estocástico en cada "paso", mientras que para los "procesos" es factible determinar el estado para cada punto concreto del tiempo. Como ya indicábamos en el apartado de medición, si bien la naturaleza del cambio en un fenómeno social es con bastante frecuencia continua, a efectos de análisis existen otros fenómenos sociales cuyo tratamiento es de tipo discreto. O en todo caso la capacidad de contrastar el estado de los procesos con los datos empíricos depende de las técnicas de recolección de datos estadísticos, habitualmente de naturaleza discreta. Consideremos, por ejemplo, la convocatoria de elecciones políticas en España. Cada elección efectiva implica una instantánea del estado en que se encuentran las preferencias políticas dentro de la sociedad. Ello implica no solamente voto a candidaturas, sino también abstención, voto en blanco, etc. En definitiva, cada convocatoria es una etapa del proceso de cambio electoral. Sin embargo, caben dos enfoques diferenciados: a) Las elecciones como fotografía de llegada en una carrera electoral; como es planteado normalmente en los Estados Unidos y más recientemente (desde 1993) en España. Esta

concepción del fenómeno de cambio electoral corresponde con la noción de cambio continuo, donde las posiciones de los candidatos, basadas sobre las preferencias de los electores, varían a cada momento. Este continuo permite sucesivos cortes mediante encuestas "pre-electorales", revelando el cambio interno del proceso. En esta perspectiva, nos encontramos ante un "proceso Markov", tratado rudimentariamente (en ausencia de modelado) mediante encuestas "preelectorales" sucesivas. En esta percepción del proceso electoral, las campañas electorales serían un factor dinamizador del cambio. b) También podemos entender las elecciones como momentos de cristalización electoral, y por lo tanto, resolviendo mediante una acción social colectiva sentimientos, razones, etc. En definitiva, un cúmulo de factores "borrosos" donde el proceso "en tanto que cambio mensurable" no existe. Este "saltar" entre elecciones respondería a una dinámica de "cadena" Markov, donde el proceso estocástico sólo es apreciable en cada "paso" (cada elección), y por lo tanto apoyado sobre datos empíricos provenientes tanto de los resultados efectivos de las elecciones, como de las encuestas "postelectorales". En este tipo de definición, las campañas electorales constituirían el factor que contribuye esencialmente a "precipitar la solución" ideológica que opera tras la acción social colectiva que constituye el votar (los programas de los partidos políticos presentan un componente mayor de acción racional orientada a fines). En definitiva, las cadenas de Markov modelan, y por lo tanto reproducen la historia de un proceso, en términos de "álbum de fotos", mientras que los procesos de Markov pretenden su modelado en la forma de video, y por lo tanto, pudiendo congelar "teóricamente" el valor de la secuencia en un momento puntual. Las cadenas de Markov, cuya matemática (básicamente álgebra matricial) es mucho más simple que la correspondiente a los procesos (cálculo diferencial).

En general, de acuerdo con Doreian⁴²⁴ podemos considerar cinco hipótesis que se encuentran en la base del empleo de cadenas de Markov, especialmente en los modelos de movilidad social. En primer lugar, la población está cerrada, esto implica que no entran nuevos individuos ni salen entre dos "pasos" t_0 y t_1 . En su aplicación en los

⁴²⁴P. Doreian, *Las matemáticas y el estudio de las relaciones sociales*, Barcelona, Vicens Vives, 1973.

modelos de movilidad cada individuo reemplaza a otro, un hijo a un padre, etc. En otros, un individuo cambia de estado directamente, como es el caso de la trasferencia de voto o las migraciones. Los coeficientes de transición son característicos de toda la población. Es decir, la matriz se aplica a la población en conjunto. Los coeficientes de transición son constantes a lo largo del proceso. Es decir, las reglas de distribución no cambian y por último, el comportamiento de la movilidad, del cambio, sólo depende del estado actual y del previo, pero no de su historia (principio Markov). En ese sentido, las cadenas Markov funcionan con memoria corta. Claramente, las restricciones matemáticas de los modelos Markov no soportan un examen sociológico atento, especialmente en determinados modelos y a largo recorrido. Para emplear una cadena de Markov se requieren dos requisitos fundamentales: a) La matriz de probabilidades de transición no cambia, conforme el proceso se mueve de un estado a otro. b) Y el estado del proceso en cualquier etapa depende exclusivamente de la matriz de probabilidades de transición y del estado del proceso en la etapa inmediatamente anterior; es decir que al determinar el estado probable del proceso en una etapa, la información histórica anterior a la previa es superflua. Estas condiciones definen si el proceso que modelamos se trata, realmente, de una cadena de Markov. En definitiva al estudiar un proceso de Markov la pregunta es, si el proceso se encuentra en un estado, cómo se encontrará dentro de un tiempo t , en el futuro. Esta aplicabilidad para modelar el proceso de forma que se puedan predecir las trayectorias futuras y sus probabilidades es una referencia esencial, tanto por su interés sociológico como por su eficacia para comprobar el ajuste del modelo sobre el cambio real del proceso social. De este modo, si conocemos el estado en que comienza el proceso, podemos predecir las probabilidades de estar en varios estados n años más tarde, simplemente potenciando a n la matriz de probabilidades de transición. Sin embargo, uno de los efectos de este procedimiento es que si avanzamos lo suficiente en el futuro la probabilidad de encontrarse en varios estados se hace independiente de los estados en que comenzó el proceso. Esto viene dado porque el mecanismo o conjunto de reglas determina la frecuencia relativa para cada estado. Especialmente, cuanto más nos alejamos en el tiempo, los vectores reflejan en mayor grado la naturaleza de las reglas que se emplean para elegir, y menos el estado de

partida del proceso. En definitiva, lo que se produce es una expresión depurada del efecto de las reglas de elección. Para el caso de que no exista una probabilidad igual, la distribución de probabilidades para que el proceso se encuentre en un estado u otro expresará dicho desequilibrio. En definitiva, la aplicación reiterada de un principio que introduzca asimetría en un sistema (probabilidad de que suceda un estado u otro) producirá por acumulación un perfil nítido de las consecuencias de dichas reglas y por lo tanto, revelando en puridad las reglas que rigen el proceso. Debemos considerar que la determinación de probabilidades para cada estado es una tarea de ajuste empírico, y por ello la detección de las regularidades que muestren las reglas que están funcionando no es en absoluto trivial. De hecho, dado que la aplicación reiterativa de un mismo conjunto de reglas expresará mediante sus efectos la naturaleza del proceso, y en la medida que los vectores fila de probabilidad indican la probabilidad para cada estado de partida, (al perder influencia el estado de partida y apreciarse el efecto acumulado del funcionamiento de unas reglas), las filas tenderán a parecerse conforme pasa el tiempo. Ello nos lleva al siguiente "teorema": si se eleva sucesivamente a ponencias cada vez mayores una matriz de probabilidades de transición P , las matrices resultantes se parecen cada vez más entre sí, aproximándose a una matriz W cuyas filas son idénticas. En términos sociológicos, supongamos una sociedad absolutamente igualitaria donde se establecen unas reglas determinadas para el acceso a la riqueza. Supongamos que dichas reglas se postulan como un criterio regulador igualitario, que no concede ventajas a unos sobre otros. Si esto es así, en el largo plazo el sistema social seguirá igualitario y donde todos los sujetos tienen una misma probabilidad de ocupar un estatus social (un estado dentro del sistema). Supongamos que las reglas son sólo igualitarias en apariencia; estas reglas pueden no producir a corto plazo un sistema desigual, sin embargo, el efecto acumulado de su empleo introducirá asimetría en el sistema, donde la ausencia de equiprobabilidad para cada individuo al ocupar un estatus (la probabilidad de que la sociedad se encuentre en un estado u otro) produciría un sistema desigual, independientemente de que el proceso partiese de un sistema igualitario. Un ejemplo, podría ser la herencia o trasmisión de ventajas entre diferentes generaciones, como regla que actuando sobre una sociedad con un origen "hipotéticamente" igualitario acabaría produciendo, por acumulación de probabilidades, un

sistema desigual. Resulta evidente que la matriz de probabilidades de transición expresa reglas sociales. En ese sentido, es posible emplear los tipos de matriz en sentido “puro” como modelos de diferentes tipos de sociedades en función a la movilidad que permiten. Así, Prais⁴²⁵ aplicando la teoría de la probabilidad desarrollada por Feller⁴²⁶ y mediante cadenas de Markov distingue cinco tipos ideales de sistemas sociales: a) sociedad completamente inmóvil, reflejada en una diagonal principal formada por unos, b) sociedad de casta cuando la movilidad se produce dentro de un sector y no entre sectores, c) sociedad con independencia, cuando la probabilidad de posición social de los hijos es independiente de la probabilidad de la posición social de los padres, d) sociedad con estratos en fase de desaparición, cuando la probabilidad de incorporación a ellos es nula (columna nula, excepto el valor diagonal, y valores superior a cero en la fila), e) sociedad en la que los estratos se suceden con intercambio entre los superiores e inferiores. Tal y como Capecchi⁴²⁷ indica estos cinco tipos son solamente indicativos y difícilmente pueden ser considerados como polos de referencia”. En ese sentido, la matriz permite establecer prototipos o tipos ideales de sociedad, en función a la flexibilidad que se postule para moverse en las posiciones sociales. Un aspecto interesante es emplear la matriz de probabilidades como un instrumento para pensar movilidades. Así, una columna toda con coeficientes uno implica que toda la sociedad colapsaría en un solo estado (por ejemplo, una sociedad comunista en el estilo clásico). Es importante pensar con flexibilidad, incorporando las restricciones de reparto en población cerrada donde los cambios externos no están considerados. En cualquier caso, es evidente que la matriz de probabilidades de transición entre estados no es lo mismo en España del siglo XVI, la sociedad española del XIX o la actual. En ese sentido la dependencia de la matriz de los diferentes tipos de sociedad y su carácter contingente e histórico es evidente. Las aplicaciones de las cadenas de Markov son bastante amplias y ofrece una estrategia importante para el modelado de procesos electorales. Las cadenas de Markov han sido aplicadas en diversidad de ámbitos de la realidad

⁴²⁵S.J. Prais, “Measuring social mobility”, *Journal of the Royal Statistical Society*, 118 (1955) pp.56-66.

⁴²⁶W. Feller, *An introduction to probability theory and its applications*, New York, Wiley, 1950.

⁴²⁷V. Capecchi, “Problemes méthodologiques dans la mesure de la mobilité sociale”, *Archives Européennes de Sociologie*, vol. 8, 2, pp. 285-318 (1967) p. 294.

social, donde son objeto de diferentes modificaciones. En general, las diferentes "complejidades" técnicas que van adquiriendo los diferentes métodos de modelado responden a la necesidad de cubrir las variabilidades específicas de los diferentes fenómenos sociales. Los procesos de Markov pueden emplearse como procesos sin fin, es decir, que si bien entran en equilibrio, el cambio entre estados continúa ilimitadamente. Como ya sabemos el equilibrio se define cuando las probabilidades permanecen constantes conforme el proceso sigue avanzando, con lo que no se postula un estancamiento, o un fin definido para el proceso. También pueden emplearse en procesos que sí tienen finalización. Que llegan a un fin. Estos pueden estudiarse desde las llamadas cadenas de Markov absorbentes.

Catástrofes. (Bifurcaciones y catástrofes) La creencia generalizada de que una estructura (modelo) genera una sola trayectoria para cada “escenario”, se ha quebrado desde los trabajos de Prigogine y Thom. Puede suceder que con cambios infinitesimales en el escenario se produzcan imágenes cualitativamente muy diferentes. Normalmente se pensaba que una determinada estructura (un modelo) produce una serie de trayectorias biunívocamente asociadas a diferentes hipótesis. Sin embargo, desde los trabajos de Prigogine y otros, tal afirmación debe ser puesta en duda. En efecto, la idea de una sola trayectoria posible asociada a una hipótesis (condiciones iniciales y conjunto de parámetros) es negada por algunas experiencias. Prigogine cuenta el siguiente experimento biológico para entender qué es una bifurcación. Un ejemplo sencillo, en el que puede seguirse admirablemente la formación de bifurcaciones, es el problema de la formación de las rutas que abren las hormigas. (...) Las hormigas fueron colocadas a la izquierda y la fuente de alimentación a la derecha. Con dos agujeros dispuestos simétricamente se posibilita la formación de dos rutas distintas. Cada hormiga que avanza por una ruta va dejando una señal química, una feromona de vida limitada. Si tenemos en cuenta la posibilidad de que se utilice una ruta u otra, en función del número de la población de hormigas, vemos que, curiosamente, se llega a un diagrama de bifurcación. Para poblaciones pequeñas, las probabilidades de que empleen una u otra ruta es equivalente. Si nos aproximamos al valor crítico, se producen amplias fluctuaciones y utilizan prevalentemente una ruta sobre otra. Tenemos en ello un excelente ejemplo biológico

sobre la formación de una bifurcación de mediante interacciones causadas por una sustancia química específica. La trayectoria catastrófica, o catástrofe, es un caso particular de la teoría de bifurcaciones. En contraposición con la teoría newtoniana, que sólo considera fenómenos regulares y continuos, la teoría de las catástrofes, debida al matemático francés Thom, se propone describir los fenómenos discontinuos de la naturaleza con la ayuda de modelos matemáticos continuos. Su aplicación al estudio cualitativo en la transición de situación es, entre otras, una de sus posibilidades actuales aunque no ha dado hasta ahora los frutos que se esperaban de ella. Es obvio que la palabra catástrofe no tiene en este contexto una connotación negativa. De hecho, hay catástrofes positivas o beneficiosas; tales pueden considerarse los cambios genéticos que mejoren una cualidad de ser vivo. Los avances que, por sus propias necesidades, están provocando las ciencias sociales hacen pensar en dos grandes parcelas de las matemáticas: por un lado, en la matemática cualitativa en cuanto al impulso de los modelos teóricos y, por otro, en el continuo desarrollo de métodos computacionales y numéricos para la parte más empírica. En concreto, respecto a la primera, el debate que sugirió Thom, con su teoría de las catástrofes afecta a la propia concepción de las matemáticas con la vista puesta en la biología y en la evolución de los seres vivos a través de conceptos elaborados por la topología y el álgebra y tuvo un período de euforia en los años setenta en el que se intentó aplicar a los fines más diversos, como la mecánica de fluidos, la termodinámica, la economía, entre otros. Luego se olvidó, pero puede ser útil para cambiar el rumbo mismo de la ciencia, aunque no ha dado, hasta el momento, el resultado que de ella se esperaba, lo que no quiere decir (es probable justo lo contrario) que no vuelvan a resucitar, aportando sin duda sus aplicaciones. Precisamente dado que los avances en la teoría de la computación están permitiendo que algunas teorías como la de las catástrofes y, más recientemente, la del caos, ofrezcan un fabuloso medio de exploración y modelización de la complejidad. En lo que atañe a la teoría del caos —que sobrevino a raíz del descubrimiento de que ciertos sistemas dinámicos determinísticos podían producir comportamiento errático, llamado “caos” a la aleatoriedad así generada— está teniendo un tremendo impacto en todas las ciencias y generando investigaciones de interés creciente. La teoría

del caos no trata con sucesos aleatorios o cuyo comportamiento es impredecible, en lugar de eso, trata con sucesos que tienen un comportamiento complejo a debido a que su estructura se basa en relaciones no lineales. Desde el punto de vista del modelado matemático, consiste en crear una descripción matemática del comportamiento de tipo no lineal, muy sensible a los valores de las variables iniciales y de tipo determinístico. El planteamiento determinista no excluye que se represente un modelo con un comportamiento aparentemente caótico. Cuando se dice que estos modelos son muy sensibles a los valores iniciales implica que si con un conjunto de valores, el resultado del modelo es X, con el mismo conjunto de valores sólo variado ligeramente, digamos por milésimas, el resultado será Y, donde X es totalmente distinto a Y. Esta característica es precisamente la que hace que no se puedan hacer pronósticos a largo plazo. Por ejemplo, si se efectúa un pronóstico tomando en cuenta la concurrencia de miles de variables y un modelo muy complejo (no lineal), en ausencia de perturbaciones en el modelo, el pronóstico se cumple al pie de la letra (determinístico). Una de las implicaciones de la teoría del caos, es que no hay aleatoriedad, es decir, no hay incertidumbre, siempre se puede saber el resultado de algo si se tiene toda la información disponible. Un caso equivalente es el de los fractales. La ciencia de la complejidad aparece como un nuevo y estimulante desafío, aunque aún no se hallan ultimadas ni definidas sus fronteras de manera clara e incuestionable. Por el momento es poco más que la idea de una idea. En realidad, complejidad no significa necesariamente complicación, sino repetición de elementos simples que se reproducen y proliferan. Hoy sabemos simular este fenómeno en una pantalla de ordenador: partiendo de una forma elemental vemos que se reproducen dibujos elaborados a los que llamamos formas fractales.

3.4.3.2 Estructuras

El estudio de estructuras no es simplemente un estudio de posiciones, sino que se refiere en gran medida a la transmisión de algo a través de dicha estructura (comunicación, información, difusión de pautas de comportamiento, poder e influencia) así como a la mayor o menor integración social que posee el grupo analizado (cohesión social). Para poder estudiar dicha transmisión es imprescindible analizar la

estructura por la que fluye. Ciertamente, las conexiones internas de la estructura condicionan todo el proceso de circulación. Y no solamente la forma en que se produzca la trasmisión por dentro de la estructura, sino también su intensidad, ya que las conexiones internas pueden no existir en absoluto o incluso estar dispuestas de tal forma que toda o parte de la estructura sea impermeable a la transmisión. A.R. Radcliffe-Brown afirmaba como "Existen ciertas ramas importantes de la ciencia, que teniendo cada una que tratar con ciertos tipos de clases o estructuras, intentan descubrir todas las estructuras de ese tipo. Así, la física atómica estudia la estructura del átomo, la química con la estructura de las moléculas, la cristalográfica con las estructuras de los cristales y la anatomía y fisiología con la estructura de los organismos. Sugiero, por lo tanto, que existe lugar para una rama de la ciencia natural que tendrá como tarea el descubrimiento de las características generales de esas estructuras compuestas por unidades que son seres humanos"⁴²⁸. El análisis estructural se emplea para los modelos desarrollados dentro de la escuela de White, sobre dominación, jerarquía o estudio de las estructuras de parentesco. En esa línea se emplea con profusión el análisis matricial. Destaca especialmente en el análisis de estructuras el análisis de redes sociales.

Redes Sociales. Desde los años treinta hasta los sesenta algunos antropólogos sociales y sociólogos, desarrollaron el concepto de red social y un método de análisis basado en datos de tipo relacional. En el inicio los antropólogos se apoyaron en el concepto de *estructura social* de Radcliffe-Brown para construir a partir de ahí la metáfora sobre la fábrica y el *tejido* de la vida social. A partir de este planteamiento se fue dando forma al estudio de la acción social organizada y la metáfora de la "red" social se fue introduciendo en la literatura psicológica y sociológica⁴²⁹. Los investigadores empezaron a estudiar la "densidad" y la "textura" de las redes sociales con las que trabajaban. A partir de los años cincuenta un pequeño grupo de especialistas empezó a preocuparse por el contenido formal de la metáfora de partida y en los primeros años de la década de los setenta aparecieron una gran cantidad de trabajos técnicos aplicaciones específicas. A partir de estos escritos

⁴²⁸A.R. Radcliffe-Brown, *Structure and function in primitive society*, New York, Free Press, 1952, p. 190.

⁴²⁹J. Scott, *Social Network Analysis*, London, Sage Publications, 1994, p.5.

surgió el concepto de análisis de redes sociales al mismo tiempo que la técnica se ocupó del análisis de datos relacionales y de una esfera más amplia de aplicaciones.

El análisis de redes sociales se constituye como un conjunto de métodos para el análisis de las estructuras sociales. Estos métodos están especialmente orientados hacia la investigación de los aspectos relacionales de dichas estructuras. La característica más distintiva de lo que constituye un análisis de redes sociales es el hecho de que se centra en las relaciones entre entidades sociales y en las pautas e implicaciones de esas relaciones. No hay duda de que la perspectiva analítica de las redes sociales ha crecido en popularidad porque permite a los investigadores estudiar no solamente los agentes sociales sino también las relaciones entre estos agentes. Entre los antecedentes teóricos del análisis de redes sociales, consideramos con Wasserman la confluencia de tres campos de investigación⁴³⁰. En primer lugar, en el ámbito de la psicología social, el *análisis sociométrico* que tuvo como soporte matemático la teoría de grafos y la *teoría de campo*. En segundo lugar en el ámbito de la antropología, destaca el grupo formado por los discípulos de Max Gluckman, tales como Barnes, Bott y Mitchell. Y en tercer lugar, en un contexto de investigación socioantropológica, consideramos los estudios de Mayo, Warner y Homans que más tarde serían sistematizados por los estructuralistas de Harvard. Durante los años 30 muchos de los teóricos de la Gestalt huyendo de la Alemania nazi, emigraron a Estados Unidos donde Kurt Lewin, Jacob Moreno y Haider llegaron a ser reconocidos en su labor académica y estimularon una cantidad considerable de investigación sobre problemas de la sociometría y la dinámica de grupos, utilizando el método de estudios de caso en el ámbito del laboratorio, buscaron en el estudio de los grupos la forma en que fluye la información y las ideas. Aunque se atribuye a Moreno el término "sociometría", éste puede ser una forma de describir el estilo general de la investigación que surgió a partir de la tradición de la gestalt. El trabajo de Moreno estaba basado en una orientación terapéutica de las relaciones interpersonales. Su técnica, expuesta en el clásico *Who shall survive*, de 1934, consistía en investigar cómo el bienestar psicológico se relaciona con las características estructurales de

⁴³⁰S. Wasserman y K. Faust, *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Nueva York, Cambridge University Press, 1994, p.7.

lo que denominó *configuraciones sociales*. Estas configuraciones están formadas a partir de los modelos concretos de intercambio personal, como atracción, repulsión, amistad y otras relaciones en las que la gente se encuentra involucrada y que son la base a partir de la cual tienen lugar los "agregados sociales a gran escala".

Los trabajos de Lewin sobre el comportamiento de grupo se publicaron en un libro que matizó su perspectiva de que el comportamiento del grupo se veía determinado por el campo de fuerzas sociales en las cuales el grupo se situaba⁴³¹. Afirma que un grupo social existe en un "campo", un "espacio" social que comprende el grupo junto con el ambiente que le rodea. No obstante el ambiente del grupo no se ve como algo puramente externo e independiente del grupo. El ambiente que realmente importa a los miembros del grupo es el ambiente percibido. El ambiente percibido, lo que los escritores en la tradición simbólica interaccionista llamaron la "definición de la situación", y su significado social se construye activamente por los miembros del grupo sobre sus percepciones y experiencias de los contextos en los que actúan. Así que, el grupo y su ambiente son elementos de un único campo de relaciones. Lewin afirmó que las propiedades estructurales de este espacio social, pueden analizarse a través de las técnicas matemáticas topológicas y la teoría de conjuntos⁴³². El objetivo de la *teoría de campo* es explorar en términos matemáticos la interdependencia entre grupo y ambiente en un *sistema* de relaciones.

En una aproximación topológica, la teoría de campo se interpreta como una conexión de puntos aislados mediante "senderos". Los puntos representan sujetos individuales, sus objetivos, sus acciones, y los senderos que les conectan representan las secuencias de interacción o causales. Así que, el modelo de campo describe las interdependencias interaccionales o causales dentro de las configuraciones sociales. Los senderos que existen entre los puntos actúan como enlaces, y el modelo de senderos divide un campo en un número discreto de "regiones", la separación entre regiones se nota por la ausencia de senderos entre ellas. Los senderos se extienden dentro y no entre las regiones. Las oportunidades que los individuos tienen para moverse en su mundo

⁴³¹K. Lewin, *Principles of Topological Psychology*, New York, McGraw-Hill, 1936.

⁴³²K. Lewin, *Field Theory in the Social Sciences*, New York, Harper, 1951.

social se determinan por las fronteras entre las regiones diferentes del campo entre las que están situados. Los límites impuestos por estas fronteras son las "fuerzas", que determinan el comportamiento del grupo. Así que, el campo social completo es un campo de fuerzas actuando sobre los miembros del grupo y conformando sus acciones y experiencias.

Las ideas de Lewin inspiraron a otros teóricos, como Cartwright, que junto con el matemático Harary, se consideraron pioneros en la aplicación de la teoría de grafos a la conducta de grupo. Dicha teoría fue formulada primero por Koning⁴³³, pero como muchos de sus trabajos se publicaron en Alemania en los años treinta, tuvo poco impacto en el mundo intelectual internacional. Para la mayoría de los investigadores esta teoría fue conocida cuando su libro fue publicado en Estados Unidos⁴³⁴, y sus ideas desarrolladas por Harary y Norman. Newcomb fue uno de los primeros investigadores que exploró las posibilidades de la teoría matemática de grafos⁴³⁵. Afirmaba que había una tendencia a que dos personas que han estado cerca una de otra, adopten actitudes similares ante terceros o eventos. Por otro lado, Cartwright y Harary consiguieron sistematizar los postulados de Lewin y Moreno en una nueva síntesis que resultó ser un modelo para investigar la cohesión del grupo, la presión social, la cooperación, el poder y el liderazgo⁴³⁶.

La línea de trabajo de la Universidad de Harvard durante los años treinta y cuarenta, se centró en la investigación de "relaciones informales" en sistemas a gran escala. El trabajo de Lloyd Warner y Elton Mayo estuvo influido por las ideas de Radcliffe Brown y tradicionalmente por Durkheim. Lloyd y Warner trabajaron juntos en una serie de investigaciones muy estrechamente relacionadas sobre la vida laboral y la vida en comunidad en América. El proyecto más relevante con el que ellos y sus colegas de Harvard se dieron a conocer fue la investigación llevada a cabo en la compañía eléctrica *Hawthorne*, de Chicago, y un estudio de una comunidad en New England conocido

⁴³³D. Koning, *Theorie der endlichen Graphen*, New York, Chelsea, 1950 edition (1st. Ed. 1936).

⁴³⁴J. Scott, *Social Network Analysis*, London, Sage Publications, 1994, p.12.

⁴³⁵T. Newcomb, "An Approach to the Study of Communicative Acts", *Psychological Review*, 60 (1953).

⁴³⁶ D. Cartwright y F. Harary, "Structural Balance: a Generalisation of Heider's Theory", *Psychological Review*, 63 (1956).

como *Yankee City*. Estos estudios han llegado a ser clásicos en la investigación social. A partir de los trabajos de observación en la compañía Hawthorne, Warner decidió empezar un estudio antropológico, mediante observación de la conducta de un grupo de trabajo en el ambiente natural de la compañía.

La importancia de estos estudios para el desarrollo del análisis de redes está en su uso de sociogramas para hacer el informe de la estructura del grupo, ya que el equipo de investigadores construyó esos sociogramas para ilustrar la estructura de las relaciones informales en el trabajo en grupo. Así que en estos gráficos se mostraban aspectos de la conducta en grupo como participación en juegos, polémica a la hora de cerrar o dejar abiertas las ventanas, actividad en el puesto de trabajo, ayuda, amistad y enemistad. Según Wasserman, Hawthorne fue la primera investigación importante que usó sociogramas para describir las relaciones observadas en situaciones reales⁴³⁷. En sus diagramas, los sujetos estaban representados por círculos y sus relaciones por flechas. La similaridad de estos diagramas con los sociogramas se desarrolló posteriormente, ya que para los investigadores en dinámica de grupos eran obvios, pero éstos no indicaron como surgió la idea a partir de tales diagramas. De esta forma los sociogramas aparecieron para suplir la carencia de alguna interpretación teórica de cómo las redes sociales podían dar forma a la conducta de los individuos.

Warner, mientras tanto, empezó un estudio en la ciudad Newburyport, en New England, a la que dio el seudónimo de "Yankee City". Este trabajo de campo se llevó a cabo entre 1930 y 1935, y la investigación fue concebida como un auténtico estudio antropológico de una comunidad urbana moderna. Combinó la estrategia de observación con la entrevista y documentos históricos. El trabajo de Warner muestra una rica variedad de influencias teóricas, la de Radcliffe-Brown, fue la más significativa, además de la visión organicista de la sociedad. Esto permitió a Warner enfatizar aquellos factores como estabilidad, cohesión e integración en la estructura de las comunidades. Pero también recibió de las ideas de Simmel el concepto de "relaciones recíprocas" y la influencia del número en la vida del

⁴³⁷S. Wasserman y J. Galaskiewicz, *Advances in Social Network Analysis*, Thousand Oaks, CA, Sage Publications, 1994.

grupo. Siguiendo la terminología de Simmel y otros sociólogos alemanes, también adoptada por Moreno, Warner hablaba de "configuraciones" sociales, manteniendo que la organización social de una comunidad está formada por un entramado de relaciones a través del que la gente interactúa entre sí. La configuración social de la que se compone una sociedad moderna, argumentó Warner, está formada por varios sub-grupos, tales como la familia, la iglesia, las clases y las asociaciones. Junto a esto también encontramos al subgrupo que denominó *clique*: "una asociación informal de personas entre los que hay un grado de sentimiento de grupo y de intimidad, y en la que se han establecido cierto grupo de normas de conducta"⁴³⁸. Una "clique" es un grupo de amigos íntimo, sin parentesco y cuyo número de miembros varía desde las dos hasta las treinta o más personas. Para Warner la "clique" tiene el mismo significado social en los estudios de comunidad que tuvo el grupo informal en los estudios de Hawthorne.

El concepto describe una particular configuración de las relaciones interpersonales informales. Este puede considerarse uno de los primeros usos de la terminología de redes para describir la estructura de todas las sociedades en subgrupos. En los informes de Yankee City se usaron varios diagramas para modelar aspectos como la estructura de clase y la organización de las estructuras familiares. También construyeron diagramas para los cliques. Para representar la estructura social que describieron, dibujaron los cliques como una serie de círculos en intersección, pero no avanzaron análisis estructurales formales de estos diagramas. En el segundo volumen de Yankee City, sin embargo, había un intento de comprender mediante lo que denominaron "análisis posicional"⁴³⁹. Las ideas que surgieron en Hawthorne, Yankee City y otras investigaciones similares se desarrollaron de forma paralela a la tradición sociométrica de investigación en grupos pequeños, pero no hay evidencia de puntos de encuentro entre las dos tradiciones e incluso ni parecen darse cuenta una de otra durante la década de los treinta y los cuarenta.

⁴³⁸W.L. Warner y P.S. Lunt, *The Social Life of a Modern Community*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1941, p. 32.

⁴³⁹Ibid., p. 52.

En el trabajo de George Homans, sin embargo, tuvo lugar la primera intersección importante de estas dos corrientes de investigación. Homans, un miembro de la facultad en el Departamento de Sociología de Harvard, estaba insatisfecho con la gran teoría de colegas como Parsons, que consideraba que operaba con un nivel de análisis demasiado abstracto. Homans afirmaba que la teoría social tenía que construirse a partir de los orígenes de una firme comprensión de la interacción social a pequeña escala. Con este fin, empezó, durante el final de los cuarenta, a sintetizar el conjunto de investigaciones sobre grupos pequeños llevada a cabo en Estados Unidos. Emprendió un trabajo de síntesis teórica, extrayendo información de los trabajos experimentales de los psicólogos sociales y los trabajos de observación de sociólogos y antropólogos. Su síntesis teórica se centró alrededor de la idea de que las actividades humanas llevan a la gente a interactuar con los demás, y que esas interacciones varían en su "frecuencia", "duración" y "dirección", siendo la interacción la base de aquellos "sentimientos" que se van desarrollando entre los sujetos. Homans vio en la sociometría de Moreno un contexto metodológico que le proporcionaba una estrategia para aplicar su teoría a situaciones sociales específicas. El marco teórico que Homans adoptó para explicar la conducta de grupo fue una elaboración del modelo de los primeros investigadores en pequeños grupos, que comprenden al grupo como un sistema en un ambiente. Dividió la estructura de cualquier grupo en un "sistema interno" que expresa los "sentimientos" que surgen a través de las interacciones de sus miembros, y un sistema "externo" a través del que las actividades están relacionadas al problema de la adaptación medioambiental. El ambiente mismo está formado por contexto social, físico y técnico de la conducta de grupo. Homans se ocupó fundamentalmente del "sistema interno", que lo consideró como un concepto más científico que el de "organización informal". Su interés se centraba en la elaboración científica de intuiciones de investigación sobre las organizaciones informales mediante la conversión de estas intuiciones en proposiciones sobre la estructura de "sistemas internos". Con este fin, se establecieron una serie de hipótesis sobre el sistema interno, empezando a partir de la asunción de que la gente que interactúa frecuentemente con otros tienden a parecerse más entre sí y

que si la frecuencia de su interacción aumenta, aumentará el grado de su parecido.

A pesar del poder de síntesis de la sociometría y la investigación antropológica de Homans, hubo pocos avances importantes que surgieran directamente de su trabajo. El mismo Homans llegó a estar cada vez más orientado a explorar la explicación de la conducta social usando modelos de intercambio conductual y racional y llegó a identificarse en el marco de la teoría del intercambio⁴⁴⁰. La diferenciación entre "redes totales" y "redes parciales" provenía de otro grupo de investigadores. Fue el trabajo de un pequeño grupo de activos trabajadores de campo asociados con el departamento de Antropología Social de la Universidad de Manchester, los más destacados fueron John Barnes, Clyde Mitchell y Elizabeth Bott, el que dotó de marco teórico al análisis de redes sociales; estos autores conocidos como los antropólogos de Manchester, estuvieron más influidos por Radcliffe-Brown que sus colegas de Harvard. Intentaron desarrollar sus ideas en una nueva dirección. En vez de enfatizar la integración y la cohesión, enfatizaron el conflicto y el cambio.

Una figura central en Manchester fue Max Gluckman, que combinó un interés por las sociedades africanas complejas paralelo a una preocupación por desarrollar una aproximación estructural que reconocía el papel importante que desempeña el conflicto y el poder tanto en el mantenimiento como en la transformación de las estructuras sociales. Para Gluckman, conflicto y poder fueron elementos integrados de cualquier estructura social y sus análisis recalcaron las actividades de negociación y coacción siempre presentes en la producción social de la integración. El trabajo de los antropólogos de Manchester, pone su énfasis en la búsqueda de estructuras como "redes" de relaciones, combinando las técnicas formales de análisis de redes con conceptos sociológicos fundamentales. Esto proporcionó una impresionante y poderosa mezcla, que la acercó al marco teórico emergente de la "teoría del conflicto" en sociología, pero su énfasis en las relaciones interpersonales significó que no apareciera como una auténtica alternativa a la teoría Parsoniana.

⁴⁴⁰G.C. Homans, *Social Behaviour*, London, Routledge, 1961.

Los investigadores de Manchester prestaron menos atención a las normas e instituciones formalmente institucionalizadas de una sociedad y más a la configuración común de relaciones que surgen del ejercicio del conflicto y el poder. Las ideas teóricas heredadas eran adecuadas para sociedades basadas en relaciones de parentesco, así que eran inadecuadas para entender estos fenómenos sociales. Se empezaron a sistematizar nociones tan metafóricas como "web" y "network" de relaciones sociales. Inicialmente estos investigadores empezaron a emplear la idea de red social simplemente en sentido metafórico, pero Barnes, a principios de los cincuenta, aplicó esta idea de una forma más rigurosa y analítica. Su aproximación tuvo una considerable influencia del trabajo de Bott, y los dos empezaron a explorar más de cerca el trabajo que se había iniciado en la tradición sociométrica⁴⁴¹. Fue Clyde Mitchell el que sentó las bases para un contexto teórico sistemático del análisis de redes sociales. Mitchell volvió a la teoría matemática de grafos que había surgido en las primeras referencias de la sociometría, y reformuló estas ideas para que formaran parte de un marco teórico claramente sociológico.

Tanto con las ideas que habían empezado a cristalizar durante los cincuenta en su propio trabajo como con el trabajo de sus colegas dio cuerpo a conceptos sociológicos que, creía, que se podían aprovechar adecuadamente en las propiedades estructurales de la organización social. La adaptación que hizo Mitchell de la teoría de grafos y de la sociometría a un marco teórico sociológico le permitió aunar aquellas características de la organización interpersonal e "informal" que habían sido delineadas por Mayo, Warner y Homans. Barnes emprendió un trabajo de campo en un pueblo de pescadores en la parte suroeste de Noruega. Aunque era una comunidad de un pueblo muy pequeño, no era una estructura local aislada exclusivamente a través de las relaciones de parentesco de sus miembros. Era una parte integral de una sociedad nacional compleja y socialmente diferenciada, pero tenía sus propias instituciones económicas, políticas y otras, que estaban coordinadas, aunque de una forma más bien imperfecta, en un sistema integrado.

⁴⁴¹J.A. Barnes, "Class and Committee in a Norwegian Island Parish", en *Human relations*, 7 (1954).

E. Bott, "Urban families: Conjugal Roles and Social Networks", *Human Relations*, 8 (1955).

Barnes estuvo concentrado en conocer el papel desempeñado por el parentesco, la amistad y la vecindad en la producción de la integración comunitaria. Estas relaciones fundamentales no estaban directamente atadas a territorios locales o a la economía formal o a la estructura política. En vez de eso, formaban una esfera distinta y relativamente integrada de relaciones interpersonales informales. Barnes señaló que "la vida social" podía verse como "un conjunto de puntos y algunos de ellos unidos por líneas" que formaban una "red total" de relaciones. La esfera informal de las relaciones interpersonales se consideró como una parte, una "red parcial" de esta red total⁴⁴².

Por otro lado, Bott estudió antropología con Lloyd Warner en Chicago, y asumió que, como Barnes, tenía alguna familiaridad con los estudios de Yankee City. Ella realizó algunos trabajos de campo sobre la vida de una serie de familias británicas mientras que A. Bott desarrollaba fundamentalmente relaciones de parentesco. También Siegfried Nadel, psicólogo austriaco, influido por Köhler y Lewin, estuvo influido por Bott y Barnes. Su punto de partida fue una definición de "estructura" como la articulación o disposición de los elementos que forman un todo. Para separar las "formas" de las relaciones a partir de sus "contenidos", argumenta que las características generales de las estructuras pueden describirse y pueden investigarse a través de un método comparativo.

Para conseguir este objetivo de la construcción de modelos formales, defendió una aproximación matemática a la estructura. La estructura social, de acuerdo con Nadel, es "un sistema completo, red o modelo"⁴⁴³ de relaciones que el analista abstrae a partir de las acciones de los individuos concretamente observables. Por "red", se refiere al "entramado de relaciones en el que, las interacciones que implican a uno, determinan aquellas que tienen lugar con otros"⁴⁴⁴. Nadel propondría al concepto de "rol" como el concepto central en la teoría sociológica. También que los métodos algebráicos y de matrices deberían aplicarse al análisis de roles, pero aparte de una o dos ilustraciones, dio pocas indicaciones de cómo debería hacerse. Mitchell

⁴⁴²J.A. Barnes, "Class and Committee in..." *Op. cit.*, p.43.

⁴⁴³S.F. Nadel, *The theory of Social Structure*, London, Cohen and West, 1957, p. 12.

⁴⁴⁴*Ibid.*, p.16.

y otros colegas en la Universidad de Manchester intentaron sistematizar este punto de vista durante los cincuenta y sesenta. De hecho, Mitchell, puede considerarse como el verdadero heredero de las aspiraciones de Nadel. Las ideas de Mitchell sobre el análisis de redes, a final de los sesenta, le llevaron a generalizar las concepciones de Barnes sobre el entorno de las relaciones interpersonales, a partir del concepto de "*orden personal*". El *orden personal* es el modelo de "enlaces personales individuales con un conjunto de personas y los enlaces que éstas personas tienen entre sí"⁴⁴⁵.

Estos modelos de interacción son para Mitchell, el entorno del análisis de redes. Tales redes impersonales, se construyen desde diferentes tipos ideales de acción, que combinan varias formas de redes de interacción concreta. Hay, en primer lugar, "comunicación", que incluye la transferencia de información entre individuos, el establecimiento de normas sociales y la creación de un grado de consenso. Por otro lado, está el "instrumental" o tipo de acción con propósito que implica la transferencia de servicios y bienes materiales entre la gente. Mitchell conceptualiza la "red total" de una sociedad como un conjunto de enlaces en constante ramificación, en constante proceso de reticulación, que se extiende dentro y más allá de los límites de cualquier comunidad u organización⁴⁴⁶. En investigaciones posteriores, argumenta que es siempre necesario seleccionar aspectos particulares de la red total y a éstos los denomina "redes parciales". Hay dos bases sobre las que tal abstracción puede proceder, aunque Mitchell concentra su atención casi exclusivamente en una de éstas. Primero, hay una abstracción que toma a un individuo como referencia y las redes que se generan "ego-centradas" de todo tipo. La segunda hace abstracción de un todo, representando las características "globales" de la red sobre algunos aspectos concretos de la realidad social: filiaciones políticas, obligaciones familiares, relaciones de amistad o de trabajo, etc. Para Mitchell y para la mayoría de los investigadores de Manchester, fueron el centro de atención las "redes parciales" ancladas en la individualidad.

⁴⁴⁵J.C. Mitchell, (ed.) *Social Networks in Urban Situations*, Manchester, Manchester University Press, 1969, p.10.

⁴⁴⁶Ibid., p.12.

Las "redes parciales" estudiadas por sociólogos y antropólogos sociales son siempre redes "egocentradas" alrededor de tipos concretos de relación social. Las redes interpersonales, según afirmaba Mitchell pueden analizarse a través de un número de conceptos que describen la calidad de las relaciones consideradas. Estos son la "reciprocidad", la "intensidad" y la "durabilidad" de las relaciones. Conceptos que entre las distinciones de Homans figuran como "dirección", "frecuencia" e "intensidad". Mitchell añadió un conjunto de conceptos, derivados de una traslación del lenguaje de la teoría de grafos al lenguaje sociológico. La "densidad", por ejemplo. A estos conceptos, Barnes añadió los "cliques" y los "clusters" como términos para identificar agrupaciones sociales con redes⁴⁴⁷.

Fue en Harvard donde se produjo un avance en el estudio de las propiedades globales de las redes sociales en todos los campos de la vida social. Una década después de las exploraciones iniciales de Homans, empezaron a aparecer una serie de publicaciones de Harrison White y sus colegas. Para Berkowitz, los elementos clave en este avance fueron dos innovaciones matemáticas paralelas⁴⁴⁸. La primera de éstas fue el desarrollo de modelos algebraicos de grupos usando la teoría de conjuntos para modelar el parentesco. Esto permitió una reconsideración de los primeros trabajos en teoría de grafos y otras ramas de las matemáticas y el intento de usar métodos algebraicos para conceptualizar el concepto de "rol" en estructura social⁴⁴⁹. La segunda innovación fue el desarrollo del análisis de escalamiento multidimensional, una técnica para representar relaciones en "distancias" sociales y para trazarlas en un espacio social. Mucho más en la tradición de los trabajos de Lewin sobre la teoría de campo, estos desarrollos proporcionaron un método de análisis muy adecuado.

La confluencia de estas dos líneas dieron importancia e influencia al trabajo del nuevo grupo de Harvard centrado en White. Este grupo desarrolló análisis matemáticos estructuralmente orientados, en relación con el modelado de todo tipo de estructuras sociales. No

⁴⁴⁷J.A. Barnes, "Graph Theory and Social Networks", *Sociology*, 3. (1969).

⁴⁴⁸S.D. Berkowitz, *An Introduction to Structural Analysis*, Toronto, Butterworths, 1982.

⁴⁴⁹F. Lorrain y H.C. White, "Structural Equivalence of Individuals in Social Networks", *Journal of Mathematical Sociology* (1971).

había un único foro teórico para su trabajo. La idea que unificaba era simplemente ese uso de las ideas algebraicas para modelar relaciones estructurales superficiales y en profundidad. Era el análisis de redes como un *método* lo que las unía. Muchos de los trabajos del grupo de Harvard estuvieron centrados en el *International Network for Social Network Analysis (INSNA)*, en Toronto. Esta asociación actuó como un foco para el desarrollo del análisis de redes sociales bajo el liderazgo de Wellman y Berkowitz, ambos formados con White.

El poder analítico del análisis de redes sociales ha llegado a ser usado como idea orientativa y como un cuerpo específico de métodos. Pero la aplicación de ideas de las matemáticas al estudio de las redes sociales ha llevado a algunos escritores a sugerir que el análisis de redes sociales ofrece la base para una nueva teoría de la estructura social⁴⁵⁰. No parece que haya duda en que el análisis de redes sociales se plasma en una orientación teórica particular sobre la estructura del mundo social y que está de esta forma ligada con teorías estructurales de la acción. Así que, el análisis de redes sociales es un conjunto concreto de *métodos* y no un cuerpo teórico específico. Una red social es un conjunto finito de actores o grupos de actores y las relaciones definidas entre ellos. Es el tejido formado por las relaciones entre un conjunto de actores que están unidos directa o indirectamente mediante compromisos, informaciones, etc. El análisis de redes sociales recoge todos aquellos procedimientos que utilizan el concepto de red social como instrumento analítico.

La característica que distingue al análisis de redes sociales es que se centra en las relaciones entre entidades sociales y en los modelos e implicaciones de estas relaciones. En vez de analizar conductas individuales, actitudes y creencias, el análisis de redes sociales centra su atención sobre entidades o actores en interacción y cómo éstas interacciones constituyen un contexto o estructura que puede estudiarse y analizarse. Estos principios distinguen el análisis de redes sociales de otras perspectivas de investigación. Junto al uso de conceptos relacionales que cuantifican estas interacciones, la perspectiva de red social plantea una variedad de asunciones sobre los actores, las

⁴⁵⁰J.A. Barnes y F. Harary, "Graph Theory in Networks Analysis", *Social Networks*, 5 (1983).

relaciones y la estructura resultante. Según Wasserman, serían las siguientes⁴⁵¹: a) los actores y sus acciones son vistos como interdependientes en lugar de unidades autónomas o independientes; b) las conexiones relacionales entre actores constituyen canales por los que se transfieren o circulan diferentes aspectos, sean materiales (como puede ser dinero) o inmateriales (como información, apoyo político, amistad o respeto); c) los modelos de redes sociales que se centran en el individuo definen entorno estructural de la red como una fuente de limitaciones o potencialidades para la acción de los individuos; d) los modelos de redes consideran la estructura (tanto social, como económica o política) como pautas duraderas de relaciones entre actores sociales.

El análisis de redes es apropiado para datos de tipo *relacional*. A diferencia de los datos de *atributo*, que se refieren a las actitudes, opiniones y conducta de los agentes sociales; es decir se refieren a las propiedades, cualidades o características que pertenecen a ellos, tanto a los individuos como a los grupos. Los datos *relacionales*, por otro lado, son los contactos, lazos y conexiones, las reuniones y adhesiones al grupo, que relacionan a un agente social con otros y no pueden ser reducidos a las propiedades de los propios agentes sociales. Estas relaciones conectan desde las *díadas* de agentes sociales, hasta sistemas relacionales más amplios. El método más apropiado para los datos relacionales es el análisis de redes, donde las relaciones se tratan como expresiones de los enlaces que operan entre los agentes.

El análisis de redes ofrece una nueva forma de responder a las preguntas de las ciencias sociales "al ofrecer una definición más precisa de aspectos de la estructura política, económica o social. Según Rodríguez el análisis de redes ofrece a la sociología un cuerpo teórico y metodológico que la hace capaz de responder a preguntas ante las que las aproximaciones analíticas individualistas habían (por su propia naturaleza) fracasado"⁴⁵². La unidad básica de análisis no es el actor individual (sea este individuo, organización, hecho, etc.) y sus atributos

⁴⁵¹S. Wasserman y K. Faust, *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Nueva York, Cambridge University Press, 1994, p.30.

⁴⁵²J.A. Rodríguez, *Análisis estructural y de redes*, Madrid, Centro de Investigaciones sociológicas, 1995.

sino la relación entre los actores. La psicología social, la antropología, la comunicación, la política y los estudios de organización social han sido los campos en los han tenido lugar las aplicaciones fundamentales del análisis de redes sociales. Por otro lado, algunos investigadores en psicología social aplicaron el análisis de redes al llamado *Apoyo social*, término utilizado para referirse a las relaciones en el contexto de la salud y el bienestar. Los primeros investigadores conceptualizaron el *apoyo social* como un recurso disponible formado por una red de amigos y conocidos (una red social) que ayudan a un sujeto a enfrentarse a los problemas cotidianos o a crisis más serias. Los estudios se han centrado en comprobar si una gran cantidad de *apoyo social* permite incrementar la salud, la felicidad y la longevidad. Más recientemente, los investigadores se han centrado en la composición de la red social y su rol a la hora de proporcionar apoyo social⁴⁵³.

Otro tema dentro del amplio ámbito de la psicología social es el de *la cognición social en escenarios locales*. La cognición social hace referencia aquí al estudio de las representaciones mentales individuales sobre el mundo social, especialmente sobre otros individuos y eventos sociales. Se refiere a las formas en que las representaciones mentales y los procesos de formación de opiniones interactúan de una forma dinámica con la información que una persona recibe sobre personas y eventos en su ambiente social más cercano. En este contexto se ha abarcado el estudio de fenómenos tales como procesos de formación, memoria de las personas, persuasión social, procesos de atribución y cambio de actitudes⁴⁵⁴. En el terreno del marketing se utilizan el análisis de redes sociales para entender mejor el comportamiento del consumidor. Arabie y Wind hacen un repaso de estas investigaciones en marketing⁴⁵⁵. Por otro lado, la investigación sobre élites se ha beneficiado bastante de esta estrategia de análisis, no solamente en el ámbito de formación de élites,

⁴⁵³M. Walker, S. Wasserman y B. Wellman, "Statistical models for Social Support Networks" en S. Wasserman y K. Faust, *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Nueva York, Cambridge University Press, 1994

⁴⁵⁴P. Pattison, "Social Cognition in Context: Some Applications of Social Network Analysis" en Wasserman, S. y Faust, K., *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Nueva York, Cambridge University Press, 1994.

⁴⁵⁵ P. Arabie y Y. Wind, "Marketing and Social Networks", en Wasserman, S. y Faust, K., *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Nueva York, Cambridge University Press, 1994.

sino también en los procesos de toma de decisión, comunicación, relación entre los grupos de interés o de presión y la construcción social de políticas⁴⁵⁶.

Redes neuronales. "Una red neuronal es un procesamiento masivo de información distribuida en paralelo que puede almacenar conocimiento empírico y hacerlo disponible para el uso. Recuerda al cerebro en dos aspectos. Primero que el conocimiento se adquiere por la red a través de un proceso de aprendizaje y segundo que las conexiones interneurónicas se conocen como pesos synápticos y se usan para almacenar el conocimiento"⁴⁵⁷. Las Redes Neuronales se pusieron de actualidad en 1986 cuando Rumelhart y McClelland mostraron que es posible resolver problemas de distinciones complejas mediante redes multi-nivel con funciones de activación no-lineales, usando un procedimiento simple de entrenamiento: los algoritmos *back-propagation*. *Back-propagation* y sus derivados son en la actualidad los métodos más importantes y difundidos de entrenamiento de redes neuronales. El término de *back-propagation* se refiere estrictamente hablando al método para computar el gradiente de error de una red *feed-forward*; por extensión, *back-propagation* se refiere al método de entrenamiento que usa *back-propagation* para calcular el gradiente de error. Las redes neuronales son un sistema computarizado multi-proceso compuesto por elementos de procesamiento sencillos, alto grado de interconexión, mensajes simples escalares e interacción adaptable entre elementos.

La parte más importante de la modulación de la red neuronal es determinar formas para ajustar los pesos de forma que la red realice un buen ajuste entre entradas y salidas: a esto se le llama "entrenamiento" de la red. El estudio de configuraciones de redes neuronales es tan complejo que aun cuando una red ha sido bien entrenada para resolver un problema, el usuario puede ser incapaz de entender como la red logra esto. En esencia los algoritmos están orientados a efectuar métodos de entrenamiento automático para el control entre entrada y salida. Para ello, se introducen una muestra de entrenamiento compuesta por entradas y salidas asociadas. El aprendizaje consiste en la

⁴⁵⁶D. Knoke, *Political network: The Structural Perspective*, New York, Cambridge University Press, 1990.

⁴⁵⁷S. Haykin, *Neural Networks: A comprehensive foundation*, New York, McMillan, 1994.

determinación de los pesos adecuados para relacionar configuración de entrada y la configuración de salida esperada. Básicamente el entrenamiento de estas redes consiste en una “pasada hacia delante” (forward pass) de la información por la red. Se calculan las salidas y se determina el error.

Después se efectúa una “pasada hacia atrás” (backward pass) donde se emplea el error de las unidades de salida para alterar los pesos atribuidos originariamente a estas mismas unidades. Apartir de esta discrepancia se determina el error en los nodos ocultos y se corrige (aprende). Para cada dato que se quiera aprender se ejecutan una pasada hacia adelante y otra pasada hacia atrás. Estos se repite una y otra vez hasta que el error este a un nivel suficientemente bajo.

Entrenar una red neuronal es, en muchos de los casos, un ejercicio de optimización numérica de una función usualmente no-lineal. Se usa el entrenamiento de redes neuronales cuando se enfrentan a problemas que, aunque poseen causa y efecto, son muy complejos para derivar y expresar mediante relaciones explícitas. En definitiva, la intención es definir una red específica educándola para detectar determinado tipo de configuración o patrón en la información y posteriormente emplearla para generalizar: es decir, habiendo aprendido a clasificar correctamente las muestras de aprendizaje, si se presenta una nueva información, la clasificará de acuerdo a los patrones aprendidos.

Dado que las muestras de entrenamiento facilitan los patrones para emplear en el futuro, a efectos de optimizar los pesos para cada nueva información, es importante que reunan determinadas características.

- Primera, las muestras deben reflejar todas las condiciones de entrada que están asociadas con la salida deseada, en cualquier combinación.
- Segunda, y más crítico, deben incluirse buenas excepciones para que optimice en base a diferencia de patrón.
- Tercera, los pesos en una red se ajustan para aprender una configuración particular, es difícil ajustarlos (empleando la misma red) para aprender un sistema de patrones nuevo o uno modificado.

Es decir, se modifica el aprendizaje introduciendo nuevas configuraciones como correctas la red probablemente dara todo como bueno. Esta situación, por la que se pide a la red neuronal que retengan lo que ha aprendido, y sea capaz de incorporar nuevos conocimientos (patrones) cuando se requiera, se conoce como el dilema estabilidad-flexibilidad.

- Cuarta, se necesita concentrar esfuerzo donde la clasificación es más difícil. Es más fácil distinguir entre entradas muy diferentes que causan salidas muy diferentes que entre entradas ligeramente diferentes que causan salidas muy diferentes. Si se debe tratar con ambos, la mayoría de los patrones deben de ser concentrados en las entradas difíciles de distinguir.
- Quinta, las redes neuronales son propensas a "sobre-aprender". Esto ocurre cuando la red reconoce una entrada para la que ha sido entrenada, pero falla en clasificar correctamente entradas no-vistas previamente, esto puede ocurrir si se emplean reiteradamente los mismos patrones en el procedimiento de entrenamiento con la pretensión de alcanzar una clasificación más precisa.

Podría ocurrir fácilmente que no sea posible comprender como está operando una red. Aún si la red clasifica correctamente todas sus entradas, y aparenta generalizar nuevas entradas, no hay forma sencilla de predecir lo que pasará cuando una entrada no-vista se presenta. La única forma es haciendo la prueba. Las redes neuronales efectivamente, pueden ser clasificadas como una aproximación del enfoque de "caja negra" a la solución de problemas, adecuada cuando el diseñador necesita un problema resuelto, pero no le importa como, y puede tolerar decisiones pobres si ocurren.

Los aprendizajes emplean algoritmos de entrenamiento supervisados y no supervisados. En las clases de redes neuronales que usan algoritmos de entrenamiento supervisados el investigador determina que salidas se esperan de las entradas de entrenamiento. En el aprendizaje supervisado, hay un "control" que en la fase de aprendizaje tutoriza la red sobre el mejor comportamiento ("aprendizaje reforzado") o cual debe ser el comportamiento correcto ("completamente

supervisado"). En los algoritmos de entrenamiento no-supervisados, la red aprende a clasificar entradas basada solamente en su similitud con otras entradas.

Los algoritmos de aprendizaje no-supervisados son útiles cuando el usuario no sabe exactamente que clases se desean o esperan, también permiten a la red descubrir patrones entre los datos. En el aprendizaje no supervisado: sólo se muestran los datos, se hallan algunas de sus propiedades del conjunto de datos y aprende a reflejar esas propiedades en la salida. Cuáles son esas propiedades exactamente, qué la red aprenda a reconocer, depende del modelo particular de la red y del método de aprendizaje. Para F. Bouza los modelos de reconocimiento de estructuras y pautas, tal y como lo plantean los modelos de redes neuronales, tienen una gran aplicación potencial en los estudios de comunicación. “aprender a encajar los discursos en modelos de procesos para la decisión, modelos que serán contrastados con los hechos. Si postulamos que ‘la comprensión se basa en lo que denominaré procesamiento primario, el cual, para una entrada dada, encuentra una estructura de datos con la que dicha entrada mantiene la relación más fuerte, e interpreta los objetos nuevos basándose en esa estructura hasta que se hace necesario emplear otra nueva’⁴⁵⁸, si postulamos esto partiendo de que ‘la interpretación es el acto de relacionar una entrada nueva de información con lo que ya se conoce’⁴⁵⁹, entonces estamos entendiendo el modelo de proceso en función del concepto información, y la comunicación política como ciencia y como práctica tiene como uno de sus objetivos importantes el conocer ese encuentro entre información nueva (p.e, la que se recibe en una campaña, o la que da un determinado medio de comunicación) y la información conocida. El factor ‘información conocida’ puede conocerse con aproximación suficiente para los diversos segmentos sociales, pero el encuentro de ambas informaciones no es un hecho mecánico: obedece a una lógica de integración y tratamiento de datos que es precisamente la que hay que desvelar, y esa lógica está sometida a variables colectivas (cultura, clase, p.e) e individuales (biográficas, en el más amplio sentido: historias de aprendizaje individual)”⁴⁶⁰.

⁴⁵⁸A. J. Sanford, *La mente del hombre*, Madrid, Alianza, 1990, p.51.

⁴⁵⁹Ibid., p.46.

Modelos ecuaciones estructurales. La investigación sociológica recorrió un camino importante desde los diseños correlacionales, el análisis de regresión y el “análisis de senderos”. Sin embargo, a principios de la década de los 70 quedaba claro que desde diferentes disciplinas se estaba considerando un problema parecido. Así, el análisis de senderos en sociología, los modelos de ecuaciones estructurales en econometría o los modelos de análisis factorial respondían a un mismo intento de modelado. Esta aproximación se consolidaría bajo un campo común denominado modelos estructurales ecuacionales. Los modelos estructurales se emplean en varias operaciones importantes, como son medición y explicación. Ambas dimensiones pueden combinarse, de modo que simultáneamente a la realización de una medición (por ejemplo, de variables latentes) se puede estructurar un diseño explicativo. Los denominados modelos causales son un área de actividad dentro de este campo. Es importante contextualizar el concepto de causalidad a un doble nivel, epistemológico y operativo.

Previamente a desarrollar en profundidad el concepto operativo de causalidad en el entorno del modelado estructural es importante destacar la lógica subyacente a este tipo de modelos. La noción de causalidad se encuentra directamente articulada sobre la noción de necesidad o necesario en el contexto del discurso científico. La noción de necesario se interpreta no en el sentido de que algo debe necesariamente acontecer, sino más bien en la idea de que algo que acontece debe de tener necesariamente una explicación. El conocimiento científico sólo reconoce como campo de actuación el de aquellos acontecimientos susceptibles de una explicación racional, es decir, que tienen una razón para suceder. Las cosas suceden por algún motivo, son causadas por algo. Esta idea que es central en el pensamiento de tipo científico, se encuentra en la base de la argumentación de los modelos causales.

En definitiva la pregunta es ¿qué variables pueden dar cuenta de los cambios que estamos apreciando en otras variables?. En ese sentido es destacable como la idea de necesidad no está referida a la obligatoriedad de que algo suceda, sino a que exista una explicación para

⁴⁶⁰F. Bouza, “Comunicación Política: Encuestas, Agendas y Procesos Cognitivos Electorales”, *Praxis Sociológica*, nº 3 (1998), pp. 49-58.

ello. En ese sentido, los modelos causales pretenden explicar y no sólo describir.

Vamos seguidamente a considerar los diferentes elementos que componen la lógica del modelado causal. Los modelos causales se apoyan sobre el modelo lineal general expresado en forma de ecuaciones estructurales simples o múltiples. Dado que los elementos que definen a este tipo de modelado han sido ya considerados en capítulos anteriores (linealidad, aditividad, etc.) no volverán a ser tratados aquí. Variables latentes y manifiestas. Un modelo causal plantea, esencialmente, que existe un sistema de relaciones de interdependencia entre un conjunto de variables. En ese sentido los conceptos importantes para el análisis causal están articulados entre sí.

La noción de orden causal conlleva la distinción de tipos de variables, así como de las relaciones entre ellas. La complejidad que adopten las relaciones nos lleva a la idea de sistemas y tipos de sistemas. Los modos que empleemos para hablar de dichos sistemas de relaciones nos conduce a las notaciones alternativas para poder expresarlos.

Una de las primeras consecuencias del análisis causal es el refinamiento conceptual de las variables. Estas poseerán una cualidad explicativa especial dependiendo de su posición estructural. El análisis no se limita a las variables manifiestas sino que incluye las variables latentes. De este modo, un modelo puede combinar simultáneamente variables manifiestas y variables latentes, que vendrán definidas por un conjunto de variables identificadoras de la variable latente. Por una parte, en función a su visibilidad encontramos las variables manifiestas, las variables latentes y las variables indicadoras que actúan de forma instrumental para determinar los efectos de las variables latentes. Si atendemos al criterio explicativo, la principal distinción atañe a las variables que se intenta explicar y aquellas otras que no. Tendremos por lo tanto variables que explican y variables que son explicadas. Estos dos conjuntos de variables no son disjuntos. Esto implica que tendremos variables que explican y a su vez son explicadas. Las variables exógenas son variables que sólo aportan explicación, pero que ellas mismas no son explicadas dentro del modelo que se propone. En el orden causal implican factores de explicación no explicada. Las variables endógenas

intervinientes son aquellas que explican y son explicadas dentro del modelo explicativo que estamos desarrollando. Por último las variables endógenas no intervenientes son aquellas que vienen explicadas dentro del modelo pero no contribuyen a explicar ninguna otra.

Realmente, un modelo causal es narrar una historia donde se explica algo. Nuestro repertorio de personajes está limitado a los que consideramos dentro del modelo, sus acciones se explicarán entre sí. Habrá personajes (variables) que actúan dentro la trama, pero no sabemos que les dirige o explica. Habrá personajes cuyos actos están explicados por las acciones de otros y que a su vez influyen en unos terceros. Por último estarán aquellos que, dentro del ámbito de la historia que intentamos contar, son explicados al máximo en sus actuaciones pero cuyo impacto en los demás no es tenido en cuenta, por esta vez, en la historia que sé está contando.

En ese sentido, un modelo causal no deja de ser una narración donde se intenta explicar el porqué de algo, con un número limitado de personajes (variables exógenas, endógenas intervenientes o endógenas). La explicación nunca es completa, ni del conjunto ni de cada personaje endógeno, por lo que restan residuales entre la explicación y los comportamientos que se detectan (varianza de las variables). La lógica explicativa indica que cuanto más residuales peor explicación, cuanto menos residuales, es decir, cuanto mejor se puedan predecir los cambios en el comportamiento de los actores-variables mejor modelo. Podemos pues diferenciar entre descripción, desarrollada mediante la introducción de variables intervenientes, que refinan el modelo y lo hace más detallado, y explicación, que dependerá del grado de ajuste con la realidad de las relaciones que encontramos.

En ese sentido explicativo una noción importante es la de variable común. Esta variable común (A) puede explicar dos variables relacionadas entre sí (B,C) sin disminuir su relación. En este caso la variable común valida indirectamente la relación entre B y C. Pero también una variable común a otras puede explicarlas simultáneamente. Por ejemplo, dos personas que se conocen y se relacionan (B y C), pero que ambas son inicialmente amigas de otra tercera persona (A) que los presenta y que casi siempre está cuando los otros dos se encuentran.

Puede plantearse una relación de orden entre los dos primeros pero lo evidente es que el conocido común explica porque se reúnen. Así, el número de reuniones entre ambos puede ser elevada (B,C), pero cuando se tiene en cuenta cuántas reuniones se realizan sin presencia del amigo común (A), este número deviene insignificante. Es decir, la reunión (covariación) entre B y C es dependiente de A, y si se controla por ella, la relación entre B y C puede devenir “espuria”.

Así, una relación espuria se revela cuando la asociación entre dos variables viene explicada por otra común a las dos. Así, la noción de causa común es aquella variable explicativa que siendo previa a otras dos que covarian, explica o no la covariación entre éstas. Como veremos, la noción de causa común es muy importante para falsar las hipótesis causales. En resumen, introduciendo el máximo de causas comunes (sean exógenas o endógenas) incrementamos la capacidad explicativa del modelo y su robustez a la falsación, mientras que la introducción de variables endógenas interviniéntes no comunes refinan el análisis, haciéndolo más descriptivo.

Una vez que poseemos un lenguaje para expresar ideas y explicaciones, el siguiente paso es contar una historia e intentar compararla con los datos que aportan la realidad (tal y como ha sido seleccionada y definida). Esta fase se denomina de especificación (contar una historia) y ajuste (comparar lo que decimos con los datos de que disponemos). Evidentemente, ninguna explicación es completa ni definitiva. Es parcial y fungible. No obstante, la existencia de una realidad (un proceso, una historia, acontecimientos) a explicar se impone inexcusable.

En ese sentido, la tarea del modelado, que pudiera parecer absurda, adquiere su verdadero sentido, deviene reveladora en la medida que exige una explicación al mundo, tanto de lo que creemos saber como de lo que no sabemos. Pasemos pues a introducirnos en el vocabulario y notaciones que nos forzará a reconstruir lo que incluso damos por evidente.

El contenido de los errores. Recordando nuevamente el aspecto central, en un modelo causal se presume implícitamente que las causas

no son únicas, y precisamente la importancia del residual (perturbación) en una relación indicará la importancia, en cantidad y calidad, de las variables que no están presentes en el modelo. En ese sentido, las ecuaciones mediante las que se representan los modelos intentan expresar matemáticamente la definición que el investigador hace de la realidad. Esto implica una simplificación importante que mostrará un margen de error mayor o menor en función tanto de la definición de la realidad, lo que existe y lo que no existe, como de la forma operativa que se le ha dado finalmente.

De este modo, el error en los modelos procede de dos fuentes de variabilidad diferentes: el error de las variables y el error de las ecuaciones. El error de las variables se deriva fundamentalmente de los defectos en las medidas de las variables y otras causas aleatorias. Este error se da en toda clase de datos manejados en los modelos, ya tengan éstos carácter observacional o experimental. Se les conoce, como errores de medición y son básicamente atribuibles a la forma operativa que se les ha dado o al procedimiento mismo de obtención de datos. Otro tipo de error es el que aparece asociado a las ecuaciones.

En ese sentido el error asociado a una ecuación es un dato importante a considerar en la medida que indica la “parte” no explicada de la argumentación. Expresado de otro modo, un error elevado indicará una explicación incorrecta (no están todas las variables importantes) o una argumentación incorrecta (especificación incorrecta). Este error está compuesto, por lo tanto, de las variables no introducidas en el modelo así como de errores en la determinación de la fórmula matemática exacta que une las variables entre sí (esencialmente aditiva o interacción).

La primera variabilidad del error procede del carácter no experimental de los datos, lo que supone el riesgo de explicaciones incompletas. Este error puede reducirse mediante una evaluación más detallada de la realidad (pensando más y mejor). El segundo es un error de análisis que puede ser reducido mediante una mejor especificación del modelo, es decir, realizando una tarea previa de análisis exploratorio más detallada.

Causalidad. Existe una dificultad evidente en establecer la noción de causalidad. En general, se consideran necesarias tres condiciones, Sellitz⁴⁶¹ para que se pueda plantear la relación de causalidad entre dos variables. La primera es la necesaria covariación entre las variables que se suponen ligadas causalmente. La segunda de las condiciones impone una asimetría u orden causal (temporal) entre la variable causa y la variable efecto. La tercera de las condiciones es algo más problemática, en la medida que exige que no existan otros factores o variables comunes que puedan explicar la covariación de las variables que se suponen relacionadas causalmente. De suceder esto, la aparición de esa causa común supondría la desaparición de la supuesta relación entre causa y efecto. Es evidente que la explicación causal es fuertemente dependiente de la teoría. Existe un número potencialmente infinito de variables (reconocidas como tal o no) que pueden estar influenciando sobre las dos simultáneamente. No existe ningún test estadístico que pueda revelar la existencia de estas variables. En ese sentido, la construcción de un modelo causal supone el cierre formal (abierto en la realidad) de un sistema. Para ello se selecciona un conjunto finito de variables y se proponen y evalúan relaciones entre ellas. Es muy importante tener presente la contingencia del modelo. Es especialmente importante recordar esta provisionalidad porque, en evitación de la parálisis investigadora, la recomendación tal y como señala Asher⁴⁶² consiste en operar sobre la base de que todas las variables están consideradas. En palabras de Blalock⁴⁶³ “no importa cuan elaborada sea una teoría, siempre es necesario establecer algunas presunciones. Particularmente, debemos asumir hasta cierto punto que los factores externos que afectan al modelo son estadísticamente despreciables. La aleatoriazación puede ayudar a resolver este problema, pero la plausibilidad de este tipo de presunción simplificadora es siempre una cuestión de grado.” Como tendremos ocasión de comprobar, las presunciones a las que alude Blalock se refieren preferentemente al error. En términos generales, hablaremos de causalidad cuando los cambios en una variable (llamémosle X) producen (tarde o temprano) cambios en otras variables (llamémosle Y). No obstante, es preciso

⁴⁶¹C. Sellitz; M. Jahoda y Otros, *Métodos de investigación en las relaciones sociales*, Madrid, Rialp, 1980

⁴⁶²H.B. Asher *Causal modeling*, Beverly Hills, Sage, 1983

⁴⁶³H.M. Blalock, *Theory construction: from verbal to mathematical formulations*, Englewood Chips, Prentice Halls, 1969

establecer una serie de aclaraciones de las condiciones en que se plantea ese "producir" cambios en otra variable.

Cambios medios. Estos cambios, al estar referidos a grupos de individuos (o diferentes unidades de análisis, pero siempre conjuntos de ellas) nos lleva a hablar básicamente de promedios o tendencias. Es decir, que la relación observada lo es para segmentos mayores o menores de población; esto implica que al ser promedios puede que dicho cambio detectado no exista realmente (es decir, ninguna unidad de análisis se ve afectada realmente de esa forma); debe entenderse entonces que, no sólo no es obligatorio o necesario el cambio a todas las unidades de análisis (es bastante probable que existan excepciones individuales o de grupos específicos de individuos), sino que además podría suceder perfectamente que los coeficientes de cambio que se determinan empíricamente no existan realmente en la magnitud estimada. Una relación causal, en este sentido, es probabilística y no obliga a todos (a diferencia de las leyes en una democracia, que sí obliga a todos). Cuestión diferente es el tratamiento o etiqueta con que se identifiquen las excepciones al promedio. Las excepciones en términos de distribución pueden ser casos atípicos o casos extremos. En el diagnóstico previo a cualquier análisis causal es imprescindible el estudiar estos casos que se encuentran fuera de la norma de variación o de covariación.

Es decir, que se comportan de modo distinto al patrón detectado en el conjunto de la población para la que poseemos datos. Existen razones para ello. Primera, validar los datos descartando errores de medición o grabación. Segundo, explicarnos porque esos casos o unidades de análisis son distintos. Podría suceder que dichos casos con un comportamiento extraño sean simplemente un caso de visibilidad. El riesgo evidente es que la producción de los datos o de las mediciones haya excluido (o se hayan excluido) segmentos de sociedad con un comportamiento equivalente. En ese sentido, el patrón detectado es simplemente consecuencia de la homogeneidad producida por la tarea de recoger información, lo que ha hecho más visible a una parte de la sociedad e invisible a otras.

En ese sentido, es urgente explicar los casos atípicos y extremos respondiendo a la pregunta ¿son unidades de análisis en condiciones individuales particulares o representan un caso de visibilidad de los segmentos sociales invisibilizados en el proceso de traducción de la realidad social en datos e información? En cualquiera de los tres casos, error de grabación, casos individuales o segmentos invisibles, debe de tomarse una decisión antes de proceder al análisis. El motivo es evidente; los casos extremos ejercen una influencia notable sobre los ajustes. En el caso de errores de grabación la solución es quizás más evidente, bastando con corregirlos o suprimirlos. En las otras situaciones, una vez explicados los casos atípicos o extremos, retirarlos del análisis sólo parece legítimo si son casos particulares y además hemos aprendido lo que significan con relación al resto de los datos.

La decisión en el caso que se determine mediante análisis que dichos casos representan situaciones de visibilidad excepcional de segmentos sociales (y condiciones sociales) ocultos sólo podría ser redefinir de qué se está hablando y de qué no se está hablando. Sería inaceptable la ocultación de los casos atípicos o extremos y mantener la ficción de investigar la sociedad. No debe olvidarse que la transformación de la sociedad en información/datos implica una traducción de ésta que aporta, a su vez, una fuente de variabilidad. En ese sentido, la variación, la covariación o cambios medios determinados entre dos variables puede verse condicionada por el proceso de obtención de los datos. De este modo, la traducción de la realidad con unas escalas y no otras, con unas variables y no otras, con un método y no otro, puede producir variabilidad en los coeficientes sintéticos y por lo tanto en los mismos cambios medios.

En esta revisión del significado de los cambios medios y sus condiciones de existencia e interpretación (validación, visibilidad/invisibilidad, casos particulares, traducción) nos falta considerar aquellos que siendo reales y habiendo superado todas las consideraciones anteriores dependen de condiciones teóricas para ser definidos como parte causal en un proceso explicativo. La relación empírica debe ir acompañada de una relación lógica que le haga verosímil. Se trata de un caso especial de relaciones espurias, donde una estrecha relación estadística no responde a ninguna explicación lógica

(no existe contigüidad en el espacio teórico entre las variables o conceptos relacionados). En ese sentido, la noción de causalidad es evidentemente teórica, en la medida que la relación no es por sí sola suficiente para definir causalidad.

La noción de causa es una noción asimétrica. Implica una ordinalidad temporal, una secuencia ordenada de covariaciones. La covariación entre dos variables no prueba por sí sola la presencia de causación. Como ya hemos advertido, un coeficiente de covariación expresa la fuerza con que está asociada la variación de dos variables, pero no afirma nada acerca de una hipotética dirección causal entre ambas. Un ejemplo de ello es cuando se presentan correlaciones expresas, es decir, asociaciones entre variables que no están relacionadas teóricamente. Cuando no existe una relación teórica, la asimetría tiende a ser arbitraria. En ese sentido, las covariaciones espurias sin contigüidad explicativa acostumbran a estar, a su vez, desordenadas lógicamente. La causalidad u orden de una asociación es un constructo teórico, que primero considera la asociación entre un conjunto de variables y no otras y segundo establece un orden entre ellas.

En resumen, el concepto de correlación habla de coordinación en la variabilidad de dos variables, mientras que el de causa lo hace de subordinación entre ellas (es decir, varían conjuntamente, pero una de ellas dependiendo de la otra, de algún modo a sus órdenes). Esto es importante en la medida que la noción de causalidad implica que el ajuste empírico (determinación de una relación mediante estimación) es condición necesaria pero no suficiente para definir causalidad. Por el contrario, la contigüidad lógica en un contexto cultural puede llegar, erróneamente, a aceptarse teóricamente como condición suficiente de causalidad, incluso en ausencia de evidencia empírica. Precisamente, esa es parte de la crítica de la sociología matemática con respecto a la sociología exclusivamente teórica: su tendencia a satisfacerse con la contigüidad lógica como condición suficiente para explicar el mundo.

Recordemos que el análisis causal intenta explicar la sociedad, pero en todo momento tiene el freno de lo qué puede saber y en qué condiciones. Este freno a reconstruir el mundo sobre condiciones suficientes (propio de las ideologías) y atender a las urgencias de las

condiciones necesarias es uno de los elementos centrales de la sociedad matemática y, evidentemente, del análisis causal. Cuando en un análisis causal se afirma que "X" es causa de "Y" no se afirma que "X" sea única causa de "Y". Existirán, probablemente, fenómenos sociales que dependerán de una sola y exclusiva causa. Sin embargo, es difícil que en un sistema tan interconectado como es el sistema social este caso sea el más frecuente. Ello es cierto incluso para coeficientes de correlación iguales a 1, donde la relación sea perfecta, en la medida que pueden existir otras variables que contribuyan en explicar la variabilidad de la dependiente, coordinada con la otra variable explicativa. Como casi siempre, será desde la interpretación que ofrezca la teoría como se resolverán las cuestiones de dependencia. Recordando nuevamente el aspecto central, en un modelo causal se presume implícitamente que las causas no son únicas, y precisamente la importancia del residual (perturbación) en una relación indicará la importancia, en cantidad y calidad, de las variables que no están presentes en el modelo.

Control y permeabilidad. Los datos que provienen de diseños no experimentales aportan evidencias menos concluyentes que aquellos otros que se obtienen de diseños experimentales. Uno de los motivos por los que la evidencia es más sólida en términos experimentales que en no experimentales viene dado por el hecho de que en diseños experimentales existe un control sobre las fuentes de variabilidad. Es decir, al mutilar o aislar el sistema de relaciones, la atribución a las variables de control de la variabilidad apreciada en las variables dependientes es neta, dado que se intenta que no existan otras fuentes de variabilidad que influyan. Sin embargo, en investigación sociológica, los sistemas causales se ajustan sobre datos que provienen de contextos permeables a la realidad que le rodea (variables no incluidas en el análisis, variables desconocidas).

Esto implica que la permeabilidad de la información y su sensibilidad a factores no controlados obliga a un escrutinio minucioso de la variación no explicada. Dentro del método científico, el método correlacional es una alternativa al método experimental siempre y cuando se acepten y reconozcan sus limitaciones. Como resumen, para que se pueda afirmar la noción de causalidad, es decir, que las variaciones en una variable (X) causan las variaciones en otra (Y), deben

de estar presentes tres condiciones: (1) La variable que se considera causa (X) debe preceder temporalmente/lógicamente a la variable efecto (Y), (criterio de asimetría) (2) Las variables que se consideran causa (X) y efecto (Y) deben de covariar, (coordinación estadística) (3) No deben existir explicaciones alternativas que, de un modo satisfactorio, den cuenta teórica de la covariación observada entre X e Y, (criterio de control desde la perspectiva correlacional).

Falsación de hipótesis causales. Como hemos podido apreciar, un aspecto esencial de la noción “causalidad” es que su naturaleza no es exclusivamente empírica. En ese sentido, su falsación no puede apoyarse exclusivamente en un test estadístico que compruebe su validez empírica. La cuestión con las hipótesis causales es que el concepto "fuerza causal" no es directamente observable, dado que es una noción teórica. Desde los datos sólo es factible determinar el grado de covariación. En ese sentido, la falsación se planteará en términos distintos a la existencia o no de covariación. "Una hipótesis causal es falsada si la fuerza de la asociación espuria entre las variables de interés es igual a la covariación observada entre esas variables". Básicamente, porque se ofrece una explicación alternativa a esa relación que se apreciaba. Es decir, la falsación de una hipótesis de causalidad se apoya en el modo en que la covariación (no sí existe o no) entre dos variables pueda ser explicada teórica y estadísticamente por otra tercera variable. En todo caso, si la covariación y la relación espuria no es igual, no significa que la hipótesis causal se haya validado. En la medida que los datos proceden de diseños no experimentales aún cabrán dos explicaciones posibles:

- a) Existe un efecto causal entre las variables
- b) Una causa común importante ha sido omitida

En ese sentido, una de las características del análisis causal, como parte del método correlacional, es que siempre está abierto a la posibilidad de variables comunes no presentes (explicaciones alternativas) y que puedan falsar relaciones causales aceptadas anteriormente.

Desde esta perspectiva, el análisis causal posee un gran potencial de autocrítica en la medida que su eficacia depende de la capacidad de los investigadores para pensar variables importantes que puedan haber sido omitidas de la explicación. Así, la covariación es importante, pero subordinada a la reflexión sobre la sociedad y sus componentes. Al mismo tiempo, la reflexión es importante para reconocer variables o dimensiones potencialmente útiles para explicar, pero siempre es una reflexión coordinada con las variables que ya se emplean en la actualidad. Una conclusión importante a destacar es que las explicaciones, por mejor ajuste a los datos que puedan demostrar, estarán en un riesgo importante de falsación siempre que empleen una visión parcial en la selección de variables (es decir, de la sociedad que se hace visible). No es nada bueno diseñar un modelo causal sin pensar muy a fondo que podemos estar excluyendo u olvidando, dado que la completitud en el diagnóstico es una pieza central en la existencia del modelo.

No será excesivo el espacio que dediquemos a recordar la necesidad de diagnosticar variables comunes. La calidad y potencia explicativa del modelo dependerá de ello en gran medida. No debemos olvidar el significado real de la incorporación de causas comunes: la extensión de las teorías (explicaciones). Es fundamental introducir las causas comunes a las variables para tener una teoría causal lo más completa posible. Los problemas principales que plantea la introducción de causas comunes son de dos tipos: matemáticos al incrementar la posibilidad de generar problemas de identificación del sistema y teóricos, dado que la introducción de una causa común a dos variables implica la introducción de dos nuevas hipótesis en la teoría. Con ello, las causas comunes actúan en el ámbito teórico simultáneamente al incrementar la potencia explicativa del modelo y hacerlo más descriptivo y refinado (completo).

La determinación teórica del orden causal. Como hemos mencionado anteriormente, consideradas dos variables, éstas pueden mostrar una coordinación estadística de tal forma que covarian. Sobre dicha coordinación observada puede articularse una relación teórica de subordinación entre ellas, donde una característica correspondiente a un caso (sea entrevistado, país, en definitiva, unidad de análisis) cambia de

valor en función a los valores que adopte otra característica diferente. Por ejemplo, horas de ver televisión en función de ingresos. Probablemente, existe un umbral de ingresos donde otros ocios reemplazan las horas de televisión. Por lo tanto, de existir correlación estadística, las horas de televisión está subordinada a los ingresos o renta disponible del entrevistado.

Parece evidente que el orden de subordinación que se establezca entre dos variables se "construye" sobre la existencia de covariación entre los valores de dos variables. De no existir covariación estadística, la subordinación (relación causal) entre variables pierde fundamento empírico. Analíticamente, podemos diferenciar cuatro posibilidades en ese orden causal para el caso de dos variables. En el momento de construir la secuencia de relación entre variables sobre la base del criterio de subordinación lógica pueden surgir problemas importantes. Algunas de ellas sólo se resolverán desde la aceptación de una teoría previa, especialmente en el caso de variables que acostumbran a ser de naturaleza exógena (como entre religión e ideología política). No obstante, si es posible establecer unas orientaciones metodológicas para la determinación teórica del orden causal. La noción de orden causal se establece habitualmente sobre la de "tiempo". Esencialmente, se resumen en la afirmación "lo que sucede después no puede causar lo que sucedió antes".

Si algo cambia, lo hace en función de un cambio previo en la variable de la que depende. Si instrumentamos la determinación del orden causal en función a qué variable cambia primero, es útil operativizar esta secuencia temporal. Es útil pensar que las variables tienen una fecha de "inicio" (o de fabricación) y otra de "término". Así, la fecha de inicio de una variable es el momento antes del cual no puede existir valor para esa variable. La fecha de término de una variable es el momento tras el que no existen cambios de valor posible. Por ejemplo, la variable "participar en la última Guerra Civil española", la variable tiene una fecha de inicio en 1936, y de terminación en 1939. Antes de 1936 no existía valor ni variable, después de 1939 el valor que posea cada caso es fijo (sí o no).

Siguiendo este criterio de inicio y término de una variable (cuando esto es posible) es factible el establecer una serie de reglas para determinar el orden causal entre variables (allí donde la teoría o la incertidumbre no prescriban un orden de subordinación en la covariación). a) Consideremos que y_2 varía en función de y_1 cuando la variable y_2 tiene una fecha de inicio posterior a la fecha de terminación de y_1 . Por ejemplo, la variable "actitud hacia la entrada de España en la OTAN" y "participación en la última Guerra Civil española". La opinión de los españoles acerca de la entrada de España en la OTAN, variará en función a su participación en la Guerra Civil, dado que la fecha de inicio (entrada de España en la OTAN) es posterior a la de terminación de "participación en la última Guerra Civil española"⁴⁶⁴. b) Podemos considerar que y_2 depende de y_1 cuando la variable y_1 se vincula a un paso, etapa o momento anterior de y_2 , dentro de una secuencia temporal bien conocida.

Un ejemplo de secuencia en sociología es el ciclo vital, donde se describe una trayectoria vital que es seguida por la inmensa mayoría de los que viven en una sociedad. Así, la secuencia vendría a ser, esquemáticamente,

- (1) características de la familia donde se crece
- (2) educación escolar
- (3) primer trabajo a tiempo completo
- (4) primer matrimonio
- (5) nacimiento de hijos
- (6) disolución de matrimonio por divorcio o muerte.

Y así continuadamente, concretándose tanto como el investigador desee. De hecho, el ciclo vital de un individuo se trenza, por así decirlo,

⁴⁶⁴La anticipación de una variable (es decir, pensar sobre su comportamiento futuro, puede hacer variar otra que le antecede temporalmente. Sin embargo, hay que considerar que la variable "anticipación de y_2 " es una variable distinta y anterior a la variable " y_2 ".

con el de sus padres y sus propios hijos o su entorno social. De este modo prácticamente todo aquello que acontece en el ciclo vital de un individuo, se podría hacer depender, teóricamente, del entorno familiar en que este desarrolla su personalidad y sus costumbres, así sucesivamente. c) Otro criterio es cuando una de las variables posee valores o atributos que se pueden considerar definitivos para cada individuo, mientras que la otra registra la posibilidad de que un individuo cambie de valor o atributo. Por ejemplo, una variable en la que difícilmente se cambia de valor es la variable género, y de hecho esta variable se emplea habitualmente para explicar la variación de otras variables sociológicas. d) Otra regla, que más bien es una orientación, afirma que si los valores o atributos que cada individuo o caso tiene registrado en una variable y_1 son relativamente estables, lentos de cambiar, mientras que los valores que registra otra variable y_2 son volátiles o poco estables, y_2 dependerá normalmente de y_1 . Así por ejemplo, si las variables son "preferencias religiosas" y "opinión sobre el gobierno", probablemente la segunda dependerá de la primera.

Es difícil infravalorar la importancia que posee una correcta especificación del modelo, tanto por sus consecuencias teóricas como por la prima de ajuste que se obtendrá al postular relaciones con probabilidad de ocurrir. Estas orientaciones anteriores ayudan a establecer con mayor consistencia el orden causal, en el sentido de postular una dirección causal, bidireccionalidad o simple coordinación estadística sin determinación de orden.

Las relaciones. Los modelos causales, en tanto que explicación narrativamente compleja de la realidad, aspira a explicar sistemas complejos de relaciones donde interviene un número importante de variables. La intervención de diferentes variables contribuye, en la práctica, a clarificar las relaciones existentes entre ellas. Así, por ejemplo ya nos referimos al caso de la relación espuria. Como se indicó, se denomina relación espuria a aquella covariación existente entre dos variables que es consecuencia de que ambas dependen de otra variable que es causa común de ellas y que da cuenta de la covariación. Esta es una posibilidad existente que debe ser evaluada en detalle, y en principio constituye una sospecha que pesa sobre toda covariación bivariante.

Dado que la determinación de la condición de relación espuria entre dos variables (donde su covariación observada viene inducida por su dependencia común de una tercera variable) se afirma teóricamente al definir la tercera variable como causa común, la introducción de variables en los modelos incrementa la potencialidad de control de covariaciones sin dependencia real. Si bien es interesante determinar relaciones no explicativas, es evidente que la finalidad última de los modelos causales es determinar relaciones explicativas. El término empleado para nombrar la relación entre variables es el de efecto dado que se postulan relaciones de causa-efecto. Según el tipo de relación entre variables, es decir, según su posición en el sistema se denominará el efecto (relación) de un modo u otro.

Debe recordarse que todo efecto responde a la presunción de una relación con contenido teórico y que responde a una hipótesis. Estableceremos dos tipos generales de relación, la que se produce en los dos sentidos estableciendo una dinámica de retroalimentación, y la que se produce en un sentido único: en primer lugar, un efecto directo indica una relación no mediada entre dos variables. En ese sentido, expresa que de existir variables que medien entre ellas dos carecen de entidad o significación teórica para ser explicitadas. Esto no siempre es así y el recurso a los efectos directos permite ocultar, incluso de modo no voluntario relaciones importantes. En ese sentido, recordemos que el entimema es una forma no correcta de razonamiento donde se da por obvia la segunda premisa. Los efectos directos deben evaluarse cuidadosamente, dado que muy posiblemente se den por evidentes variables mediadoras que deberían ser explicitadas para una mejor compresión del proceso en estudio. Los efectos directos responden al siguiente esquema.

Un efecto indirecto se produce cuando una variable causa influye en otra variable a través de una tercera variable que actúa como variable mediadora. Esta tercera variable que convierte lo que sería un efecto directo en uno indirecto se denomina, como ya se advirtió, variable interviniiente. Una de las ventajas de la introducción de variables interviniientes es que desvelan con una mayor nitidez la secuencia que sigue el mecanismo causal. Hemos podido apreciar como la variable interveniente convierte una relación directa en indirecta. Existe otro

tipo de variable que puede mediar en otra forma sobre el efecto existente entre dos variables. Es la denominada variable condicional. Las variables condicionales determinan la intensidad de los efectos causales. Por ejemplo, podemos afirmar que el grado en que se conozcan las normas que rigen las interacciones de los miembros de un grupo tendrá como efecto el grado de integración en dicho grupo. Sin embargo, aún con un alto conocimiento de las normas, la integración en el grupo se verá determinada por el interés que tenga el individuo en pertenecer a él. Un estudioso puede tener un conocimiento completo de las normas de un grupo de “punkies” y no por ello estar integrado en uno de ellos.

En cierto modo, las variables condicionales están siempre presentes si bien no se acostumbraba a explicitarlas, excepto cuando su intervención es especialmente relevante para la relación en estudio. Un tratamiento aparte requiere las relaciones condicionales bidireccionales. En algunos planteamientos teóricos no está clara la distinción entre variable causa y variable efecto, en la medida que ambas se afectan mutuamente. Este tipo de relación se denomina relación causal recíproca y es aquella en la que dos variables se influencian mutuamente. Es decir, la teoría prevé que una variable produce variación en otra, y ésta segunda en la primera.

Un tipo de fenómeno modelado con frecuencia de este modo son los conflictos sociales, por ejemplo estudiantes y policías, oposición y represión, etc. Así, las variables se afectan una a la otra secuencialmente en el tiempo. Esta retroalimentación está asociada a sistemas dinámicos, donde se producen espirales de calentamiento o enfriamiento según los signos de relación. Un efecto recíproco implica la presencia de ecuaciones simultáneas. Se trata, por lo tanto, de acciones y reacciones entre variables. Dada la variabilidad en los posibles ritmos de alternancia, pueden aparecer problemas específicos de medición, al detectar o no-sincronía. Se trata en definitiva de diagnosticar el posible retardo entre la evolución de las dos variables. Estos efectos recíprocos pueden establecerse directamente, en cuyo caso trataremos generalmente con dos variables.

Otra posibilidad viene dada por la presencia de efectos recíprocos indirectos, donde pueden estar involucradas más de dos variables; para el caso de tres variables se establecería una dinámica circular. En este caso de efectos recíprocos indirectos, las variables se afectan entre sí en una dinámica circular. Este tipo de relación es característica, en la medida que refleja claramente dinámicas de crecimiento o decrecimiento en un sistema. Dan forma por sí solas a unas tipologías específicas de modelos, así como a las técnicas para determinar los parámetros⁴⁶⁵. Un aspecto distinto al de los efectos es el de la covariación. Como sabemos, un efecto es una covariación expresada en términos de causalidad.

Cuando nos referimos a la covariación en los diagramas, estos son usualmente simbolizados mediante líneas con puntos de flecha señalando en ambas direcciones. Dado que no está especificada una subordinación entre variables son denominados efectos conjuntos. Los efectos pueden tomar signos dependiendo de la relación en que se mueva la variabilidad entre las variables. Si los valores en una variable efecto tienden a crecer cuando los valores en la variable causa tienden a crecer se establece un signo positivo, dado que la coordinación estadística entre ambas variables se mueve en el mismo sentido. Por el contrario, cuando una de ellas decrece en el caso de que la otra crezca el signo es negativo, dado que los valores en las dos variables se mueven en sentido distinto. Una cuestión interesante es, dado que los sistemas causales concatenan varios efectos causales con diferentes signos, determinar cuál es la relación entre una variable y otra.

Por ejemplo, supongamos una variable causa, 15 variables intervintentes mediando y una variable final. ¿Cómo podremos saber si la coordinación entre ambas es directa o inversa? En los modelos causales los senderos tienen signo. Un sendero es una serie de variables conectadas entre sí mediante grafos (efectos), siempre que el orden de los efectos se desplace en el mismo sentido. Es decir, no aparezcan mediando efectos recíprocos. Como regla para determinar el signo final de un sendero, es decir, en que direcciones se mueven la primera y la última variable del sendero, se deben multiplicar el signo de sus relaciones.

⁴⁶⁵Los efectos recíprocos se formulan mediante sistemas de ecuaciones simultáneas, que a su vez son el alma de las simulaciones basadas en retroalimentaciones.

Un sendero será positivo a menos que contenga un número impar de signos negativos. Si recordamos la regla de multiplicación de signos es evidente ($+ * + = +$; $+ * - = -$; $- * - = +$). Las relaciones que hemos considerado hasta el momento se establecen para un conjunto de variables, dando forma a sistemas de variables interconectadas denominados modelos causales. La noción de sistema es central en la investigación social actual. Ello viene dado por su gran utilidad, al permitir y exigir explicitar las variables que se consideran importantes, así como la forma en que se relacionan entre sí. Para ello debe superarse la idea que afirma "todo está relacionado con todo", explicitando aquellos nudos de covariación que son especialmente significativos para comprender y explicarnos la sociedad en que vivimos.

Sistemas supresores o de refuerzo. Otra clasificación interesante es la que se establece entre sistemas consistentes o de refuerzo y sistemas inconsistentes o supresores. Esta clasificación se apoya sobre el signo que se establece en los diferentes senderos y expresa en qué medida las variables se potencian o no entre sí. En otras palabras, los efectos o relaciones entre variables tienen signos positivos o negativos, expresándose en función a la polaridad de las variables. Este es un concepto importante. Supongamos dos variables con rango entre 1 y 10. El signo de su covariación puede ser positivo o negativo. Supongamos que es negativo, es decir cuando una de ellas crece la otra decrece. Bastaría con "girar" la dirección de una de ellas para conseguir un signo positivo en la relación.

Es importante mantener la significación en las relaciones y en algunas circunstancias la dirección de la escala es ciertamente arbitraria, como es en el caso de la ubicación ideológica (1 izquierda y 10 derecha o 10 izquierda y 1 derecha). Esta relación bivariante es extensible a los sistemas en su totalidad. Se denominan sistemas inconsistentes a aquellos donde algunos de los componentes en una relación tienen signos contrarios o también supresores, en la medida que los efectos que influyen en sentido contrario reduce el efecto total presente en esa relación. El procedimiento para determinar el carácter supresor o de refuerzo de un sistema es el siguiente. Un sistema es inconsistente si al menos un par de variables presenta simultáneamente signos positivos y negativos considerando tanto los efectos directos como los indirectos.

Si no existe tal par de variables el sistema es consistente. En un sistema consistente todas los coeficientes negativos pueden ser positivizados “girando” las variables (es decir, haciendo el mayor menor y el menor mayor).

El procedimiento operativo se basa en esta última apreciación. En primer lugar se determina cuál es la variable que recibe más efectos negativos y se gira su polaridad. Se determina cuál es la siguiente que recibe más signos negativos y se procede igual. Si al proceder así se eliminan todos los signos negativos el sistema es consistente o de refuerzo, sino es posible, es un sistema supresor. Esta característica de efecto supresor o reforzador es importante tanto en sentido técnico como en términos de argumentación de una explicación. En lo que se refiere a la capacidad explicativa los sistemas reforzadores tienden a expresar situaciones de “status quo” al reforzarse el efecto de las variables entre sí dentro del sistema, como es el ejemplo de clases sociales. Así, la clase social de los padres tiene un efecto directo positivo sobre la clase social de los hijos y los diferentes senderos que establecen las variables interviniéntes refuerzan ese efecto. Inversamente, los sistemas supresores tienden a corresponder con la noción de “consecuencias no esperadas” de forma que X tiene un efecto directo positivo sobre Y, pero al mismo tiempo genera una cadena causal que tiende a disminuir o reducir el efecto final.

Por ejemplo, el nivel educativo tiende a producir una relación positiva con respecto a temas sociales (mayor nivel mayor comprensión). No obstante, el mayor nivel educativo también correlaciona bien con ingresos (más nivel educativo más ingresos), pero ingresos se relaciona negativamente con la aceptación de temas sociales (más ingresos menor aceptación). En ese sentido, educación tiene un efecto directo positivo con respecto a la aceptación de políticas sociales (+) y uno indirecto negativo (+ por - = -) mediante la variable ingresos. De este modo, nivel educativo y aceptación de políticas sociales forman un sistema inconsistente. La importancia de la congruencia del sistema también afecta cuestiones de carácter técnico, como son la determinación de los efectos totales. En un sistema de refuerzo el efecto directo de X_i sobre Y_j siempre será de una magnitud igual o inferior al

efecto total. Por el contrario, en un sistema supresor el efecto directo entre dos variables puede ser superior al efecto total de dicha variable.

El efecto total se refiere a la suma de todos los efectos (directos e indirectos) de una variable sobre otra. No obstante, debe destacarse que aunque la polaridad (que cifra se atribuye a lo que es mayor y lo que es menor) en que se expresa una variable es arbitraria, es muy interesante intentar mantener una coherencia lógica argumental que no violenta la explicación en dependencia de la polaridad de la variable. Ambos factores deben de ser tenidos en consideración.

Estrategias de construcción de modelos causales. No existe, evidentemente, ningún algoritmo que por sí solo genere modelos causales. Estos son el resultado de un análisis de la realidad y del establecimiento de unas hipótesis sobre ellas. No obstante, desde un punto de vista instrumental si es posible establecer algunas orientaciones sobre como organizar la tarea.

1.- En primer lugar es importante determinar la lista de las variables que son importantes en el proceso estudiado. Este paso es esencial en la medida que implica una definición de la realidad que se desea estudiar. No debe olvidarse que los modelos matemáticos requieren de variables operativizadas, es decir datos. En ese sentido, difícilmente existe libertad para utilizar todas las variables que podrían ser interesantes. Esto es especialmente cierto en el caso de los datos provenientes de encuestas o secundarios. Sólo en el caso de datos primarios y cuando el coste o el tema de investigación lo permite existe una mayor libertad de diseño.

2.- Determinación del orden causal que se postula en las variables. Una vez listadas las variables que operaran en el modelo causal es preciso establecer la secuencia en que se relacionan entre sí. Como se mencionó, se postulan relaciones asimétricas entre ellas, en función a qué variable explica y qué variable es explicada.

3.- Especificación de las hipótesis causales. Es decir, establecer la cadena argumental explicativa del fenómeno social estudiado. En esta etapa se establece la potencia descriptiva de nuestro modelo explicativo.

4.- Elaboración del diagrama causal. A efectos prácticos, es útil establecer la secuencia mediante un grafo orientado que permita visualizar

qué variables están conexas entre sí y que variables están inconexas. En muchas ocasiones el grafo causal o diagrama causal permite detectar incongruencias en la explicación que se pretende ofrecer. La visión conjunta el sistema ofrece una potencia importante para evaluar el modelo que se propone. En términos prácticos, se procede escribiendo las variables con posiciones ordenadas indicando el orden causal. Tras esta tarea se introducen las hipótesis introduciendo flechas entre las variables de acuerdo a los efectos directos. Es una convención que los efectos no especificados son cero (0). Una vez sobre el diagrama causal es el momento de reflexionar si se han planteado todas las variables y relaciones que son pertinentes. Resulta evidente que la formulación teórica es un proceso activo donde la articulación de los sistemas depende de la fase de la investigación, del empleo de datos secundarios o primarios, etc. En ese sentido, se desarrolla una reflexión sobre la coherencia lógica de las relaciones que se postulan entre las variables así como de las limitaciones de la explicación que se está ofreciendo. Una vez que se especifica una teoría causal debe de ser contrastada con los datos para testar su eficacia empírica. En la fase de diseño del modelo los principios rectores son esencialmente teóricos, dando cuerpo a las hipótesis causales.

La determinación de las variables y su relación es una tarea previa al ajuste sobre los datos. En ese sentido, resulta interesante a la luz de la teoría establecer los modelos y dejar que posteriormente las limitaciones del acceso a datos restrinja el modelo. De ese modo se es más consciente de las variables que han podido quedar fuera (influyendo en el modelo desde fuera) así como de las limitaciones de la potencia explicativa del modelo. Como sabemos, los datos simplemente determinan el grado de covariación. No obstante, sabemos que la covariación no es una prueba de relación causal, dado que ésta puede estar provocada por causas comunes a las variables de interés. El diagrama causal está compuesto por las variables relacionadas mediante grafos orientados. Así, se disponen las variables y después se conectan entre sí aquellas para las que se proponga alguna relación teórica.

5.- Matriz de efectos. La matriz de efectos es esencialmente una matriz donde se expresan mediante ceros y unos la existencia o no de relación entre las diferentes variables. Normalmente, es una prueba más de comprobación de la completitud del diseño. Su planteamiento destaca sobre todo la ausencia de relaciones. En ese sentido, el diagrama causal es

útil para expresar lo que se quiere decir, mientras que la matriz de efectos destaca lo que no estamos diciendo. Así, en el diagrama se da cuerpo a la existencia de relación mediante el grafo y no es fácil evaluar que se está diciendo a su vez que no existe relación entre las variables donde no lo hay. En la matriz de efectos destaca sobre todo los efectos que postulamos que no existen. La matriz se construye listando todas las variables (tanto exógenas como endógenas) en la cabecera, y las variables efecto (o que son explicadas) en las filas. El procedimiento a seguir es que cuando existe efecto directo entre dos variables se pone un 1. En el caso que no se postule efecto directo entre dos variables se nota un cero (0). Como hemos destacado, un aspecto importante es el de las relaciones que postulamos igual a cero, es decir, que no existen. En esa línea, el completar la matriz es una labor que puede ayudar a desarrollar hipótesis interactivamente, dando una mejor forma al modelo.

Estas orientaciones para el diseño de los modelos causales deben considerar también la necesidad de simplificación de teorías causales. La noción de sistema es central en la investigación social actual. Ello viene dado por su gran utilidad, al permitir y exigir explicitar las variables que se consideran importantes, así como la forma en que se relacionan entre sí. Para ello debe matizarse la idea que afirma "todo está relacionado con todo", en la medida que algunas cosas están especialmente relacionadas, adoptando esa relación formas específicas arbitrarias. Hemos avanzado en el sentido de hacer operativa la noción de sistema, considerando analíticamente las unidades, variables y relaciones que lo componen.

Expresión matemática. Un modelo teórico, una explicación en definitiva, puede encontrar diferentes formas de expresión; ya sea en la apariencia de un diagrama, adoptando una enunciación verbal o escrita, en todos los casos se trata del mismo modelo. Una forma nueva de representar el mismo modelo es mediante un sistema de ecuaciones. Para ello, deberemos adoptar una serie de convenciones para poder formular el modelo ecuacionalmente. No existe una notación universalmente aceptada, (evidentemente, no existe una notación natural). No obstante, un modelo estructural no es simplemente un sistema de ecuaciones. Lo esencial es que dicho sistema represente el mecanismo causal que ha producido los valores observados en las

variables endógenas. En ese sentido, el diagrama causal expresaría una secuencia explicativa.

Presunciones. En el planteamiento de modelos causales son habitualmente necesarias un conjunto de presunciones que definen el marco de la especificación del sistema que se propone. Estas presunciones son testadas durante la fase de ajuste empírico del sistema de ecuaciones sobre los datos. Para un modelo expresado con las variables no trasformadas, es decir tal y como se han registrado, encontraremos normalmente cuatro presunciones básicas. La primera a considerar afirma que la media de los errores es cero para todas las ecuaciones. Lo que se afirma mediante esta presunción es que la ecuación estructural explica correctamente la variable endógena, en la medida que el efecto de las variables que no están en el modelo (y que son representadas por el error) tienden a cancelarse entre sí ($\mu_{\zeta_i} = 0$ para todo i).

Una segunda presunción importante afirma que los errores de las diferentes ecuaciones no covarian con las variables exógenas. La razón principal por la que el error y las variables exógenas pueden covariar es que ambas tengan alguna causa previa que sea común. La presunción indica que no existen causas comunes omitidas a variables endógenas y exógenas. ($\text{Cov}(\zeta_i, x_j) = 0$ para todo i, j). La tercera presunción afirma que los errores no covarian. La interpretación de dicha covariación, en el caso de producirse, es esencialmente que se han olvidado variables que son causa común a las endógenas en la fase de especificación. No debe pensarse que habitualmente la varianza de un error sea cero, dado que esto implicaría que el error es cero o una constante, cosas bastante improbable. La media de un error sí que puede ser cero, pero no su variación alrededor de la media. ($\Psi_{ij} = 0$ para todo $i \neq j$). Por último, una cuarta presunción plantea la posibilidad de que las variables exógenas, es decir, que no son explicadas dentro del modelo, puedan presentar covariación entre ellas ($\Phi_{ij} \neq 0$ para todo i, j).

Estas cuatro presunciones vienen a plantear las condiciones de funcionamiento del modelo, orientando a su vez sobre los posibles problemas que este muestra en su ajuste a los datos. Sin embargo, no es

habitual que el sistema se formule para las variables expresadas en términos “brutos” sino que estas sufren una serie de trasformaciones. La finalidad de estas trasformaciones es conseguir una mayor facilidad de estimación de parámetros así como mejorar la comparabilidad entre los coeficientes. A su vez, dichas trasformaciones dejarán su huella sobre las presunciones.

Los modelos recursivos y no recursivos. En general, podemos considerar una distinción importante entre dos tipos de sistemas, los sistemas recursivos y los no recursivos. Los modelos recursivos son aquellos modelos causales en los que todos los efectos causales se establecen en una sola dirección; es decir, se determinan relaciones asimétricas unidireccionales (y donde el error o perturbaciones está incorrelacionado entre las diferentes ecuaciones). Es decir, un modelo recursivo será A) jerárquico, donde todas las variables en el modelo pueden ser ordenadas y etiquetadas en una secuencia $y_1, y_2, y_3, y_4\dots, y_n$ de tal modo que para todo y_i e y_j donde $i < j$, y_j no se presenta como causa de y_i . Por lo tanto β_{ij} será igual a cero. Según esto, la primera variable endógena sólo podrá ser influida por una variable exógena. La segunda endógena sólo podrá ser influida por una exógena o la endógena anterior y así sucesivamente. Según este criterio de jerarquía, en un modelo recursivo no pueden aparecer relaciones reciprocas entre dos variables ni puede pasar que una variable endógena pueda influir mediante un efecto indirecto sobre otra anterior. B) los errores deben de estar incorrelacionados entre sí y con las variables exógenas. Esta característica permite el estimar los coeficientes mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios de forma insesgada y consistente⁴⁶⁶. En ese sentido, los modelos causales recursivos son fáciles de estimar. No obstante, en muchas ocasiones ambas presunciones son poco realistas. Con frecuencia, en muchos análisis es dudoso que las presunciones sean apropiadas. Por ello, no debe optarse por un modelo recursivo a la ligera, por comodidad o por conveniencia. A menos que se esté perfectamente convencido de que las relaciones son estrictamente unidireccionales (jerárquicas) y que los factores (o variables no incluidas

⁴⁶⁶El término insesgado se refiere a aquel estimado que, como media, es igual al valor real del parámetro. Por otra parte, el término consistente se refiere a aquel estimado que, cuando la muestra se aproxima a infinito, la distribución del estimado se aproxima a una distribución con la mayor probabilidad de estar centrada sobre el parámetro.

en el análisis) que están contribuyendo al error de cada ecuación son distintos para cada ecuación (no hay factores que influyan en común sobre ambas ecuaciones) no debe optarse por un modelo recursivo. El problema no debe ser de comodidad sino de acierto en la descripción completa y realista de un fenómeno social. Consideremos que si las presunciones no son ciertas (jerarquía e independencia de los errores) los estimados de los coeficientes (mediante Mínimos cuadrados ordinarios) serán inconsistentes y sesgados, con lo cual no sólo no habremos esclarecido nada, sino que lo habremos oscurecido. Los modelos no recursivos, por el contrario, postulan la posibilidad de efectos recíprocos, o con carácter más general, que se produzcan efectos en ambas direcciones dentro del sistema.

Un caso límite de no-recursividad lo plantea los modelos completamente no recursivos. En un modelo completamente no recursivo, todas las variables endógenas se ven afectadas por todas las demás variables endógenas y exógenas presentes en el modelo. No obstante, independientemente de su utilidad para la investigación no es conveniente definir modelos causales completamente no recursivos dado que dichos modelos son siempre subidentificados. Por el contrario, alguno de los parámetros del modelo no recursivo se supone que es igual a cero. Recordemos que un parámetro fijado a cero implica que hemos postulado que no existe un efecto entre dos variables. Como tendremos ocasión de comprobar cuando se considere el problema de la identificación, las presunciones que se adopten en el modelo recursivo serán de gran importancia para sus posibilidades de identificación. En general, las presunciones que empleemos serán que la media de las variables y los errores serán igual a cero (transformación mediante desviación a la media) y que los errores están incorrelacionados de las variables independientes. En un modelo no recursivo no tiene mucho sentido plantear que todos los errores están incorrelacionados de todas las variables endógenas. Siempre hay algún error que estará relacionado con alguna variable endógena, por el mismo planteamiento del modelo. Por el contrario, la presunción útil y que puede tener sentido teórico en un modelo no recursivo es que los errores están incorrelacionados entre sí.

Identificación en modelos recursivos y no recursivos. El concepto de identificación está ligado a las operaciones matemáticas que se realizan para efectuar el ajuste del modelo sobre los datos de que se disponen. En función al estado de identificación del modelo podrá o no tener un conjunto de soluciones que sean operativas para el investigador. De este modo, podremos afirmar que una ecuación está identificada (y un modelo causal en general) cuando sus parámetros se pueden determinar de modo único a partir del conocimiento que se puede extraer de un conjunto de observaciones completas y adecuadas. Lo primero que debe destacarse es que el problema de la identificación del sistema no es un problema de inferencia estadística. Un modelo no tendrá problemas de identificación por más inestable que sea la muestra que facilita la información para ajustar el modelo. El problema de la identificación se refiere a la relación entre información y parámetros estimar.

Se trata en definitiva de poseer más hipótesis que información para testarlas. En resumen, la identificación del sistema no es un concepto que esté relacionado con la calidad de los datos o la medición. Incluso con los mejores datos, es decir, con indicadores válidos y fiables procedentes de una gran muestra puede surgir el problema de la identificación. La identificación está directamente relacionada con la especificación del sistema, es decir, con las relaciones que planteamos que existen a efectos de explicar un fenómeno social. Como hemos podido apreciar, la identificación aparece como un problema especialmente en los sistemas no recursivos. En todo caso, podemos plantear algunas orientaciones para atenuar los problemas de identificación y sabiendo de antemano que restarán modelos matemáticamente no identificables. Dado que las condiciones de orden y de rango nos indican si una ecuación está subidentificada, identificada exactamente o sobreidentificada, el problema consiste en como actuar sobre las ecuaciones que plantean problemas.

Los procedimientos de restricción. Existen dos procedimientos básicos para intentar que un sistema de ecuaciones este identificado, las restricciones de coeficientes y las restricciones de covarianzas. Un tercer procedimiento consiste en la introducción de nuevas variables explicativas en el modelo. Las restricciones de coeficiente actúan imponiendo

limitaciones sobre los coeficientes que unen las variables medidas. Ya sean fijándolos a cero, etc. Por su parte, las restricciones de covarianza efectúan presunciones sobre la correlación entre las variables residuales. En los modelos recursivos la identificación es más simple dado que, por ejemplo, en este caso la mitad de los coeficientes son igual a cero (dado que no hay efectos recíprocos). Así, en un modelo recursivo afirmar que existe una relación entre Y_1 e Y_2 implica que el efecto inverso no se va a dar. Además, sabemos que en los modelos recursivos se efectúan presunciones sobre el error que si bien no son realistas, si se corresponden con la estructura teórica del modelo que se propone (asimétrico).

En ese sentido, efectuando las presunciones habituales en un modelo recursivo tendremos garantía de que estará identificado (Boudon, 1968). Por ejemplo consideremos un sistema no recursivo con tres variables con efectos recíprocos entre ellas. De acuerdo al criterio de sistema $1/23(3+1)$, obtenemos 6 ecuaciones. Por otro lado tenemos 9 incógnitas, compuestas por 6 coeficientes y 3 errores. Tendríamos más incógnitas que ecuaciones. Este es, como sabemos, un caso evidente de subidentificación o falta de información. Una forma de solución es mediante restricciones de coeficientes y de covarianzas. Si lo convertimos en un modelo recursivo fijaremos tres coeficientes a 0. Contando con la presunción recursiva donde la covarianza de las tres variables residuales están incorrelacionadas, tendremos finalmente seis ecuaciones con seis incógnitas. Tendríamos con ello una identificación exacta. Como ya sabemos, el planteamiento de un modelo recursivo es correcto siempre que tengamos seguridad de que las causa comunes han sido incluidas en él. En ese sentido, la especificación del modelo es una fase especialmente ligada a la verosimilitud y fiabilidad de los coeficientes estimados finalmente. Es decir, de la fiabilidad del modelo.

En los modelos no recursivos, por el contrario, la situación se complica en la medida que la inclusión de todas las causa comunes no garantiza la identificación del modelo, y por lo tanto su resolución. Cuando estamos considerando un modelo no recursivo no es posible efectuar las restricciones de los modelos recursivos. En este tipo de modelos no son practicables las presunciones que establecíamos en los modelos recursivos, acerca de las covarianzas entre las variables residuales. Ello convierte los modelos no recursivos en modelos que se aproximan

más a la realidad, dado que no presumen el que las variables residuales estén incorrelacionadas. Sin embargo, al eliminar esa restricción sobre las covarianzas de los errores se complica la tarea de la identificación. En los modelos no recursivos imponemos menos restricciones sobre los coeficientes y covarianzas, lo que conlleva un número mayor de incógnitas y a una mayor dificultad para obtener soluciones únicas. Además, el problema más frecuente se refiere a la situación donde las variables que explican en cada ecuación a las distintas endógenas tienden a repetirse en las diferentes ecuaciones. El modo para intentar identificar (y que por lo tanto tenga solución) los modelos no recursivos pasa por aplicar las condiciones de orden y de rango de forma que se pueda identificar las ecuaciones infraidentificadas. Cuando una ecuación está subidentificada no existe ninguna técnica de estimación que ofrezca estimados válidos. Por ello, hay que intentar transformar una ecuación subidentificada en otra identificada, generalmente introduciendo nuevas variables en el modelo. Estas variables nuevas a introducir en el modelo deberán afectar (explicar) sólo a determinadas variables (con ecuación infraidentificada). En ese sentido, la identificación mediante la introducción obligatoria de nuevas variables y condicionadas a una relación concreta supone en la mayoría de los casos una cierta violencia y forzamiento teórico del modelo. Por ello, aun cuando las modificaciones del modelo vengan impuestas desde la necesidad de identificación, la introducción de nuevas variables debe de estar, en primer lugar, teóricamente orientada. Es la teoría la que debería tener la última palabra en el sentido de indicar si es posible introducir nuevas variables, cuales deban de ser estas, así como su relación con las variables endógenas del modelo. Esto último es una cuestión importante, dado que no por el hecho de introducir nuevas variables se va a facilitar la identificación del sistema de ecuaciones, sino que esto dependerá de las pautas de asociación propuestas para las nuevas variables. Una asociación u otra facilitará la identificación o no.⁴⁶⁷ En una segunda instancia, es conveniente que esas nuevas variables posean determinadas propiedades estadísticas, algunas de las cuales son consecuencia directa de la sensatez teórica. En primer lugar, es conveniente que las nuevas variables sean variables exógenas, y no

⁴⁶⁷Muy probablemente, el principio de parsimonia haya establecido teóricamente la conveniencia de simplificar el modelo. Puede ser conveniente a efectos de la identificación del sistema de ecuaciones recuperar variables interesantes, pero descartadas por ese criterio de simplificación.

correlacionadas con el error de las variables endógenas. Además, deben de estar fuertemente asociadas con aquellas variables a las que están afectando teóricamente. La búsqueda de variables exógenas (predeterminadas) con dichas características no siempre es fácil. La alternativas son desfigurar el modelo explicativo o abandonar cualquier esperanza de solución. En cualquier caso, la introducción de nuevas variables aparece como alternativa a la supresión de efectos (coeficientes = 0). En principio no deberían suprimirse relaciones entre variables que supongan una especificación importante del modelo. Especialmente porque la supresión de efectos importantes, si realmente los son, puede sesgar la fiabilidad de los demás parámetros dentro del modelo. Como podemos apreciar, las condiciones que la de identificación impone sobre el modelo explicativo son bastante importantes. En el caso de los modelos recursivos, porque presume condiciones drásticas de jerarquía y de completitud de la especificación (incluyendo todas las causas comunes importantes). En el caso de los no recursivos, imponiendo la introducción de nuevas variables y además en una función relacional obligada, afectando a determinadas variables y no a otras. Por otro lado, la supresión de coeficientes (mediante la fijación de los efectos a cero) que fueron introducidos previamente en la fase de especificación del modelo implica la amenaza de sesgar los resultados estimados. Como puede verse, no son despreciables las consecuencias de la identificación (relación información e incógnitas) en la explicación que se pretende ofrecer.

El dilema es evidente, mantener una explicación que no podrá ser testada o degenerar, por imposición matemática, el modelo explicativo en función a sus posibilidades de solución. No se trata de modificaciones introducidas por el ajuste del modelo, donde las covarianzas encontradas en la estructura de los datos (entre errores y entre variables) imponen una revisión de lo que se pensaba, sino modificaciones conducidas por la mecánica interna del modelo propuesto. No es demasiado atractivo que la técnica de modelado de la realidad (explicación de ésta) determine las características finales de esta explicación. Evidentemente, las trasformaciones del modelo explicativo son un aspecto crucial de la tarea de investigar. Estas deberán desarrollarse siempre que sea teóricamente aceptable en el caso de sistemas subidentificados. No sería aceptable que algo tan importante

como es una explicación de los fenómenos sociales se vea sesgada por la necesidad de modificarla a efectos de ser solucionable. La prioridad debe ser siempre la mejor explicación, no la explicación que mi método de análisis de la realidad me ha permitido o me ha obligado a producir. Este es un fenómeno que supone un riesgo evidente, en la medida que la dinámica de modelado te conduce fuera de la explicación a un terreno donde las reglas de juego las imponen las matemáticas. No debería actuarse con timidez o complacencia y una opción a plantearse seriamente, dependiendo de las condiciones teóricas que imponga la identificación del sistema, sería optar por otra estrategia de modelado que permita vías alternativas de testar la explicación.

La subidentificación supone riesgos teóricos importantes, donde una de las principales ventajas es una nueva oportunidad para repensar el modelo (la explicación que se ofrece). Mientras en los modelos recursivos la causalidad está ordenada de forma asimétrica en una sola dirección, en los modelos no recursivos, aparecen relaciones que invierten el orden de la causalidad, estableciendo relaciones recíprocas. Esta distinción es especialmente eficaz en términos de identificación del sistema, es decir, esencialmente técnicos en tanto permite o no tener soluciones. Desde el punto de vista de la explicación es evidente que los modelos causales no recursivos son bastante más realistas que los modelos recursivos. No obstante, los problemas que plantean en términos de identificación los hace bastante poco frecuentes.

3.4.3.3 Modelos de elección racional

Realizaremos en primer lugar algunas consideraciones sobre la teoría de la elección racional para después considerar el papel de la teoría de juegos, procedimiento de modelado que ha sido considerado por la sociología matemática con preferencia a la construcción de funciones de utilidad característica de la aproximación económica. El atractivo de la teoría de la elección racional fue expuesto claramente por Coleman. Según éste, el gran atractivo de la “elección racional” como base de cualquier teoría es que contiene tal explicación de sí misma que no es necesario plantear más preguntas⁴⁶⁸. Esta idea por la que una

⁴⁶⁸J.S. Coleman, *Individual Interest and Collective Action: Selected Essays*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986.

acción racional no necesita explicación (la racionalidad, actuar en propio beneficio o utilidad se explica por sí mismo) es lo que la haría especialmente atractiva. Como afirma R. Boudon ‘la carencia de ‘cajas negras’ en la explicación’⁴⁶⁹.

Sin embargo, como señala Boudon, el hecho de que una teoría en particular sea atractiva no implica que sea aceptable, valida o cierta en cualquier circunstancia, lo que conduce a la pregunta de si la teoría de la elección racional es una teoría general, aplicable a cualquier fenómeno social. Para Boudon⁴⁷⁰ la respuesta es no, dado que la “elección racional” se apoya sobre la noción de razón instrumental (la que aplican los actores para alcanzar ciertas metas) y sin embargo también existe la razón no instrumental. El mismo M. Weber distingüía entre “racionalidad instrumental” y “racionalidad axiológica”. En ese sentido, la teoría de la elección racional no es una teoría general; no se puede aplicar cuando el actor realiza la acción X por que cree en Z y esta creencia le lleva a X independientemente de las consecuencias de esa acción. Boudon indica como estas objeciones pueden encontrar respuesta en dos estrategias distintas. La primera, mediante el recurso a un nivel más profundo. La acción que no parece respaldada por una racionalidad instrumental, si es instrumental a un nivel más profundo. Esto se consigue introduciendo la idea de que las creencias son consecuencia del propio interés.

Según Boudon esta proposición se encuentra no solo en la teoría de la elección racional sino también en otras teorías clásicas, como Nietzsche, Pareto o Marx, donde creo en X por que eso satisface mis intereses psicológicos o de clase. No obstante, parece difícil aceptar que todas las creencias se generen por su función psicológica o social. Weber ya advertía en su crítica a la teoría del resentimiento que el interés podía atraer la atención hacia algo o hacer que un individuo tome una posición concreta a favor o en contra, pero que este por si solo no produce convicciones. Una segunda forma de generalizar la teoría de la elección racional es recurriendo al enfoque de M. Friedman, donde lo que importa es el comportamiento y cualquier explicación de

⁴⁶⁹R. Boudon, “Limitations of Rational Choice Theory”, *American Journal of Sociology*, vol. 104, nº 3 (1998), pp. 817-828. p. 817.

⁴⁷⁰Ibid. p. 818.

este es valida, siempre que la teoría que incorpora el postulado reproduce adecuadamente los datos observados.

En este sentido, Boudon destaca como la teoría de la elección racional no adopta esta línea positivista, donde las motivaciones no son directamente observables. Por el contrario, enfatiza que la razón ultima siempre es el interés. Sin embargo, este planteamiento encuentra graves dificultades en muchos campos, por ejemplo en los estudios electorales. Es difícil mantener que los votantes maximicen alguna función coste beneficio mediante el voto. En sentido, la labor de la elección racional ha sido ingente⁴⁷¹, sin grandes resultados. Boudon concluye que la teoría de la elección racional solo es aplicable en situaciones claras de coste beneficio, no siendo por lo tanto una teoría general. Esencialmente por la definición estrecha de racionalidad. Boudon propone ampliar el concepto con una racionalidad cognitiva, donde lo que se evalúa es si una idea es aceptable o no aceptable. En ese sentido, la actuación no evalúa coste-beneficio sino si algo es o no defendible dentro de su conocimiento y con una racionalidad axiológica. En interpretación de Boudon⁴⁷², Weber entendía por racionalidad axiológica aquella en que se argumenta que una acción es correcta, por que existen fuertes razones. Así, una persona vota porque piensa que es su deber al creer en la democracia y que esta es mejor que sistemas alternativos. No obstante, no parece clara la definición de ambas racionalidades (cognitiva y axiológica) aun cuando Boudon intente fundar sobre ella un ‘modelo cognitivo’⁴⁷³ de la acción en el que la “acción racional” quedaría contenida como una parte de este.

Entre los modelos que se apoyan sobre la noción de elección racional, en condiciones de incertidumbre, destaca la teoría de Juegos. Partiendo del análisis de los modelos lineales (programación lineal) se desarrolla la teoría de juegos. La teoría de juegos, en auge dentro de la

⁴⁷¹E. Overbye, “Making a case for the rational, Self-Regarding ‘Ethical’ Voter...and Solving the Paradox of Not Voting’ in the process”, *European Journal of Political Research*, vol. 27 (1995) pp. 369-396.

⁴⁷²R. Boudon, “Le ‘paradoxe du vote’ et la théorie de la rationalité”, *Revue Francaise de Sociologie*, vol. 38 n° 2 (1997) pp.217-227.

⁴⁷³R. Boudon, “Social Mechanisms without Black Boxes”, en R. Swedberg y P. Hedstrom (eds.), *Social Mechanisms: An Analytical Approach to Social Theory*, New York, Cambridge University Press, 1998.

teoría económica y con un impacto mucho menor en la actividad de la sociología matemática, analiza aquellas situaciones en que varias personas o entidades (jugadores) interaccionan y compiten o pactan (juegan sujetos a unas reglas particulares) con un fin determinado (ganar el juego). El éxito o la efectividad de cada uno de ellos dependerá tanto de su propia estrategia como de las acciones que tomen otros jugadores. Fue en 1928 cuando von Neumann comunicó un curioso descubrimiento a la *Sociedad Matemática de Gotinga*: había hallado un método “racional” de aparear monedas; y ese hecho aparentemente tan simple fue el principio de una nueva rama de la ciencia, la teoría de juegos, que se considera un instrumento matemático potente para analizar las relaciones sociales del hombre, en particular las actividades económicas y empresariales. La teoría no fue difundida hasta que en 1944, von Neumann y Morgenstern publican su libro *Theory of Games and Economic Behavior*, en el que se llama la atención hacia la existencia y naturaleza exacta de ciertas lagunas fundamentales en la teoría económica.

Aunque su intención, consistente en revolucionar la teoría de la competencia imperfecta, no exitosa, proporcionó por primera vez métodos rigurosos para los estudios de los fenómenos sociales, y es innegable que se ha desarrollado hasta convertirse en una corriente importante de la moderna economía matemática. La Teoría de Juegos sería perfeccionada por otros investigadores como Nash que en 1950 desarrolló un concepto de equilibrio que ahora lleva su nombre, Harsanyi, que más recientemente ha estudiado los juegos en los que los jugadores no están completamente informados o Stackelberg que hizo destacadas aportaciones a la teoría de los mercados monopolísticos. De hecho, la teoría de juegos es, a partir de la obra de von Neumann y Morgenstern, uno de los principales instrumentos de análisis de la teoría económica en el estudio del oligopolio, que fue su principal fuente de inspiración y de otros aspectos en la teoría de la empresa y de la producción.

Oskar Morgenstern escribía⁴⁷⁴ en 1969 “La teoría del juego es una moderna disciplina que ha despertado mucho interés por sus

⁴⁷⁴Oskar Morgenstern, “Prólogo”, en Morton D. Davis, *Teoría de juegos*, Madrid, Alianza Universidad, 1971, pp.15-16.

nuevas propiedades matemáticas y sus muchas aplicaciones a los problemas sociales, económicos y políticos. La teoría se encuentra en una fase de activo desarrollo y ha comenzado a afectar a las ciencias sociales en un amplio espectro. La razón de que las aplicaciones sean más numerosas y se ocupen de problemas altamente significativos encontrados por científicos sociales, se debe al hecho de que la estructura matemática de la teoría difiere profundamente de los intentos previos para proporcionar bases matemáticas de los fenómenos sociales. Estos primeros esfuerzos se orientaron hacia las ciencias físicas y fueron inspirados por el enorme éxito que éstas tuvieron a lo largo de los siglos. Sin embargo, los fenómenos sociales son diferentes: los hombres actúan a veces unos contra otros, a veces cooperando entre ellos; tienen distintos grados de información uno acerca de otro y sus aspiraciones les conducen a contender o cooperar. La naturaleza inanimada no muestra ninguno de estos rasgos. Los átomos, moléculas y estrellas pueden coagularse, chocar y explotar, pero no luchan entre sí ni colaboran. Consecuentemente, era dudoso que los métodos y conceptos desarrollados por las ciencias físicas tuvieran éxito al ser aplicados a los problemas sociales. Los fundamentos de la teoría del juego fueron expuestos por John von Neuman, quien en 1928 demostró el teorema básico del minimax, quedando establecido el tema con la publicación en 1944 de *Theory of Games and Economic Behavior* (Teoría de los Juegos y el Comportamiento Económico). Se demostraba que los acontecimientos sociales pueden ser descritos de la mejor manera mediante modelos tomados de juegos de estrategia adecuados. Estos juegos son a su vez susceptibles de un análisis matemático completo. Al estudiar el mundo social tenemos necesidad de conceptos rigurosos. Debemos dar precisión a términos tales como utilidad, información, comportamiento óptimo, estrategia, pago, equilibrio, regateo y a muchos más. La teoría de juegos de estrategia desarrolla nociones rigurosas para todos ellos capacitándonos así para examinar la asombrosa complejidad de la sociedad bajo una luz totalmente nueva. Sin tales conceptos precisos no podríamos nunca esperar sacar la discusión de un estado puramente verbal y estaríamos para siempre restringidos a un conocimiento muy limitado, si es que realmente pudiésemos adquirirlo. Puede parecer que la teoría matemática resulta inaccesible para el lector menos familiarizado con las matemáticas. Este no es el caso: es posible dar una clara, comprensible y profunda

descripción de la teoría y de muchas de sus aplicaciones si se ha cumplido un importante requisito. E que intente hacerlo, quien desee dar una conversión en palabras de un orden superior, debe poseer una profunda visión de todas las complicaciones de la teoría y si es posible debería haber participado en su desarrollo". A partir de los años setenta ha recibido un gran impulso por su capacidad para hacer entender los mecanismos de competencia del mercado y otros tópicos de organización industrial, así como el comportamiento de los agentes económicos. No obstante, sería injusto afirmar que su aportación se reduce tan sólo al ámbito económico.

La teoría de juegos es adecuada para la toma de decisiones racionales en condiciones de incertidumbre totalmente inaprensibles, contrariamente a la teoría de juegos de azar (cálculo de probabilidades).

La aplicación de los modelos de elección racional en sociología han tenido un éxito muy limitado. Especialmente por la concurrencia de varios factores. La extensión en diferentes ámbitos sociales de la racionalidad instrumental permitiría la aplicación de métodos de modelado inspirados desde el ámbito económico. Sin embargo con limitaciones. Así, M. Navarro destacará como la cultura económica tiende a difundir sus patrones de cálculo a otros ámbitos de la actividad social, si bien con límites importantes en las diferentes permeabilidades sociales a la difusión de la racionalidad instrumental (generacionales, clases sociales, etc.). Además, el modelado mediante métodos basados en la "elección racional" encuentran las irregularidades que introducen las peculiaridades de la sociedad de consumo (comportamientos explosivos e irracionales inducidos), así como la presencia de comportamientos fuera de las reglas explícitas de juego (para determinar el cálculo racional). Así, M. Navarro indica como la difusión de los criterios de racionalidad aplicados a fenómenos sociales no económicos ha inducido a la aplicación de modelos equivalentes, como es la determinación de funciones de utilidad o matrices de pagos. "Todo ello ha originado la difusión de valores como el empirismo, el materialismo, y el pragmatismo que impregnán la forma de pensar del hombre actual en ámbitos diversos, no sólo el económico, aunque éste se incrusta, hoy en día, en las relaciones familiares y de amistad o en la vida profesional mucho más que antes. Hasta el punto que desde el más puro análisis

económico se ha intentado hacer un tratamiento del comportamiento humano en aspectos como las relaciones interpersonales, las familiares o el estudio y el aprendizaje, bajo la idea de que en todos esos campos funciona la escasez y, por ende, es preciso aplicar la razón instrumental, la asignación de recursos y la toma de decisiones guiadas por esa lógica”⁴⁷⁵.

Sin embargo, este tipo de análisis, en especial la determinación de funciones de utilidad, se encuentra limitado por las características propias de la realidad social. Como M. Navarro destaca con respecto a la EPF “su carácter cuantitativo impide considerar tanto consumos selectos como infraconsumos, de escasa relevancia estadística pero de alta significación social”⁴⁷⁶; además de las limitaciones que impone una encuesta con respecto a la población de referencia, en el caso de los bienes de consumo, como señala M. Navarro, la presencia de consumos selectos e infraconsumos implica una realidad social no obvia, que incluye el problema del tratamiento matemático de los modelos de utilidad (elección racional). Matemáticamente, podríamos decir que la homogenización dentro de las ecuaciones de equilibrio es posible solo para los coeficientes finitos, pero no tiene significado ni para coeficientes infinitos, correspondientes a bienes únicos y esenciales, ni para coeficientes cero, correspondientes a bienes exuberantes. Ahora bien, en el comportamiento social existen bienes que juzgamos esenciales para nuestra personalidad, o bien nos identificamos a nosotros mismos y a nuestros intereses con un ente, una persona, un grupo o un ideal que convierten (gracias a la implantación de la cultura del consumo) el cálculo racional en irrelevante. Así, ya advertíamos que en el campo económico puede haber comportamientos “explosivos”. No obstante, la discontinuidad en la función, impide la derivada y, por consiguiente, no hay marginalidad. En ese sentido, la difusión de la racionalidad instrumental desde el mercado asocia, mediante la noción de consumo, fenómenos que impiden un modelado matemático directo basado en la teoría de la elección racional.

⁴⁷⁵M. Navarro, “Apuntes para una teoría de la cultura económica”, en VV.AA. *Escritos de Teoría Sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, Cis, 1992, pp.782-783.

⁴⁷⁶M. Navarro, “Tendencias de desigualdad en el consumo” en J.F. Tezanos y R. Sánchez Morales (ed.), *Tecnología y sociedad en el nuevo siglo*, Madrid, ed. Sistema, 1998, pp.375-399, p.379.

La dinámica de racionalidad, es un producto histórico evidente, que debe ser aprendido. “Así, el mercado, el dinero y el cálculo aparecen interrelacionados, junto con la previsión y la formulación de expectativas, estando en la raíz del surgimiento de comportamientos racionales crecientemente generalizados, porque tales mecanismos han actuado educando o socializando en tal dirección. Por supuesto, en un proceso lento y con gradaciones diferentes, según las sociedades y los momentos históricos”⁴⁷⁷. Este hecho implica que debe considerarse la diferente permeabilidad de la sociedad y los grupos sociales en cualquier modelado no económico. Puede postularse una difusión de la racionalidad instrumental más allá de su aplicación en el ámbito de la cultura económica, si bien ésta no es homogénea y depende de segmentos y grupos sociales. De este modo, el impacto de la difusión de la racionalidad instrumental como algoritmo evaluador de decisiones de amplio espectro en la vida social, varía en intensidad y extensión. M. Navarro afirma que “Los jóvenes se han socializado en ese medio cultural, simplemente por haber nacido cuando tal cultura estaba ya difundida en toda la sociedad. Más que la propia familia, los medios de comunicación, la práctica del consumo, las relaciones laborales y otras actividades económicas están siendo los agentes socializadores fundamentales, de tal modo que su modo de pensar se orienta predominantemente hacia los valores culturales descritos, que han sido asumidos sociológicamente, si bien con diferentes grados de intensidad, conformidad y/o rechazo. Por eso la marginación más extrema se produce entre las generaciones de mayor edad, los grupos sociales más distantes de la cultura predominante y/o aquéllos que se han visto desplazados por el sistema educativo, por sus cualidades físicas o psíquicas – y en general por su incapacidad para competir-, o por el enfrentamiento cultura y la automarginación”⁴⁷⁸. Por otro lado, cuando se evalúa una matriz de pagos dentro de la teoría de juegos no deja de hacerse presente su similitud con la noción de mercado, en tanto que intercambio pautado según unos criterios compartidos y respetados, desarrollándose de acuerdo a una racionalidad instrumental aceptada. Sin embargo, tal y como advierte M. Navarro “De este modo nos encontramos que el mercado no es un mecanismo, una ‘mano invisible’, que se impone a la voluntad de los agentes económicos, sino que es un

⁴⁷⁷M. Navarro, “Apuntes para una....” *Op. Cit.*, pp.780-781.

⁴⁷⁸Ibidem., p.786.

constructo social, que depende de esas voluntades: como tal tiene sus reglas, generalmente aceptadas, pero estas reglas pueden ser alteradas, como frecuentemente sucede. Es entonces cuando encontramos la otra cara de la cultura económica. Aparece un conjunto de valores y prácticas que están en otra dimensión diferente a la descrita, pero que forman parte y contribuyen a definir los procesos económicos reales”⁴⁷⁹.

Del mismo modo, la aplicación de la teoría de la decisión o de la teoría de juegos en particular implica un cálculo racional (e incluso motivacional, como se da en autores como Elster) que se define en un nivel de especificación excesivamente unidimensional. En general, los procesos sociales acogen más afluentes que la simple elección racional. Como afirma F. Bouza, “Es muy arriesgado y, en mi criterio, no muy eficaz, apoyarse analíticamente y en exclusiva en teorías ideales de conducta de tipo racional (rational choice) o irracional (psicoanálisis y similares), que limitan el análisis y lo llenan de excesivos prejuicios sin fundamento empírico sobre la conducta humana”⁴⁸⁰. Hasta el momento, los modelos basados en la elección racional han encontrado grandes problemas de aplicación empírica dentro de la sociología matemática. Muestra, sin embargo, un gran potencial en la simulación de escenarios y por lo tanto en el desarrollo de modelos de tipo teórico especulativo.

3.4.3.4 Simulación

Actualmente una de las direcciones más activas en la sociología matemática es la referida a la simulación. Recientemente el JMS ha publicado un número monográfico dedicado al desarrollo de algoritmos para la simulación⁴⁸¹. Para Fararo y Hummon la aparición y desarrollo de las nuevas tecnologías están en fase de trasformar nuestra imagen de la actividad científica⁴⁸². Ya no se trataría de una relación directa y exclusiva entre actividad teórica y empírica. Para Fararo y Hummon actualmente se está desarrollando una tríada que implica tres

⁴⁷⁹Ibidem., p.793.

⁴⁸⁰F. Bouza, “Comunicación Política: Encuestas, Agendas y Procesos Cognitivos Electorales”, *Praxis Sociológica*, nº 3 (1998), pp.49-58.

⁴⁸¹D.R. Heise, “Sociological Algorithms”, *The Journal of Mathematical Sociology*, vol 20, números 2-3 (1995).

⁴⁸²N. Hummon y T. Fararo, “The emergence of Computational sociology”, *The Journal of Mathematical Sociology*, vol 20, números 2-3 (1995) pp.79-87.

especialidades profesionales, teóricos, empíricos y computacionales. Estaríamos ante un modelo de la ciencia basado en tres componentes: explicación es el resultado de la interacción entre teoría y empiria; el análisis de datos es el resultado entre empiria y componente computacional; la simulación sería la interacción entre teoría y la actividad computacional. En esta nueva definición de elementos de la actividad científica, la sociología computacional emplearía las nuevas tecnologías para desarrollar simulaciones que permitan ayudar a avanzar la teorización sociológica.

La sociología computacional parece ligada al componente empírico y al teórico obteniendo información de los dos ámbitos. Existe un gran número de contribuciones en esta línea de potenciación de la teoría mediante simulación. Por ejemplo, las simulaciones sobre el poder en las redes sociales⁴⁸³. Al mismo tiempo destaca Fararo como se reconoce cada vez en mayor grado las posibilidades de la simulación en el desarrollo de la teoría sociológica en general⁴⁸⁴. La noción de simulación aparece en la actualidad ligada a la noción de proceso. Así, Evans define simulación como “una simulación es un modelo dinámico implementado en el ordenador”⁴⁸⁵. Bugeda definía simulación en términos muy parecidos al destacar la función del ordenador “La simulación es una técnica cuantitativa para llevar a cabo, por medio de computadores digitales, operaciones sobre algunos tipos de modelos lógicos y matemáticos que describen el comportamiento de una estructura social o de un sistema, o de alguna de sus partes componentes, sobre extensos períodos de tiempo real”. En principio, si el modelo es simple no haría ninguna falta desarrollar la simulación.

⁴⁸³K. S. Cook, R.M. Emerson, M.R. Gillmore y T. Yamagishi, “The distribution of power in exchange networks: Theory and experimental results”, *American Journal of Sociology*, 89 (1983) pp.275-305.

P.V. Marsden, “Restricted access in networks and models of power”, *American Journal of Sociology*, 88 (1983) pp.686-717.

B. Markovsky, “Toward multilevel sociological theories: Simulations of actor and network effects”, *Sociological Theory*, 5 (1987) pp.100-115.

T. Yamagishi, M.R. Gillmore y K.S. Cook, “Network connection and the distribution of power in exchange networks”, *American Journal of Sociology*, 93 (1988) pp.833-851.

J. Skvoretz y D. Willer, “Power in exchange networks: Setting and structural variations”, *Social Psychology Quarterly*, 54 (1991) pp.224-238.

⁴⁸⁴ R. Collins, *Theoretical Sociology*, San Diego, Harcourt Brace Jovanovich, 1988.

⁴⁸⁵J.B. Evans, *Structures of discrete event simulation*, New York, Wiley, 1988, p.19.

Sin embargo cuando los modelos son complejos puede interesar evaluar como una determinada dinámica, caracterizada por un conjunto de reglas, evoluciona en el tiempo. Esa es la potencialidad especial de la simulación, en la medida que permite desarrollar los modelos y apreciar consecuencias quizás no previstas teóricamente. Precisamente, el poder variar las condiciones en que se desarrolla el modelo permite conocer mejor sus características internas en base a la variación en los resultados. En el sentido anterior, la simulación es una herramienta en el desarrollo teórico.

Fararo destaca también su empleo en la dinámica con la componente empírica. Según él, la sociología computacional se viene desarrollando desde hace tres décadas en las áreas de cálculo, simulación estadística, gestión de datos, operación matemática de los datos y presentación de resultados. En lo que se refiere al cálculo, los sociólogos disponen de programas potentes de cálculo estadístico que está ampliando y dinamizando el trabajo profesional empírico. En términos de simulación estadística se emplean cada vez con más frecuencia para desarrollar análisis que superan los límites de la estadística matemática. Así, es posible calcular las propiedades de un estimado mediante técnicas Monte Carlo⁴⁸⁶. En tercer lugar, las capacidades actuales de gestionar datos permiten operar bases de datos de gran tamaño y a una velocidad tal que permiten repetir análisis y estrategias alternativas con gran rapidez. Cuarto, algunas especialidades hacen un uso intensivo de la sociología computacional y tendrían difícil subsistir sin ella. Un ejemplo directo el análisis de redes que emplea la teoría de grafos y el álgebra matricial, matemáticas que son difficilmente operables a determinadas magnitudes sin apoyo computacional⁴⁸⁷. Por último, el desarrollo gráfico en el entorno de la computación ha impactado en dos niveles en la actividad sociológica, en el análisis y en la presentación de resultados. Actualmente las potencias de representación exceden las tres dimensiones empleando colores y otros símbolos.

⁴⁸⁶W.J. Kennedy y J.E. Gentle, *Statistical computing*, New York, Marcel Dekker, 1980.

⁴⁸⁷S. Borgatti, M. Everett y L. Freeman, *UCINET IV*, Columbia, Analytic Technologies, 1992.

El concepto de simulación ha sufrido desde su aparición una evolución expansiva que ha incluido dentro de una heterogeneidad que no existía en su origen. Cuando al final de los años cuarenta Neumann y Ulam (en realidad la expresión básica del trabajo de Neumann y sus colaboradores no era simular, sino análisis de MonteCarlo) introduce el verbo "simular" en la literatura científica moderna, por lo menos la intención estaba clara. Se trataba de aplicar una técnica matemática para resolver ciertos problemas de defensa nuclear en los que el tratamiento experimental hubiera sido demasiado costoso, y en los que el análisis resultaba excesivamente complicado. Las técnicas de Neumann, que hoy conocemos como Técnicas de Monte-Carlo, se aplicaban a la resolución de un problema matemático no probabilístico simulando un proceso estocástico. El empleo de ordenadores en la simulación es un requisito imprescindible y precisamente el desarrollo de la computación asocia el desarrollo de las simulaciones. Para Bugeda, los objetivos que se persiguen a través de una simulación son: a) Hacer posibles el estudio y experimentación de un sistema que encierre complejas interacciones, o una parte de un sistema. b) Estudiar los efectos del cambio informativo, organizativo y medial, incidente sobre un sistema, por medio de alteraciones simuladas del modelo que lo describe y observando los efectos de esas acciones sobre el comportamiento del modelo. c) Las observaciones del comportamiento simulado pueden servir para rectificar y modificar el modelo simulado tomando decisiones sobre el sistema mismo y buscando la política óptima a seguir. Se trata para el ser humano que ha de tomar la decisión de tener una experiencia dada por hechos que en realidad aún no han ocurrido. d) La simulación puede ser un método pedagógico para enseñar unas técnicas básicas de análisis y estudio de procesos de decisión. e) La experiencia de construir el modelo simulador es a veces más valiosa que la simulación misma. La misma construcción del modelo sugiere modificaciones y decisiones aún antes del manejo simulado. Estas modificaciones pueden ser sometidas a prueba por la misma simulación. f) La simulación de sistemas muy complejos pone de manifiesto cuáles son las variables más importantes y cuáles las secundarias. g) La simulación puede servir para estudiar situaciones nuevas o de emergencia sobre las que tenemos poca o ninguna información y cuyos efectos hay, sin embargo, que prever. h) La simulación puede usarse como un sistema de seguridad para probar

decisiones y políticas nuevas sin necesidad de correr el riesgo de aplicarlas realmente hasta que sus efectos hayan sido convenientemente estudiados. i) A veces el valor de la simulación está en que rompe de un sistema demasiado complicado en varios subsistemas más simples y manejables. j) Para ciertos problemas estocásticos que enfocan la secuencia de acontecimientos puede no ser suficiente manejar los valores esperados. En estos casos los métodos de Monte-Carlo pueden constituir la mejor solución. k) Las simulaciones tipo Monte-Carlo pueden usarse como verificador de soluciones analíticas. l) Las simulaciones pueden estudiar un proceso en su tiempo real, en tiempo reducido o en tiempo expandido. m) Al introducir variables nuevas en el proceso simulado pueden salvarse los callejones sin salida que con harta frecuencia aparecen en cualquier investigación. n) La simulación restaura la condición de generalistas en los más extremados especialistas, ya que fuerza a la consideración total y simultánea de todos los elementos de un sistema a veces muy complicado, con lo que los resultados finales están más difícilmente distorsionados por las particulares inclinaciones subjetivas de los investigadores.

Una de las actividades con un desarrollo importante en los 90 es la denominada “Sociología Computacional”, donde el énfasis se apoya en la simulación de modelos complejos con la finalidad de explorar sus propiedades mediante el empleo de programas informáticos. En esta actividad destaca el estudio de procesos, especialmente planteados desde dos estrategias principalmente tal y como plantea Fararo⁴⁸⁸. Una de ellas se basa en la simulación directa en base a sistemas de ecuaciones, tal y como plantea Hanneman en su propuesta del empleo de ordenador como herramienta en la construcción de teorías, partiendo de modelos definidos según la estrategia de Forrester. La segunda estrategia de simulación de procesos complejos partiría de la definición de un conjunto de reglas para modelar la transición entre estados. De esta forma, la complejidad de las trasformaciones que experimenta el sistema se explican directamente desde el conjunto de reglas definidas inicialmente. En todo caso, la simulación del comportamiento de sistemas y procesos con la finalidad de explorar las propiedades

⁴⁸⁸T. Fararo, *The Mathematical Sociologist*, Newsletter of the Mathematical Sociology Section of the American Sociological Association, Spring, 1999, p.3.

(realizadas o no) de dicho sistema es una actividad propia de la sociología matemática.

Los modelos de *dinámica de sistemas* constituyen un grupo particular de modelos matemáticos. Por tanto, gozan de todas las características generales de éstos. Sin embargo, tienen unas peculiaridades propias que los identifican. Las características propias de los modelos basados en dinámica de sistemas han sido desarrolladas por J. Forrester, al que debe considerarse como creador de este tipo de modelado. Forrester introduce un símil hidrodinámico para ilustrar el comportamiento de un sistema y a partir de ahí, elige unos símbolos determinados para representar las distintas características estructurales y funcionales de los sistemas. En la década de los cincuenta, Jay W. Forrester recibió el encargo de la compañía norteamericana Sprague Electric de estudiar las acusadas oscilaciones de sus ventas y establecer medidas para corregirlas. Forrester determinó que la esencia del problema radicaba en las oscilaciones que representan los sistemas que tienen como características estructurales los efectos iniciales o retardos y efectos hacia atrás o bucles de realimentación. En 1961, Forrester publicó su obra *Industrial Dynamics* que marca el comienzo de la simulación mediante la “técnica dinámica de sistemas” como procedimiento de estudio y simulación del comportamiento de sistemas sociales.

En 1970, aparece *World Dynamics* (Modelo del Mundo), trabajo que sirvió de base para que Meadows y Meadows realizasen el Informe al Club de Roma⁴⁸⁹. Se puede decir que fue este trabajo, y las numerosas polémicas que suscitó, lo que popularizó la Dinámica de Sistemas a escala mundial. En el momento actual, Dinámica de Sistemas (DS) o Simulación Dinámica –como también es, a veces, denominada- es una técnica de uso generalizado para modelar y estudiar el comportamiento de cualquier clase de sistemas con tal que éstos tengan las aludidas características de existencia de retardos y bucles de realimentación. Estas características son especialmente agudas e intensas en los sistemas sociales; y ello conlleva que estos sistemas tengan comportamientos inesperados y contraintuitivos. Los modelo DS, en cuanto que son

⁴⁸⁹Meadows, *Los Límites del Crecimiento* Fondo de Cultura Económica, México, 1972.

modelos matemáticos, tienen características estructurales y funcionales semejantes a la de éstos. Tales características se resumen en: variables (niveles, flujos, variables auxiliares, variables exógenas y nubes), constantes (tasas o parámetros), redes de comunicación (canal de material y canal de información), existencia de retardos (variables predeterminadas y estructura de retardos). Estas equivalencias se hacen atendiendo al símil hidrodinámico propuesto por J. Forrester. Un diagrama de Forrester es un diagrama causal en que se han clasificado y categorizado las magnitudes y relaciones de acuerdo con la simbología propia de la DS. Es perfectamente válido que a un diagrama causal se puedan asociar varios diagramas de Forrester. Un diagrama de Forrester es un modelo más preciso que un diagrama causal, puesto que se han definido con más detalle las variables y sus interrelaciones.

Actualmente el desarrollo de modelos matemáticos es muy importante en diferentes áreas de las ciencias sociales. Una de las principales virtudes del modelado matemático es que el modelo tiene tal grado de especificación que puede determinarse en qué grado es erróneo y mediante su corrección producir un mejor modelo. En ese sentido parte de la utilidad de un modelo es ser constructivo incluso cuando está equivocado. Los modelos matemáticos pueden distinguirse de la teoría general de las matemáticas en virtud a su proximidad a áreas empíricas específicas. Sin embargo, esta distinción no está siempre muy clara. En ocasiones un modelo matemático destaca por ser aplicable a muchas áreas empíricas distintas. A lo largo de la historia se constata que las matemáticas han pasado, por un lado, etapas de crecimiento teórico y, por otro, de aporte de ideas a otras ciencias o ramas del saber. Conviene destacar la relación entre las teorías matemáticas y, en general de la lógica matemática con la cibernetica, las ciencias de la computación y las ciencias sociales, ya que una oportuna colaboración permite, entre otras cosas, situar a las matemáticas más cerca de los no profesionales de éstas. Sin lugar a dudas, esta colaboración resulta positiva tanto desde el punto de vista teórico como aplicado.

Sin embargo, los modelos matemáticos no lo resuelven todo ni están exentos de peligros en la investigación científica, sobre todo social. La exactitud de las matemáticas depende del conocimiento de todas las variables del fenómeno, de la medida de su valor exacto en

cada caso y del conocimiento de la exacta función o relación matemática entre las variables. Si no se conocen bien todas estas premisas, como ocurre frecuentemente en la sociología y en las ciencias sociales, entonces los modelos matemáticos nos llevarán no solo a resultados menos exactos y frecuentemente inútiles sino perniciosos en la práctica. Al referirse normalmente los enunciados científicos de las teorías científicas a relaciones entre variables se pueda intentar expresar estas relaciones mediante relaciones matemáticas, entre números. Las matemáticas constituyen una ciencia formal que está muy desarrollada y las relaciones numéricas que estudian son múltiples. Por eso, para una relación empírica entre variables, existen múltiples posibles relaciones matemáticas, que se pueden intentar aplicar a la misma. De ahí que sea factible construir diversos modelos matemáticos en relación a una misma teoría o modelo teórico. De entre ellos se elige, lógicamente, el que se cree se adapta mejor al mismo. Si de la comprobación empírica, que se debe realizar de todo modelo, resulta que el modelo elegido no ajusta, explica o predice adecuadamente debe revisarse todo el proceso de elaboración del modelo, obtención de datos y técnicas de ajuste.

3.4.4. Los modelos de medición

Una segunda aplicación de las matemáticas proviene de la medición. El problema central consiste en cuándo un sistema de observaciones cualitativas es susceptible de admitir una representación mediante un sistema numérico. En definitiva la teoría de la medición evalúa cuando es factible y en qué condiciones asociar sistemas numéricos a los fenómenos sociales. La investigación de la realidad (sea social o no) parte de una percepción analítica del fenómeno en estudio, si bien de forma transitoria, aspirando a una integración de modelos y explicaciones. Esto implicaría habitualmente su descomposición en unidades de análisis y en variables o factores que mediante el proceso de medición le representa. La unidad de análisis constituye el actor o sujeto social mientras que las variables se refieren a las cualidades o características que le visten.

En ese sentido la tradición de la sociología (desde la experiencia teórica) propone aquello que se supone relevante para modelar. Es importante tener presente esa doble tarea que se efectúa durante el

proceso de medición. Primero, que la teoría y la experiencia prescribe y proscribe, tanto lo que es relevante como la variabilidad que puede alcanzar en una medición. Las matemáticas siempre serán instrumentales, tanto para operativizar como para pensar. En términos operativos, esta restricción de lo visible en los análisis empíricos produce dos impactos importantes. El primero en lo referido a la especificación de modelos. Lo que existe y lo que dentro de lo que existe tiene potencia explicativa es una definición eminentemente cultural. Las variables son elaboraciones teóricas.

La teoría construye la realidad conocida mediante sus preguntas. Como es bien conocido, un análisis confirmatorio solo se encuentra (o no) lo que preguntaba. ¿Dónde busca el investigador el repertorio de variables para describir y explicar la sociedad? Por otro lado, la polisemia de las variables conduce inevitablemente al investigador poco avezado en una terrible maraña interpretativa. No solamente en lo referido a la validez de lo que se mide, también en lo que se refiere al significado de lo que se mide. Esto es especialmente evidente en el caso de las variables de control. Por ejemplo Religión puede preguntarse como religión de pertenencia (en la idea que diferentes religiones valoran y generan actitudes distintas), practica religiosa (en la idea que una mayor practica esta asociada con unas creencias más intensas). Más evidente es aun el caso de la edad del individuo (envejecimiento, cohorte, periodo), o educación (años cursados es igual a ¿inteligencia? ¿cultura? ¿formación? ¿conocimiento?, etc). En definitiva, la polisemia de las variables no es una cuestión reducible a definición operativa en la medida que todas las dimensiones apoyan sobre el mismo juego de cifrado. El segundo impacto importante se refiere a la variabilidad. No ya a la diversidad de las variables. Supongamos la variable sexo. Su carácter dicotómico se apoya sobre la noción biológica de “macho” y “hembra”. Sin embargo, la variable género es social y se refiere a lo femenino y lo masculino. Ambas variables (como demuestra la homosexualidad o el lesbianismo) no son equivalentes. En una sociedad con asignaciones culturales, sociales, económicas concretas a cada sexo la variable biológica puede explicar expectativas y valores o comportamientos. En una sociedad donde la asignación de roles es flexible, la variable sexo biológico tenderá a la atenuación de su capacidad explicativa y ser sustituida (de ser útil) por la noción de

género, en una versión más psicológica. Ya no dicotómico, sino definiendo un continuo. Un coche deportivo lo comprará una persona con tendencias agresivas (independientemente del sexo biológico).

La variabilidad aceptable en una variable es una cuestión que debe ser investigada y no prefijada y aceptada para siempre. Ciertamente, uno de los desafíos que vive la investigación social actual es la determinación de nuevas variables (nuevos conceptos explicativos latentes o emergentes) así como de ampliar el foco con que estas perciben la diversidad que pueden adoptar los fenómenos sociales. En esa función actúa la denominada investigación cualitativa. La investigación cualitativa es garante de la diversidad en los conceptos interpretativos, descriptivos y explicativos. De su descubrimiento y especificación de las condiciones relationales en que existen. Al mismo tiempo, la investigación cualitativa es garante de la amplitud en la variabilidad de las distribuciones, de las condiciones de apariencia / existencia que puede adoptar un fenómeno social.

La dinámica de investigación (que destacaba Adorno) envuelve una sola estrategia de conocimiento que ese desarrolla en movimientos tácticos (simultáneos o secuenciados) de explicación y comprensión. El conocimiento social que ofrece la investigación solo puede producirse como consecuencia dialéctica de estas dos tácticas de explicación y comprensión. Las variables son una de las claves del conocimiento científico de la realidad, ya sea social o física. Lo esencial es seleccionar aquellas variables que representen lo más ajustadamente posible conceptos teóricos. Frecuentemente se emplea indistintamente la denominación de concepto teórico y variable para nombrar lo que hemos definido como variable. Esto no es correcto, dado que ambos conceptos implican grados diferentes de abstracción. En ese sentido, más próxima a la noción de concepto teórico es la de factor o dimensión, que acostumbra a venir definido como una fuente de variabilidad principal sobre la que se articulan un conjunto de variabilidades específicas (variables, indicadores, etc.).

De este modo, a la variabilidad aparente o manifiesta le correspondería una realidad más profunda, no perceptible directamente, y regida por una serie de factores o dimensiones generadores de la

realidad que se manifiesta epifenoménicamente. El proceso de medición ha sido definido de modos muy diversos. Una aproximación interesante es la propuesta por S. Stevens⁴⁹⁰ según la cual “Medición es la asignación de números a los objetos de acuerdo a unas reglas determinadas”. En el nivel más simple de medición, la regla consiste en adjudicar cifras que sirven como etiquetas de categorías mutuamente exclusivas. En un ámbito más complejo, la regla genera cifras que pueden ser tratadas como números auténticos, en un sentido matemático, y sobre los que es posible efectuar todas las operaciones propias de los números reales (\mathbb{R}). Es un error el pensar que una vez reconocida la necesidad de medir puede generarse una asignación numérica como si todos los procedimientos fuesen aceptables. Es necesario mantener una correspondencia entre las propiedades del sistema de cifrado y el de los fenómenos sociales que se va a representar. Tal y como lo expresara Ackoff⁴⁹¹, la medición es “una forma de obtener símbolos para representar las propiedades de los objetos, sucesos o estados; símbolos que tienen entre sí la misma importante relación que las cosas que representan”.

Así pues, en la medición lo que nos interesa es la correspondencia entre ciertas entidades empíricas y un modelo formal (generalmente un sistema numérico, aun cuando no necesariamente) en términos de las relaciones que, presuntamente, existen entre los elementos de cada sistema. Una cifra puede entenderse como guarismo, y por lo tanto notación simple, o como número con sus propiedades cuantificadoras y relacionales correspondientes. Así, la atribución de cifras a las diferentes categorías de una variable puede poseer o no propiedades numéricas. En cualquier caso la medición plantea la existencia de isomorfismo entre los dos sistemas (el que será medido y el lenguaje de cifras que se empleara para hablar de él).

Isomorfismo implica que debe existir una aplicación biyectiva entre ambos sistemas (conjuntos). Las relaciones deben ser aplicaciones inyectivas y sobreyectivas (exhaustivas). Torgerson⁴⁹² desarrolla

⁴⁹⁰S.S. Stevens, “Mathematics, measurement, and psychophysics”, en S.S. Stevens (ed.), *Handbook of Experimental Psychology*, New York, Wiley, 1951, pp.1-49.

⁴⁹¹R.S. Ackoff, *The design of social research*, Chicago, U. of Chicago Press, 1973.

⁴⁹²W.S. Torgerson, *Theory and methods of scaling*, New York, Wiley, 1958.

aceradamente un último aspecto importante: “La medición ataña a las propiedades de los objetos, no a los mismos objetos. Así, en nuestro uso del término, no es mensurable un palo, aunque sí podrían serlo su longitud, peso, diámetro y dureza... Medir una propiedad implica, pues, atribuir números a sistemas para representarla. Y, para ello, ha de prevalecer un isomorfismo, es decir una relación o correspondencia exacta, entre ciertas características del sistema numérico implicado y las relaciones entre diversas cantidades de la propiedad por medir. La esencia de este procedimiento es la atribución de números de tal manera que se refleje esta correspondencia precisa entre dichas características de los números y las correspondientes relaciones entre las cantidades”. Aquí encontramos varias ideas clave. En primer lugar, no se miden los individuos sino determinadas características que se consideran relevantes (actitudes, comportamientos, opiniones, etc). Es decir, la unidad de análisis es el individuo, pero no es considerado en su integridad; se cuantificarán aquellas características del individuo que son teórica y sociológicamente relevantes. Las que se han definido como variables. Segundo, debe de existir, como ya sabemos, una relación “exacta” entre las propiedades relationales del sistema de cifrado que se utilice y las características relationales de las cantidades del concepto que se pretende medir. Aceptar y desarrollar esa evidencia es esencial a las posibilidades de medición que puedan tener los conceptos teóricos y, por lo tanto, al proceder científico de la sociología. Por ejemplo, la característica religión no admite ser sumada, ni restada, ni dividida, ni multiplicada; esta evidencia implica que el sistema de cifrado que se emplee para medir dicha característica no puede admitir dichas operaciones. La razón es simple, las operaciones que efectuemos sobre las “cifras” que representan las características del concepto que se pretende medir no pueden violentar la realidad. Cicourel⁴⁹³ nos recuerda claramente el problema “Al suponer que las variables estructurales o de actitud son cuantificables automáticamente, obligamos a los conceptos a tomar la apariencia de precisión, de manera que puedan dividirse en dicotomías, tricotomías, series ordinales, intervalos y distancias métricas. Pero el concepto no es “per se” cuantitativo; sólo llega a serlo cuando lo situamos dentro de cierta textura teórica que origine explícitamente dicotomías significativas, tricotomías, relaciones ordinales e intervalos

⁴⁹³A.V. Cicourel, *El método y la medida en Sociología*, Madrid, Editora Nacional, 1982.

que se suponen iguales y distancias con rasgos métricos. La noción de “variable” puede significar una colección no aditiva de elementos que caracterizan cierto rasgo del mundo del actor, definido culturalmente. La “variable” no constituiría un continuo unitario, diferenciable, ni aun una dicotomía, forzosamente, a menos que la teoría lo exija y lo justifique específicamente. Toda compresión de las operaciones de cifrado, en cuando relacionadas con la estructuración de los cuestionarios y de los programas de entrevista, debe tener en cuenta lo que ofrece el conocimiento vulgar del mundo que compartimos con el entrevistado, nuestra teoría sociológica y lo impuesto por los recursos de medida”.

Las operaciones que puedan efectuarse sobre los resultados de una medición deben de mantener una relación estricta con la realidad del fenómeno social que se pretende medir. Por ello, Torgeson habla de una relación de isomorfismo entre el sistema numérico y el sistema empírico que es objeto de medición. Al mismo tiempo, deben existir unas condiciones de isonomía en lo que se refiere a las leyes combinatorias que rigen las relaciones que se postulan para cada nivel. En ese sentido, medir supone la concurrencia de tres elementos: un dominio teórico a modo de código, un sistema relacional empírico y un sistema relacional numérico que le es particular, así como una regla que ordene y exprese los datos en números en función del sistema empírico y del sistema teórico. Desde un punto de vista integrado, la medición es la zona de contacto entre conceptos y dato empírico. Así, actuaremos sobre el sistema numérico y observaremos los resultados, intentando comprender mejor el sistema empírico. Esto implica que si el sistema numérico refleja correctamente al sistema empírico (isomorfismo) podremos tener oportunidad de profundizar en el conocimiento de los fenómenos sociales. Si la medición es inadecuada y no existe una correspondencia correcta entre sistemas, habremos perdido la referencia empírica de la investigación y los resultados carecerán de sentido. No obstante, este isomorfismo entre el sistema numérico y el empírico requiere un control teórico. Como ya se ha indicado, no hay medición sin teoría previa. De hecho, cada medición constituye por sí misma una teoría en pequeña escala. Como afirma Coombs⁴⁹⁴ “Nuestras

⁴⁹⁴D.R. Coombs, *A theory of data*, New York, Wiley, 1965.

conclusiones, incluso en el nivel de medición, son ya una consecuencia de la teoría. Un modelo de medición es realmente una teoría sobre el comportamiento, ciertamente en un nivel de miniatura, pero no obstante teoría”.

Más formalmente, Blalock⁴⁹⁵ denomina a las teorías que arropan la operativización de los conceptos teóricos “teorías auxiliares”. En general, la operativización y medición precisan un respaldo teórico que de cuenta de aquellos procedimientos que se efectúan en el proceso de medición. En última instancia el correlato entre sistema de cifrado y sistema empírico es una propuesta teórica y forma parte de la demostración. L. Wittgenstein en su *Tractatus lógico-philosophicus*, defiende algunos conceptos de la lógica russelliana y la hipótesis de una concordancia estructural entre el lenguaje y los hechos físicos, el isomorfismo, que se ha llamado teoría el lenguaje-retrato. Es una hipótesis bastante extraña, que el propio formulador considera inverificable “porque no cabe retratar la semejanza entre un retrato y la realidad”. En realidad, cualquier proposición sobre el nexo entre el lenguaje y los hechos físicos “carece de sentido”, y Wittgenstein no vacila en aplicar al isomorfismo ese criterio. Este planteamiento de Wittgenstein es perfectamente aplicable al lenguaje numérico. Así, toda medición es teórica y postula un modelo.

Esto queda especialmente de manifiesto en el caso de las trasformaciones y su dependencia del modelo teórico, y matemático. La relación de isomorfismo entre un conjunto empírico y un conjunto de cifras no significa, como muestra la teoría de los datos, que sólo pueda existir un sistema de cifrado. Esto queda también en evidencia mediante el empleo de trasformaciones. Como sabemos un sistema de cifrado con propiedades numéricas intenta mantener una relación de isomorfismo con el sistema empírico, así como ser isonómico en las operaciones que son permitidas en el sistema de cifrado con las operaciones que son factibles en el sistema empírico. La idea que existe detrás de estas restricciones es que al simular un comportamiento del sistema empírico lo hacemos operando sobre el sistema de cifrado, y este no debe de ir más allá en sus desarrollos y combinaciones de lo que lo puede hacer el

⁴⁹⁵H.M. Blalock, *Measurement in the Social Sciences: Theories and strategies*, Chicago, Aldine, 1974.

sistema empírico. Así, operando en el sistema de cifrado “operamos” sobre el sistema empírico. En ese sentido, respetados los criterios de isomorfismo y de isonomía entre ambos sistemas, puede adoptarse cualquier sistema de cifrado. Es decir, no existe ninguna naturalidad en la relación entre sistemas de cifrado determinados y sistemas empíricos. Una cuestión diferente proviene de lo que se denominan trasformaciones. Estas no suponen sustituir un sistema de cifrado por otro que posee las mismas propiedades, sino que transforma el sistema de cifrado de tal modo que permita un análisis más fácil de la estructura presente en los datos (en definitiva, esa estructura existe y se revelaría a la luz de un sistema de cifrado y no a otro, permaneciendo independientemente de como se reexprese el sistema de cifrado).

Es decir, se pueden considerar las trasformaciones en el sistema de cifrado como aceptables, en tanto que la operación matemática ayude al sistema de cifrado a revelar estructuras que están distorsionadas por la rigidez de la representación numérica. Así, transformar un sistema de cifrado tomando logaritmos ofrece un sistema nuevo de cifrado logarítmico donde el cero no existe y lo que antes era multiplicación “ $a*b$ ” deviene en adición $\log(a*b) = \log(a)+\log(b)$; es decir un proceso multiplicativo se convierte en aditivo. Puede, en algunas circunstancias, resultar más operativo matemáticamente ajustar un modelo aditivo a uno multiplicativo. ¿Es la realidad aditiva o multiplicativa? Dependerá del sistema de cifrado, pues una misma relación alcanzará valores equivalentes expresados en un sistema u otro. No obstante, el regreso entre sistemas de cifrado permiten recuperar el significado original de las asignaciones numéricas. La utilidad de transformar no es estética, sino hacer el análisis más fácil, permitir ajustar modelos más simples y con hecho mejorar nuestra capacidad para entender los datos. No obstante, en esa operación pueden perderse aspectos importantes y siempre debe mantenerse la posibilidad de restituir los datos a su sistema de cifrado original de modo que los datos tengan una interpretación inmediata en términos accesibles y facilite discernir los posibles absurdos a que conduzcan las operaciones efectuadas mediante trasformaciones inapropiadas.

Porque no sólo interesa los beneficios matemáticos, algunas veces puede interesar más los beneficios teóricos. Así, no es lo mismo

trasformar los ingresos en número de pesetas, que en log de pesetas o en pesetas al cuadrado. ¿Cuál expresaría mejor la realidad asimétrica del fenómeno?. Simetrizar una distribución puede contribuir a ocultar una realidad aunque facilite el ajuste matemático de un modelo; quizás la mejor trasformación sea tomar potencias elevando al cuadrado acentuando el efecto no lineal de ganar más dinero. Así pues, no sólo debe interesar ciegamente las trasformaciones que simplifican el análisis sino también aquellas que lo expresan más adecuadamente. El modelo teórico debe orientar al matemático y no el matemático operar dentro de su propio “enfoque” técnico. Las trasformaciones afectan a diferentes propiedades (magnitud, distancia y orden), y el modelo puede trasformar la realidad sin que el investigador lo aprecie en la comodidad de un ajuste mejor y más fácil.

Esencialmente, las relaciones que se han considerado hasta el momento estaban desarrolladas en términos estáticos, referidas a distribuciones de características y su correspondencia entre diferentes grupos. Sin embargo, como se advirtió anteriormente, los modelos se clasifican en función a su carácter dinámico. De hecho, la noción de regularidad implica tanto la presencia de estructura como la de ritmo temporal. Así, si consideramos el cambio en el tiempo de dichas relaciones espaciales necesitamos incorporar en nuestro análisis una variable especial: el tiempo. Desde el punto de vista de la sociología matemática destacan dos tipos de tiempo, el intervalo y el continuo. Esto no implica que no pueda asociarse al tiempo una clasificación en cuatro niveles, usual en sociología. En ese sentido, consideramos tentativamente la medición de la variable tiempo. Todas las sociedades poseen múltiples tiempos; tanto en diacronías como en sincronías. Considerada la sociedad como un todo, los ritmos de cambio diacrónicos dependen metodológicamente del fragmento o la secuencia elegida; sin ninguna duda, 10 años, 100 años, 1000 años, ofrecen variabilidades y pautas de regularidad muy diferentes, tal y como destacara F. Braudel.

Considerada la sociedad como una integración de partes, la pluralidad de ritmos sincrónicos puede entenderse, en una espiral ascendente, como un proceso de coordinación y subordinación de elementos, donde el tiempo social se simplifica y unifica, alcanzando un

número mayor de segmentos y fragmentos sociales. Como destaca M. Navarro, el tiempo es un indicador externo de un proceso social interno. “Primero, el ajuste a una disciplina y un método, a la medición del tiempo, que obliga a una mínima previsión y a la realización de un proyecto continuo de las actividades. La disciplina laboral fue posiblemente el cambio más duro y que requirió más tiempo. El taylorismo, por un lado, y la escuela por otro, han sido las palancas prototípicas de tal cambio, que posiblemente comienza con la medición abstracta y ordenada del tiempo, como puso en evidencia Mumford “Pero, no es el reloj como máquina el que impone el orden, sino que aquél vino a satisfacer la necesidad de éste; necesidad que se originó primero en la vida monástica y después se traspasó a las ciudades”⁴⁹⁶”.

Prácticamente todos los tiempos sociales están en el objetivo del sociólogo. Así, desde la variabilidad de los ritmos de vida individuales, (cada día dentro de cada semana, para cada mes) sincronizados con la vida doméstica, la actividad laboral, el ocio, los horarios comerciales; ese largo etcétera constituido por los relojes que definen y marcan los ritmos de la vida cotidiana. Relojes latentes y relojes manifiestos, en la medida que la incorporación plena a la vida social, la integración autónoma sin roces requiere, así mismo, de un instrumental horario de referencia. Un buen ejemplo de ello se encuentra en los niños, que no acostumbran a “poseer” un reloj mientras dictan su ritmo cotidiano desde una compulsión social-familiar (la comida, el descanso escolar, el dormir, etc.), es decir, en tanto que aun son “poseídos”. Cuando más libertad puedan empezar a disfrutar, se les facilita (habitualmente se les regala asociado a un rito de tránsito social) el eslabón (de pulsera o bolsillo) que le indicará en qué estado se encuentra, o es probable que se encuentre, el mundo social. En una posición de sincronía que afecta a un número mayor de individuos se encuentran los ritmos festivos, efemérides, o puntos de referencia del estado de la tierra respecto al sol. Los ritmos temporales, desde un punto de vista social, se superponen a los determinados por la naturaleza. Ciclos circadianos, biorritmos, estaciones: todos los relojes se colapsan sobre la vida social. En este entorno, es donde podremos ubicar aquello que en las sociedades con

⁴⁹⁶L. Mumford, *Técnicas y civilización*, Alianza, Madrid, 1971, pp.29 y ss. Citado en M. Navarro, “Apuntes para una teoría de la cultura económica”, en VV. AA. *Escritos de Teoría Sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, Cis, 1992, p.779.

tiempos macrosociales simplificados (al ordenar un conjunto menor y menos diverso de actividades) se denominan “ritos de paso”; en las sociedades complejas estos subsisten, con su aparato ritual, especialmente de modo localizado en grupos sociales específicos. De este modo, la variable tiempo implica fenómenos de naturaleza diversa. La variable tiempo puede medirse en los cuatro niveles de medición que son usuales en sociología: nominal, ordinal, interval y de razón.

Tiempo nominal. Es un tipo de nivel de medición poco usual en la sociología actual⁴⁹⁷. En él, el tiempo se considera como una mera catalogación de un estado, donde no existe orden, ni distancia. Se le denomina “ciclo” o “tiempo cíclico”, y en él se pierde la noción de futuro o pasado, en la medida que todo ha sido y todo será, es decir, todo se repite y sólo caben unos estados posibles (catalogación de la realidad) donde habitar. No obstante, la secuencia en términos analíticos es susceptible de diferentes ordenaciones, así un conjunto de ciclos puede ser A,B,C o también B,C,A o también C,A,B, viniendo el sentido expresado en términos internos al ciclo, especialmente por aquellos que lo viven; en términos externos el conjunto de ciclos carece de orden global, y el momento en que se encuentre cada ciclo sólo expresa el estado de un proceso recurrente. En esta línea se desarrollan diversos modelos basados sobre tipologías, como los elaborados por sociólogos empleando la temporalidad cíclica: V. Pareto (élites), Mitchel (oligarquías), Montesquieu, o las teorías sobre los ciclos económicos. En general, el análisis de los ciclos o subrutinas microsociológicas no ha constituido un elemento central en sociología. No obstante, las subrutinas temporales suponen un elemento de integración social muy importante, encontrando un límite casi patológico en la “estereotipia conductual”. La eficacia de la subrutina diaria como elemento de integración social y psicológica del individuo puede apreciarse en las consecuencias de la disminución de subrutinas, ya sea en colectivos de desempleados, jubilados, etc. Un fenómeno semejante sucede cuando se visita una sociedad / cultura diferente regida por otros ritmos: cuando es adecuado llamar por teléfono y cuando no, los horarios de comidas, de las oficinas y un largo etcétera que se tarda en aprender mientras no se está engranado en los ritmos de dicha sociedad. El efecto en las

⁴⁹⁷J.M. de Miguel, *El ritmo de la vida social: Análisis sociológico de la dinámica de la población en España*, Madrid, Tecnos, 1973.

poblaciones anteriores es bastante equivalente, si bien con acentuaciones diferentes y características. El debilitamiento de subrutinas implica problemas psicológicos, estrés, y de integración, al tender determinados grupos (jóvenes por ejemplo) a crear y establecer sus propias subrutinas, que le integran al grupo y le pueden alejar del engranaje temporal de la sociedad y por lo tanto perdiendo contacto con la realidad social tal y como está definida por ésta. En ese sentido, un colectivo muy sensible a las subrutinas es la población juvenil. Cuando estos se convierten en parados de larga duración y no se les ofrecen rutinas socialmente aceptables (tal y como tuvieron en los centros educativos), tenderán a generar sus propias rutinas. También, tal y como señalara en parte E. Durkheim, un exceso de rutina e integración puede conducir al suicidio o al asesinato.

Tiempo ordinal. En el tiempo medido en nivel ordinal existe un antes y un después, si bien sin equidistancia entre fenómenos. Básicamente puede identificarse con un tiempo episódico, como el que aparece en las historias de vida donde los hechos se ordenan en el tiempo si bien sin mantener un esquema de distancia entre ellos, tal y como sucede en un diario personal. Un diario personal estaría medido en un nivel temporal interval, con datos que suceden equidistantes (un día) mientras que la narración de una vida sufre las contracciones y expansiones que la importancia concedida a lo sucedido impone sobre la memoria. Un nivel temporal episódico lo podemos encontrar en los análisis macrosociológicos de Comte, Durkheim, Spencer o el mismo K. Marx donde los estados sociales se ordenan en una secuencia de complejidad o positividad.

Tiempo interval. En el tiempo interval, los sucesos ocurren ordenados en el tiempo, pero con una equidistancia entre ellos. También puede ser considerado como algo que sucede periódicamente. Esta equidistancia puede venir dada por la misma naturaleza del fenómeno o por el proceso de medición. Así, en un diario personal el fenómeno puede ser “todo lo que sucede durante el día”, con lo cual la naturaleza del fenómeno es intervalo, o, por el contrario, el sujeto puede entender que su vida es un todo segmentado por el calendario y el sueño, con lo que la subdivisión en días equidistantes es un artefacto de la medición misma. En cualquier caso, ya sea como naturaleza misma o

como artefacto de la medición, el nivel de medición de tiempo interval es una medición considerada como continua, a diferencia de las anteriores que poseen un tratamiento metodológico de discretas.

Tiempo razón. En el tiempo medido con nivel de razón, este no sólo está ordenado y con una equidistancia sino que además posee un cero absoluto, con significado. Es normalmente identificado con el tiempo cronológico, fijado teóricamente para un fenómeno social. Si bien puede parecer el más apropiado para el estudio de los fenómenos empíricos, supone un alejamiento importante de ellos, dado que la medición de estos se efectúa en intervalos temporales (estadísticas, encuestas, observaciones con muestreo, etc). La concepción del fenómeno social como continuo en el que existe un cero absoluto con significado permite efectuar interpolaciones acerca del estado en que se encuentre el proceso o, lo que es lo mismo, efectuar derivaciones sobre la función de modo que nos permita estimar el valor de “y” en un punto. Esta potencialidad no oculta que con frecuencia la precisión es enemiga de la realidad, sobre todo cuando es muy difícil, por no decir poco habitual, la comprobación de dicho valor interpolado o extrapolado.

Como es conocido, cada nivel de medición contiene las características del anterior, de tal modo que el de razón es susceptible de realizar catalogaciones, ordenar sucesos o establecer equidistancias entre ellos. Sin embargo, si la naturaleza temporal del fenómeno medido exige un nivel de medición, o el proceso operativo que permite su cuantificación así lo pide, debería ajustarse a él independientemente de sus potencialidades.

En términos de modelado de fenómenos sociales, el tiempo nominal aparece sobre todo en tipologías o modelos cualitativos, el ordinal en tipologías o trayectorias vitales basadas sobre datos provenientes, por ejemplo, de historias de vida. Un tratamiento estadístico y matemático es más frecuente en los niveles de medición considerados continuos, como son interval y de razón. El interval es muy empleado en modelado tipo ARIMA de series temporales. También, por ejemplo en cadenas de Markov, donde el concepto paso corresponde con un orden equidistante, pero sin cero absoluto. El

tiempo de razón se emplea sobre todo en modelos de difusión o en procesos de Markov, así como en modelos de simulación. En términos técnicos, el nivel interval emplea *diferencias* (relación de un valor en la serie con el anterior o anteriores en términos de diferencias de valor, ej. ARIMA), mientras que el tiempo de razón emplea *diferenciar* (cálculo diferencial). La pertinencia de ambos procedimientos técnicos está en función de la naturaleza que se postule para el fenómeno. En el modelado de fenómenos sociales el realismo (aun cuando provenga por limitaciones de los operativos de medición) decanta el uso en dirección de las diferencias (impacto, etapa, lag, etc), tendiéndose a abandonar una sofisticación (cálculo) que importada directamente de las ciencias físicas era muy adecuada para los modelos y la imagen científica de los modeladores, pero poco para la realidad de los datos. No debe olvidarse que la traducción en modelo de una realidad social siempre implica un error. La medición o sustitución del fenómeno por un sistema de cifrado es en definitiva proponer un modelo de representación.

Ciertamente no es fácil determinar que estructuras matemáticas son más apropiadas para representar los fenómenos sociales. En ciencias sociales se tienden a utilizar las ramas más familiares de las matemáticas como son las clásicas (álgebra, cálculo, etc.) y que surgieron en el desarrollo de las ciencias físicas. En la medida que la mayor parte de esas matemáticas clásicas emplean funciones numéricas, el grado de matematización que ha alcanzado la ciencia social estaba estrechamente ligado con el número de variables numéricas. Las representaciones numéricas de las variables permiten desarrollar otra potencialidad de las matemáticas como la computación. Así los desarrollos matemáticos en la teoría del aprendizaje, el cálculo en economía o el álgebra en demografía son varios ejemplos que muestran la ayuda que ofrecieron los métodos basados en formalizaciones numéricas. Sin embargo, muchas técnicas no son numéricas. Algunos desarrollos importantes de las matemáticas aplicadas en las ciencias sociales proceden del carácter no numérico de las matemáticas modernas. Ejemplos de esto son la teoría de grafos en el estudio de redes o el empleo de álgebra y de teoría de grupos para analizar la estructura de parentesco en antropología. De este modo los desarrollos teóricos de las ciencias sociales exigen a los matemáticos métodos que aún no existen.

Tal como planteo Kemeny⁴⁹⁸ “... cuando Newton formuló sus leyes del movimiento, encontró que no había ninguna rama de las matemáticas que le fuesen útiles... de forma que debió de emplear el método de cálculo que inventó. Los científicos sociales actuales encuentran con frecuencia que las matemáticas disponibles no le ayudan en el modelo particular que le interesa. Muchos matemáticos tienen la impresión de que los problemas matemáticos en las ciencias sociales son totalmente triviales. Sin embargo, la mayoría de los problemas en las ciencias sociales son demasiado difíciles para las matemáticas actuales. Algún día el científico social deberá de saber más matemáticas de la que conocen actualmente los físicos”.

Un problema especial surge con las variables que son detectadas mediante observación indirecta y cuya existencia escapa al conocimiento directo cotidiano. Este es el caso de las variables latentes o factores. Estos pueden ser de diferente orden. Se dirá que un factor es de primer orden cuando engendra o genera un conjunto de variables observadas directamente. Cuando un conjunto de factores es explicado por otros factores, a estos factores explicativos de factores se les denomina factores de segundo orden. Así sucesivamente. En la medida que el factor genera las variables (las explica) el error es atribuible a las variables indicadoras que son las explicadas. En un modelo, los diferentes factores pueden compartir variables observadas. Un aspecto interesante es la relación entre variables latentes y la creación de lenguaje. Así, Max Weber en “El político y el científico”, destaca simultáneamente el descubrimiento de nuevas realidades sociales y el desarrollo terminológico. “Los americanos han acuñado ya expresiones sociológicas técnicas para designar a este tipo de hombres y sería sumamente interesante buscar, a partir de estos ejemplos, las leyes de una selección operada mediante una voluntad colectiva”. Estas “expresiones sociológicas técnicas” nombran realidades nuevas, en este caso clasificadoras o tipológicas. Es especialmente interesante, como se advertía, el empleo de explicaciones “latentes”, es decir “no visibles” excepto en sus consecuencias. Una cuestión importante surge de atribuir un nuevo nombre a dicho factor o realidad latente. Por definición, un factor no es conocido previamente y con frecuencia debe ser nombrado.

⁴⁹⁸J.G. Kemeny, “Mathematics without numbers”, *Daedalus*, 88 (1959), pp. 577-591, p. 578.

Lo importante, como en el caso de las variables nuevas, es emplear un nombre apropiado. Debe considerarse que la variable latente participará en una explicación y que el nombre que adopte puede conducir a diferentes argumentaciones o demostraciones.

En términos generales, podemos considerar a las matemáticas como un lenguaje. Especialmente, cuando en lo que a la investigación aplicada se refiere, las matemáticas se han de contemplar como un medio, un instrumento y no como un fin en sí mismas. En ese sentido, algunos intentos teóricos se han inspirado en la estructura formal de las matemáticas. Este es el caso de Parsons, cuando afirma que así, del mismo modo que “las matemáticas en la física, son la teoría”, lo que necesitamos “no es una ciencia depurada de cualquier infección teórica, sino una ciencia basada en los métodos más parecidos al equivalente del análisis matemático en la física”⁴⁹⁹. Para E. Lamo, Parsons se propuso hacer: un lenguaje sociológico que cumpliera para esta ciencia el mismo papel que la matemática en la física; no tanto una teoría, sino propiamente un lenguaje: “La teoría de la mecánica analítica o de la fisiología general en sí no contiene generalización empírica alguna. Es un conjunto de herramientas”⁵⁰⁰. La teoría precede a la observación y no es su resultado. La teoría estructural-funcional no pretendía ser una explicación de los sistemas sociales, ni mucho menos una descripción, sino sólo un lenguaje que permitiera ambos trabajos. Es evidente que para conseguir tal objetivo era necesario un lenguaje altamente abstracto y formal.

Una segunda dimensión asociada a un lenguaje formal es la adecuación a cualquier tipo de objeto. Como señala E. Lamo era necesario, además, que el abandono de un lenguaje no adecuado a su objeto por otro que sí lo fuera; es decir, era necesario que tal lenguaje fuera al tiempo lo suficientemente general como para no implicar contenidos ontológicos evitando así que el método determinara el objeto. Parsons era consciente de ello: el ejemplo histórico en que se basaba, el de Pareto, también había tratando de matematizar la ciencia social creando un lenguaje abstracto; pero que, sin embargo, fue un “fracaso relativo” debido a la vaguedad y generalidad de las

⁴⁹⁹E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, Madrid, CIS, 1990, p.17.

⁵⁰⁰Ibid., p.18.

proposiciones empíricamente verificables que su sistema podía generar. Es decir, el lenguaje de Pareto era demasiado amplio y carecía de utilidad⁵⁰¹. La misma intención predica de E. Durkheim, en el sentido de crear un lenguaje específico. También Durkheim, en *Las Reglas del Método Sociológico* intentó ofrecer una definición “provisional” del objeto de la sociología, el “hecho social”, para producir así una ruptura con las prenociaciones del sentido común y alcanzar un tratamiento científico de la sociedad. En este caso, sin embargo, el marco teórico resultó ser excesivamente estrecho y la definición provisional contenía ya elementos sustantivos suficientes como para predefinir el objeto⁵⁰². Para Lamo, Durkheim, Pareto y Parsons perseguían una formalización lingüística de la sociología equivalente a las matemáticas. No obstante, destaca las diferencias entre ambos enfoques. “Pero el concepto de función será a lo sumo, en cada caso, una generalización empírica y, de ningún modo, puede considerarse equivalente a una ecuación diferencial que podrá describir, pero no prescribir la relación entre las variables que incluye. La funcionalidad será, quizá, el resultado del sistema de ecuaciones (si es que es) y el equivalente de tal sistema es la interdependencia es decir, la función matemática. Pero el salto de ésta a la función tomada en el sentido de la fisiología de Cannon, era el paso desde el lenguaje formal y neutro a la determinación del objeto. Durkheim, Pareto, Parsons, tres intentos de definir un marco analítico sin referencia al objeto, muestran en su metodología, en el propio lenguaje, la determinación sustantivo del objeto”⁵⁰³.

El uso de un lenguaje simbólico ha caracterizado a las matemáticas desde sus comienzos. De hecho, cualquier forma de comunicación exige el conocimiento de símbolos. Unos son naturales o dados por la naturaleza y otros artificiales o fabricados por el hombre. Unos son objetos materiales que representan entes abstractos y otros aparecen más ligados al conocimiento y al pensamiento humano. Ahora bien, un lenguaje es un conjunto de símbolos estructurados por medio de una serie de leyes o reglas: su gramática. En ese sentido, las matemáticas y la sociología han mantenido desde los orígenes de esta última una relación tormentosa. Tal y como recordara Boudon “el

⁵⁰¹*Ibid.*, pp.18-19.

⁵⁰²*Ibid.*, p.19.

⁵⁰³*Ibid.*, pp.19-20.

matrimonio entre sociología y las matemáticas, aunque data de hace décadas, ha sido siempre difícil”⁵⁰⁴. En gran parte por la tensión que se genera entre los dos lenguajes, el sociológico y el matemático. No obstante, como tendremos ocasión de discutir en extenso, la fricción entre dos lenguajes (es decir, dos formas de representar y relacionarse con el mundo) puede ser francamente productiva. Habitualmente es en las traducciones donde la discontinuidad aflora y destacan con fuerza las presunciones y convenciones que al habitar un solo lenguaje nos llegan a parecer evidentes, pero que su traducción obliga a revelar. Y discutir. En ese sentido, es absurda la tarea de reducir la investigación sociológica o la sociología misma a las matemáticas; pero no menos absurdo es recrearse en la diferencia sin mirar más allá. El “conflicto” puede resolverse en una provocación para pensar o un “comodín” sobre el que estereotipar la investigación. Wittgenstein en su Tratado lógico-filosófico destacaba como “Los límites de mi lenguaje significan los límites de mi mundo. La lógica llena el mundo; los límites del mundo son también sus límites. Nosotros no podemos, pues, decir en lógica: en el mundo hay esto y lo de más allá; aquello y lo otro, no. Esto parece, aparentemente, presuponer que excluimos ciertas posibilidades, lo que no puede ser; pues, de lo contrario, la lógica saldría de los límites del mundo; esto es, siempre que pudiese considerar igualmente estos límites también desde el otro lado. Lo que no podemos pensar no podemos pensarlo. Tampoco, pues, podemos decir lo que no podemos pensar.” En ese sentido, los lenguajes son discontinuidades en la forma de pensar; es en este encuentro donde son reconocibles las limitaciones que no conocíamos así como las potencialidades que se derivan de detectar las debilidades. La sociología matemática supone esencialmente el revelar límites al desplazarse entre lenguajes y por lo tanto, permitiéndose el atisbar “desde el otro lado”.

La sociología matemática es por lo tanto, un viaje entre pensables, la búsqueda de diferentes perspectivas. Perspectivas que no pueden ser ingenuas, en la medida que las matemáticas tienen sus propias razones que, subrepticiamente, imponen sobre lo pensable y en algunos casos, como los modelos estructurales por ejemplo, imponiendo los personajes (variables) y la trama (relaciones) de la

⁵⁰⁴R. Boudon y otros, *Metodología de las Ciencias Sociales*, Barcelona, Laia, 1973.

explicación cuando el criterio de identificación así lo exige. No obstante, hay que destacar que el contenido asignado habitualmente a la sociología matemática es el desarrollo y formalización de modelos así como determinar la pertinencia del ajuste posterior sobre los datos obtenidos empíricamente. Asumiendo esta definición como parte de la actividad en la sociología matemática, hay que destacar su importante componente crítico, que con frecuencia permanece desconocido. Crítico con la sociología, exigiendo rigor y claridad de pensamiento, pero también crítico con las matemáticas, identificando sus límites como lenguaje para tratar la realidad social (precisamente por su exceso de rigidez).

Henri Lefebvre⁵⁰⁵ destaca la necesidad de las matemáticas y su papel esencial, junto a la lógica dialéctica en el conocimiento científico. “(...)Para refutar la acusación basta con considerar el puesto concedido a las matemáticas en el conocimiento. El razonamiento matemático aparece en el trayecto que va desde lo abstracto (elaborado) hasta lo concreto (conocido). Se enlaza con la lógica dialéctica. Como ésta, es mediador entre la forma y el contenido. Mientras que Hegel ha rechazada de su filosofía el razonamiento matemático, al que tacha de arbitrario, de constructivismo irreal”. La relación entre sociología y matemática ha sido conflictiva, no porque fuese necesario o se derivase de las propias reglas de juego de cada lenguaje , sino por las posiciones y actitudes reduccionistas que los sociólogos y matemáticos han podido con frecuencia adoptar. Sobre la evaluación de la contribución de las matemáticas a la economía decía Stone “Hace aproximadamente setenta y cinco años el economista americano Fisher afirmó que la bibliografía del mundo entero contenía apenas cincuenta libros y artículos que valiesen la pena sobre economía matemática. Hoy día la situación es diferente, no sólo en economía sino también en todas las otras ciencias sociales (...) La razón es una apreciación creciente de las ventajas que provienen de la expresión en términos matemáticos de conceptos que en un tiempo se trataban sólo verbalmente”⁵⁰⁶.

⁵⁰⁵Henri Lefebvre, *Lógica formal, lógica dialéctica*, Siglo XXI, Madrid, 1970.

⁵⁰⁶R. Stone, “Matemáticas en las Ciencias Sociales”, *Matemáticas en el Mundo Moderno*, Madrid, Blume, 1974.

La sociología matemática no tiene porqué estar divorciada de la sociología discursiva ya que aquélla establece las hipótesis y las conclusiones con símbolos, ecuaciones y lógica matemática, mientras que ésta lo hace con palabras, de forma discursiva. En opinión de P.A. Samuelson⁵⁰⁷ “existe una equivalencia lógica esencial entre las matemáticas y el lenguaje, de manera que importa poco que se elija una u otro, aunque el razonamiento matemático es más eficaz y conciso en numerosos problemas importantes”. Frente a la lógica discursiva, la utilización del método matemático fuerza al investigador a ofrecer una presentación completa de hipótesis garantizadamente no contradictorias. Pero, al no tener los símbolos matemáticos ningún significado natural más que el que les atribuyen los postulados o definiciones, las connotaciones de las palabras en el lenguaje común no pueden diferir con el proceso de razonamiento.

Más concretamente, el análisis geométrico ha ocupado durante mucho tiempo una posición dominante como instrumento analítico a pesar de disponerse de otras técnicas más fiables, ya que ayuda a visualizar y a intuir la solución de problemas más complejos. Sin embargo, por una parte, los gráficos no son totalmente fiables como instrumento de razonamiento y, por otra, comportan una fuerte limitación dimensional. Para el tratamiento de problemas en sociología que implican la interacción entre muchas variables, se recurre al álgebra y al cálculo. Asimismo, la comunicación puede llevarse a cabo a diferentes niveles (básico o avanzado, directo indirecto...), según los cuales se requiere un conocimiento más o menos detallado de los símbolos y códigos a manejar durante la comunicación, así como una cierta capacidad para unirlos adecuadamente en búsqueda de la transmisión de nuevos y mejor mensajes. El uso de cualquier lenguaje requiere cierto nivel de abstracción en un doble sentido. Cuando representamos en nuestro cerebro una realidad concreta, la idea que se forma resulta incompleta y limitada. También sucede lo mismo cuando intentamos materializar nuestras ideas y comunicarlas mediante un lenguaje, ya que ello requiere la utilización de símbolos.

⁵⁰⁷P.A. Samuelson, “Economic Theory and Mathematics: An Appraisal”, *American Economic Review*, vol. 42 (1952) pp.56-66.

La simbología matemática tiene su elemento básico en las variables o signos que indican lugares que pueden ser ocupados por “diferentes” números o “diferentes” nombres de cosas. En realidad representan el contenido del lenguaje matemático (a modo de vocabulario) al que se le da forma posteriormente a través de las fórmulas y ecuaciones, expresiones matemáticas (a modo de frases), que a su vez adquieren sentido a través de teoremas y demostraciones matemáticas (a modo de enunciados y razonamientos). De esta forma, las matemáticas al igual que la lógica, recogen en una expresión “universal” numerosas expresiones “particulares”. Las matemáticas constituyen hoy una ciencia de la cual es difícil, desde fuera, definir su fin y sus métodos. De hecho, según los autores, hay diferentes posiciones incluso respecto a si ellas forman o no parte de la lógica, pudiendo aceptarse que constituyen una prolongación de esta última. No obstante, en sentido más amplio el lenguaje matemático actual es fruto del trabajo mental de muchos investigadores, de modo que tiene cualidades propias de los lenguajes artificiales. La simbología matemática empezó dando los primeros pasos de la aritmética o de la geometría y trigonometría; posteriormente encontró un desarrollo lógico simbólico importante con el análisis de funciones, el álgebra, la topología, la teoría de conjuntos... Como cualquier lenguaje artificial, se desarrolló por la necesidad de superar ciertos inconvenientes de los lenguajes naturales, tan útiles en el uso expresivo común como perjudiciales en su imprecisión.

No obstante, puede decirse que ninguna persona domina en su totalidad el lenguaje de las matemáticas y, tanto en su conocimiento como en su uso, cada profesional ve restringida la parcela de las matemáticas que puede abarcar. El planteamiento que mantendremos aquí es la subordinación del lenguaje matemático a la investigación sociológica, empleando sus potencialidades para arrojar luz sobre aquellos aspectos que la sociología desde dentro no acaba de definir. Al mismo tiempo, hay que considerar que surgen nuevas matemáticas que tienden a seducir a los sociólogos, siempre en busca de una solución externa a sus propios problemas. No parece un camino sensato, en la medida que toda matemática y estadística contiene una definición del mundo oculta en sus presupuestos. Deberá ser la sociología la que invente sus propios bagajes matemáticos. Al igual que en las ciencias

naturales los cambios de explicación del mundo generan nuevas matemáticas para hablar sobre ellos (así como se entretienen inventando matemáticas para especular mundos) la sociología debe definir sus mundos e imponer sus presunciones sobre el lenguaje que se emplee para hablar de ellos.

En cualquier caso, Lévi-Strauss, reputado por sus trabajos sobre el estructuralismo, escribía en 1954 "Si las ciencias sociales han de convertirse en ciencias auténticas y, para decirlo pronto y claro, si quieren seguir existiendo dentro de veinte años, es indispensable que se efectúe una reforma urgente. Hoy en día, podemos tener la certidumbre de que los jóvenes especialistas en ciencias sociales tendrán que poseer de ahora en adelante una formación en matemáticas sólida y moderna, porque de lo contrario serán barridos del panorama científico"⁵⁰⁸.

En lo que se refiere a los métodos de formalización, Kruskal⁵⁰⁹ destaca la necesidad de diferenciar entre tres ámbitos muy interrelacionados entre si: las matemáticas, la estadística y la computación. Muchos problemas de las ciencias sociales y del comportamiento necesitan de las matemáticas, la estadística o la computación para ser resueltos.

Cada vez con mayor frecuencia los científicos sociales emplean métodos y herramientas de las ciencias matemáticas. Para García Ferrando el argumento más frecuentemente utilizado, es el de que las matemáticas no sólo sirven para medir, sino también para formular, especificar y manipular teorías⁵¹⁰. Según Leik y Meeker⁵¹¹, los beneficios que proporciona la sociología matemática son de tres tipos, precisión, coordinación teórica y reducción entre perspectivas alternativas. En primer lugar, las formulaciones matemáticas suministran una mayor precisión y pone que otras formas menos rigurosas de discurso. De igual modo se expresa Land⁵¹² para quien la actual base teórica en la sociología contemporánea es tan pobre, que la única manera de superar

⁵⁰⁸Lévi-Strauss, RICS, nº 4, 1954, pp.589.

⁵⁰⁹W. Kruskal, *Mathematical Sciences and Social Sciences*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1970.

⁵¹⁰M. García Ferrando, "La sociología matemática hoy: usos y abusos", *Revista Española de la Opinión Pública*, 45, (1976), pp.77-90.

⁵¹¹R.K. Leik y B.F. Meeker, *Mathematical Sociology*, New Jersey, Prentice-Hall, 1975.

esta situación es a través del uso riguroso de los modelos matemáticos. Para Land, el trabajo en sociología ha tendido a concentrarse en el desarrollo de teorías verbales y en la acumulación de registros observaciones, mientras que la conexión entre ambas estructuras siempre se han mantenido débil. El trabajo principal de teorías y de estimación empírica de los parámetros teóricos (constantes sociológicas) está aún por hacer, y en este quehacer la sociología matemática tiene un papel principal que realizar⁵¹³.

En segundo lugar, Leik y Meeker sostienen que la sociología matemática establece puntos de unión entre diversas partes de la investigación o de la teoría. De este modo, las matemáticas podrían suministrar una base importante de unificación en la sociología. Por último, Leik y Meeker estiman que las matemáticas podrían servir para demostrar la similitud de ideas entre diversas escuelas: el funcionalismo, el simbolismo, el operacionalismo, la dialéctica, aparentemente con sus perspectivas irreconciliables, podrían encontrar un punto de convergencia a través de las matemáticas. “La formulación matemática tiene la propiedad deseable de estar relativamente libre de los dogmas (de las diferentes escuelas teóricas). Es posible, de hecho, utilizar modelos matemáticos para demostrar la similitud de ideas que las diversas escuelas han propuesto, pero que la terminología y la fidelidad a sus escuelas de los diversos proponentes, han obscurecido tales similitudes”⁵¹⁴.

No obstante las potencialidades de la colaboración entre matemáticas y sociología, aún continúa existiendo una cierta prevención. P. von Morpurgo advierte como “Es un hecho conocido que la relación de las ciencias sociales con las matemáticas es un tanto incómoda. Si exceptuamos a los economistas y los demógrafos, los especialistas en ciencias sociales se muestran reacios a utilizar los análisis matemáticos, lo cual se justifica en cierta medida porque una profesión sólo puede prosperar apoyándose en sus propias fuerzas. Respecto a los

⁵¹²K. Land, “Formal Theory in Sociology: A Survey of the Methodology of Matematind Sociology”, en H. Costner (ed.), *Sociological Methodology 1971*, San Francisco, Jossey-Bass, 1971, pp.175-220, p.176.

⁵¹³*Ibid.*, pp.203-204.

⁵¹⁴Leik y Meeker, *Mathematical...*, *Op. cit.*, pp.16-17.

estadísticos, cabe señalar que pueden mejorar la presentación de sus datos cuando comprendan realmente los conceptos y términos de las ciencias sociales”⁵¹⁵. Más aún, existe una interacción entre las matemáticas y las ciencias sociales donde problemas tratados en las ciencias sociales han motivado nuevas teorías y desarrollos en las ciencias matemáticas.

3.4.5. Matemáticas

Para Kruskal, las matemáticas pueden entenderse como el estudio de estructuras simbólicas formales, con frecuencia producto de la abstracción del tratamiento de problemas empíricos. Ambos aspectos, su estructura simbólica y el carácter empírico se encuentran ciertamente ligados. De hecho una de las mayores ventajas de las matemáticas es que dado su carácter abstracto puede ser aplicada a una gran cantidad de situaciones reales. Las matemáticas juegan un papel importante en las ciencias sociales en al menos tres formas, primero mediante su aproximación axiomática. Segunda porque las matemáticas permiten la determinación y manipulación de conceptos, y por último los modelos matemáticos conceden precisión a las tareas científicas y las hacen más fáciles de testar y de ser mejoradas. En sociología matemática destaca el empleo de varias ramas de las matemáticas, en concreto álgebra, análisis funcional, teoría de grafos o teoría de conjuntos. Debe tenerse presente que la elección de un tipo de matemáticas conduce a una representación específica de la realidad, tanto en “imagen mental de ella” como en lo que puede o no puede ser. Mediante ellas se desarrollan las posibilidades simbólicas de los conceptos pero también se les atribuyen unas reglas de juego.

Álgebra lineal y matricial. El álgebra lineal, y sobre todo, el álgebra matricial se incluyen en áreas profesionales tan variadas como sociología, psicología, economía o demografía. Los conceptos básicos de álgebra lineal tienen carácter formativo simbólico y son abundantes e interesantes sus aplicaciones en sociología matemática. En concreto, el álgebra matricial nos enseña muy bien a abstraernos al mundo de los símbolos para ser capaces, por ejemplo, de representar con una sola letra todo un cuadro de datos (matriz), de operar con ella y de obtener

⁵¹⁵P. von Morpurgo, *Op.cit.*

conclusiones. El álgebra lineal permite, además, con sus teoremas, resolver sistemas de ecuaciones lineales, plantear y estudiar modelos estructurales multivariantes de una forma más simplificada. El álgebra, hoy materia muy extensa en la ciencia matemática, tuvo su origen más formal en un trabajo del matemático Kharizmiano del siglo IX, Mohammed ibn Mua Al-Kharizmi donde aparece la primera fórmula general para la resolución de las ecuaciones de primer y segundo grado.

El álgebra se caracteriza, en primer lugar, por sus métodos, que implican el uso de letras y expresiones literales, sobre las cuales se realizan operaciones con propiedades dadas. Más tarde, Omar Khayyam definió el álgebra como la ciencia de resolver ecuaciones y se mantuvo este significado hasta finales del siglo XIX, cuando el álgebra, junto con la teoría de ecuaciones, tomó nuevos derroteros, modificando esencialmente su carácter, pero no ese espíritu de generalidad que posee como ciencia de las operaciones formales. El método algebraico está presente en toda la matemática y su campo de aplicaciones ha aumentado notablemente en las décadas recientes. El álgebra lineal es la parte del álgebra más útil en la aplicación del razonamiento matemático a otras áreas, programación lineal, análisis de sistemas, estadística o análisis numérico. El álgebra ayuda a simplificar las expresiones de algunos problemas y, consecuentemente a resolverlos más fácilmente y a deducir propiedades cualitativas de carácter general. Así, en todo tipo de modelos lineales multivariantes, se requiere la solución de enormes sistemas de ecuaciones lineales donde el uso del álgebra lineal es fundamental, no sólo para resolverlos (nivel cuantitativo) sino para deducir propiedades de estabilidad (nivel cualitativo). Otro ejemplo lo constituyen los modelos estructurales donde el lenguaje de las matrices simplifica considerablemente las expresiones, sus propiedades y soluciones.

El álgebra lineal es el prerequisito indispensable para algunas áreas de la matemática como análisis de funciones de multivariables, teoría de optimización, teoría de integración, análisis funcional, análisis dinámico, teoría de la probabilidad. Por otro lado, terrenos comunes entre análisis y álgebra, geometría y álgebra, topología y álgebra, etc., han permitido después de una algebrización, la resolución de problemas no triviales de las otras ramas de las matemáticas y de las ciencias

aplicadas. La relación existente, a través de las aplicaciones lineales, entre el concepto de espacio vectorial y la teoría de matrices permite el estudio simplificado de muchos modelos sociológicos. Temas aparentemente tan específicos como la diagonalización de matrices (principalmente de las simétricas cuyo carácter peculiar les confiere un tratamiento especial) aparecen íntimamente ligados a multitud de aplicaciones en todos los campos de las ciencias sociales. Es fundamental tener en cuenta su importancia computacional en la resolución de problemas lineales de todo tipo.

Análisis de funciones, optimización clásica e integración. La teoría de funciones es, en primer lugar una herramienta importante para simbolizar modelos (conjuntos, variables, relaciones, funciones) y, en segundo lugar, con gran utilidad para resolver determinados problemas de carácter estático y estático-comparativo. El estudio de análisis de funciones se vincula actualmente con la adquisición de conceptos básicos de topología, rama relativamente joven de las matemáticas, cuyos principios totalmente abstractos han encontrado importantes aplicaciones en el estudio cualitativo de la no linealidad, ecuaciones diferenciales, etc. La topología usa la lógica simbólica y estudia las propiedades de espacios, figuras y transformaciones.

Su consideración en la resolución de problemas en las ciencias sociales comenzó a explicitarse ya desde los años sesenta, siendo la teoría de catástrofes un desarrollo empleado en sociología matemática. Muchos de los conceptos topológicos más simples son utilizados incluso por personas que nunca han oído hablar de topología; son tan fundamentales que los hemos aprendido desde que éramos niños; tales son los conceptos de interior y exterior, de izquierda y derecho, de conexión y falta de conexión. La importancia de la topología reside, en particular, en que es capaz de dar definiciones rigurosas generales de estos conceptos, proporcionando, así, una base para la estricta aplicación de los razonamientos relacionados con el concepto intuitivo de continuidad. La generalidad y naturaleza fundamental de esta relación hacen de la topología una teoría geométrica muy general que penetra en las diversas ramas de las matemáticas donde quiera que lo único que interese sea la continuidad. En realidad, el desarrollo sofisticado de la topología es sólo de poco más de un siglo y, sobre todo, se potencia a

partir de las contribuciones de Poincaré. Su aplicación ha sido sustancial en problemas de electrónica y aerodinámica supersónica donde hipótesis de linealidad carecen completamente de sentido.

El análisis matemático es la rama de las matemáticas que proporciona métodos para la investigación cuantitativa/cualitativa de los distintos procesos de cambio, movimiento y dependencia de una magnitud respecto de otra. Surge así, de manera natural, en un período (siglo XVII-XVIII) en el que el desarrollo de la mecánica y la astronomía habían proporcionado ya un cúmulo considerable de observaciones, medidas e hipótesis y estaban impulsando a la ciencia hacia la investigación cuantitativa de las formas más sencillas del movimiento. A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, el cálculo diferencial e integral, tal como hoy lo conocemos, estaba esencialmente terminado. A partir de ese momento, los matemáticos se dedicaron a la construcción de sus distintas ramas y al desarrollo de nuevos campos de aplicación prestando especial atención a la tecnología. Aún en el siglo XVIII, los matemáticos no se ponían de acuerdo acerca de lo que era una función. El desacuerdo se tradujo en prolongadas controversias sobre la solución de un problema, o, si era o no correcto un resultado matemático concreto. Poco a poco se fue viendo que no era éste el único concepto que necesitaba una mayor precisión. Una comprensión inadecuada del significado de continuidad y de las propiedades de las funciones continuas condujo a resultados erróneos: por ejemplo, que una función continua es siempre diferenciable. La matemática comenzó a operar con funciones tan complicadas que resultaba imposible confiar en la intuición. Nació, así, la necesidad real de poner orden en los conceptos fundamentales del análisis. Más adelante, el desarrollo del análisis matemático exigió el estudio de funciones “extrañas”, en particular discontinuas, lo que causó una generalización del análisis, que dio lugar a la teoría de funciones reales de una variable real.

Mientras que el análisis matemático clásico opera esencialmente con funciones “buenas” (eso es, suficientemente diferenciables), la teoría de funciones reales de una variable real investiga clases de funciones mucho más amplias. En ella la teoría de conjuntos es una herramienta fundamental. El análisis de funciones, con los conceptos de función, continuidad, derivabilidad, diferenciabilidad parecen en

múltiples escenarios. Las series funcionales y matriciales proporcionan métodos para el estudio de la optimización clásica, métodos para la aproximación polinómica de funciones en general, métodos para el ajuste de datos o métodos para el estudio de sistemas dinámicos. El método de los mínimos cuadrados, aproximación polinómica tan usada en el ajuste de datos y en estadística, constituye un ejemplo notable en la optimización clásica libre. En la Teoría de la decisión, en la que siempre es necesario optar a priori entre varias posibilidades una teoría que permita conocer cuál es el óptimo entre varios posibles, es de una gran aplicación potencial.

Hay que decir, no obstante, que la optimización clásica tiene, como toda teoría, sus ventajas e inconvenientes. Los mayores inconvenientes están en las hipótesis: se supone que las funciones son suficientemente diferenciables y en las conclusiones: los óptimos que se calculan no son absolutos. El concepto de integral tuvo su origen histórico en la necesidad de resolver problemas concretos, uno de cuyos ejemplos más característicos es el cálculo del área de una figura plana de contorno curvilíneo el cual se considera justamente para motivar la construcción formal de la integral. Este ejemplo permite además visualizar su relación con el concepto de serie.

Ya Arquímedes logró calcular el área de un segmento de parábola y de otras figuras relativamente sencillas. El número de problemas particulares que se consiguió resolver fue creciendo gradualmente pero sin haber encontrado un método general. El trabajo de la búsqueda del mismo, avanzó muy lentamente hasta finales de la Edad Media y fue coronado con éxito en el siglo XVIII por los trabajos de Newton y Leibniz iniciadores, mediante el concepto de límite, del cálculo diferencial e integral. Al contrario de la derivada que proporciona información puntual, la integral definida lo hace en sentido global. El concepto matemático de integración introduce el correspondiente de dinámica. En un modelo sencillo, el problema suele implicar la determinación de la trayectoria temporal de alguna variable, sobre la base de una forma conocida de cambio (por ejemplo, una tasa de cambio instantánea dada). En caso más complejos, el uso de la integración va ligado a la resolución de problemas de análisis dinámico continuo constituido por ecuaciones diferenciales.

Un interés especial tiene el estudio de las formas funcionales. Las formas funcionales se refieren al tipo de relación que mantienen las variables entre sí. Los diferentes test matemáticos y estadísticos que investigan si existe relación o no entre dos variables, así como la magnitud de esta relación en caso de existir, son muy sensibles a la forma que adopte la relación. De este modo, una relación evidente entre dos variables cuando es expresada de forma gráfica, puede no ser detectada por un coeficiente de asociación diseñado para ser sensible con relaciones lineales. Recordemos que entre los coeficientes que son sensibles sólo a relaciones lineales tenemos los más ampliamente empleados, como son el coeficiente de correlación o el de regresión. Distinguiremos las formas funcionales (forma de la relación) en dos tipos principales: monotónicas y no monotónicas. Las relaciones monotónicas implican que no se produce cambio de dirección en la relación entre dos variables: si esta es siempre creciente o decreciente. De este modo, una línea recta siempre es monotónica. Una relación no monotónica implica que la relación entre variables es creciente para determinado rango de valores y decrece en otro rango de valores (pasa de relación directa a relación inversa dependiendo del conjunto de valores comparados). En ese sentido, una recta jamás podrá ser no monotónica, dado que los valores mantienen siempre una relación constante, sea creciente o decreciente.

En general, los análisis más habituales en la actualidad se efectúan sobre formas funcionales monotónicas y dentro de lo posible lineales. Esencialmente porque el comportamiento de los estadísticos de ajuste y test de significación son mejor conocidos y se obtienen de también de modo más simple en este tipo de relaciones. Para ello existen procedimientos que sobre la base de trasformaciones (habitualmente en logaritmos) consiguen re-expresar algunas de las relaciones no lineales en lineales. Esto es más frecuente y fácil en las relaciones monotónicas.

En las relaciones no monotónicas obliga a cambiar (como veremos) no sólo magnitud o distancia sino también el orden lo que afecta de modo sustutivo al tratamiento de la relación. En la evaluación de la relación el aspecto importante es determinar si la magnitud del efecto depende de los valores de la variable que explica. Si

la magnitud de la relación es independiente de la magnitud de los valores que adopte la variable explicativa la relación será lineal. Por el contrario, si la magnitud de la relación depende de la magnitud de los valores en la explicativa la relación será posiblemente no lineal y mucho más complicada de estimar. Así, la ecuación ($y = a + bx$) expresa una relación lineal. Como puede apreciarse, (y) es una combinación lineal de (x). Esto implica que tomando un valor de (x), multiplicándolo por una cantidad constante (b) y sumándole otra constante (a) obtendríamos el valor (y). Esta relación articulada mediante coeficientes constantes (también llamados coeficientes fijos, por que no varían en el trascurso de la relación) implica que la variable (y) es simplemente la variable (x) multiplicada y sumada por algo. Evidentemente en la investigación empírica esto rara vez sucede y queda un error o resto.

Pero la idea central de una variable que explica a otra mediante una relación lineal es la de desdoblamiento: la dependiente es engendrada por la independiente (o explicativa) mediante combinación lineal. Estos coeficientes (a) y (b) tienen una interpretación geométrica y en algunos casos teórica. El coeficiente (a) indica en que lugar del eje corta la recta, mientras que el coeficiente (b) expresa la pendiente de esta recta. Un coeficiente $b = 0$ implica que la recta es paralela al eje de las "equis" y también que el valor estimado de la variable explicada (y) seria una constante. En términos teóricos la relación lineal supone que un cambio de una unidad en la variable explicativa (x) producirá un cambio en la variable (y) de la magnitud (b), independientemente del valor que adopte (x). El coeficiente (a) expresaría el valor de la variable dependiente (y) cuando la variable explicativa es cero. Con frecuencia el cero es un valor fuera de rango teórico en la variable explicativa, por lo que el coeficiente (a) se convierte en un elemento que optimiza el ajuste pero no debe ser interpretado. Solamente en el caso que el cero en la variable explicativa tenga valor teórico, es decir, este dentro de las posibilidades teóricas de variación de esa variable se podrá interpretar el coeficiente (a). La mayoría de las relaciones terminan siendo simplificadas en modelos lineales, ya sea especificadas en ese modo directamente o mediante transformación de una relación especificada inicialmente como no lineal.

Son muchos los argumentos a favor de la linealización de los modelos, entre ellos la facilidad de interpretación de los coeficientes así como que el comportamiento matemático de este tipo de funciones es bien conocido.

Continuidad y bifurcación. La relación funcional entre dos o más variables viene expresada por la formulación $y = f(x)$. Esto implica que conocido el valor de x es posible conocer directamente el valor de y cuando se trata de una relación determinista, es decir, que para cada valor de x existe solamente un valor posible de y . En ese sentido, la función es esencialmente un sistema de emparejamiento de pares de valores. En el caso de que la relación sea probabilística, un valor de x puede tener asociada una nube de valores distintos de y . En ese sentido hay un ajuste y un error. Existe, no obstante, la posibilidad de que en una relación funcional determinista un valor de x pueda, en determinadas circunstancias asociar dos valores de y .

Estas funciones se bifurcan en determinado valor y pueden conducir a mundos distintos. Estas bifurcaciones son propias de algunos modelos como el topológico de catástrofes. Implican la posibilidad de cambios bruscos de estado (revoluciones, crisis, motines en las cárceles, manifestaciones, etc.). En términos coloquiales, se tratan de puntos de ruptura que suponen saltos cualitativos importantes en una situación. Así, un cambio pequeño en una variable explicativa produce efectos pequeños y súbitamente un cambio en la variable explicativa equivalente a los anteriores produce un salto inesperado en la dependiente. Las bifurcaciones pertenecen a modelos matemáticos complejos que difícilmente son ajustables sobre modelos estocásticos como los empleados en sociología.

Interacción y adicción. Los conceptos de interacción y adicción surgen en el caso en que las variables explicativas sean más de una. En este caso, la pregunta es si además del efecto o influencia que cada variable tenga sobre la variable explicada no existirá un efecto “secundario” sobre la base de la combinación entre las variables explicativas. Cuando el efecto de una variable explicativa sobre la variable explicada no depende de los valores que adopte una tercera variable explicativa los efectos de estas dos variables explicativas se

suman sobre la explicada. Es decir, cada variable explicativa tiene un efecto propio sobre la explicada y ambos efectos se suman, es decir se comportan aditivamente, en la explicación. Su expresión gráfica muestra como los efectos se desplazan en paralelo para los diferentes combinaciones de valores en las variables explicativas.

Sin embargo, las relaciones no siempre son aditivas. Existen relaciones entre una variable explicativa y la explicada que varían en función a los valores que adopte una tercera variable explicativa. Nuevamente, lo habitual es tratar con efectos aditivos. Cuando los efectos no son aditivos pueden ser transformados para convertirlos en aditivos. El empleo de efectos no aditivos complica sustancialmente el modelado. Cuando se opera con una ecuación lineal (estructural) y los efectos son aditivos, se presupone que las variables explicativas son independientes unas de otras. Esto permite interpretar los coeficientes (parámetros) (b_i) de las variables explicativas de modo directo: es el efecto que causa en la variable explicada (y) la variable explicativa x cuando todas las demás variables explicativas se mantienen constantes. De este modo, el efecto de los cambios en la variable explicativa (cuando todas las demás variables explicativas se mantienen constantes) es igual a (b) veces el cambio experimentado por dicha variable explicativa. Nuevamente, entre las ventajas de los efectos aditivos está una claridad e inmediatez importante en la interpretación de su significado teórico.

Análisis dinámico. En general, un sistema es dinámico si su comportamiento en el tiempo se encuentra determinado por ecuaciones funcionales en las cuales están presentes, de forma esencial, variables en diferentes instantes temporales. Tipos particulares de ecuaciones funcionales son las ecuaciones en diferencias finitas y las ecuaciones diferenciales. En Sociología matemática se emplean especialmente las basadas en diferencias finitas, si bien el trabajo clásico de Coleman en su *Introducción a la Sociología Matemática* emplea las segundas. El análisis dinámico discreto y el análisis dinámico continuo se diferencian básicamente por la naturaleza de las variables independientes, esto es, discretas o continuas, respectivamente. La teoría de las ecuaciones diferenciales que permite estudiar la dinámica continua comenzó a desarrollarse a finales del siglo XVII, casi simultáneamente con la

aparición del cálculo diferencial e integral, motivada por el estudio de la dinámica puntual y de los cuerpos rígidos, así como ciertos problemas geométricos (por ejemplo el trazado de trayectorias).

Ya Leibniz y algunos miembros de la familia Bernoulli utilizaron desarrollos en serie de potencias para la resolución de ecuaciones e introdujeron, también, los fundamentos para la clasificación de las ecuaciones diferenciales. Son importantes, entre otras las contribuciones de Euler (1707-1783), Clairaut (1713-1765), D'Alembert (1717-1783) y Lagrange (1736-1813). Con Euler, la teoría de las ecuaciones diferenciales se transforman en una disciplina independiente, con sus dos grandes ramas: ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales. Con todo ello, desde finales del siglo XVI y comienzos del XVII en que probablemente tuvieron lugar los primeros ensayos motivados por la producción de tablas de logaritmos, hasta la actualidad, la teoría de ecuaciones diferenciales no ha dejado de contribuir al avance del conocimiento matemático. Muchos de los trabajos actuales tratan, en cuanto a la parte más cualitativa, el problema de la estabilidad y el comportamiento global y asintótico de soluciones (teoría de las catástrofes, sistémica...) y, en cuanto a la parte más cuantitativa, el cálculo efectivo de soluciones, casi nunca fácil en la práctica (análisis numérico, ciencias de la computación...). También se presta particular atención a su contribución en la teoría de control con las ecuaciones diferenciales retardadas y/o estocásticas, en la teoría de operadores, etc. Por su lado, las ecuaciones en diferencias finitas son útiles para estudiar problemas de carácter discreto y como base de los métodos de aproximación a procesos continuos, debido a la dificultad/imposibilidad de calcular soluciones analíticas de numerosas ecuaciones diferenciales.

Podríamos decir que hay, por su fácil manejo, un uso extendido en el modelado de procesos dinámicos en sociología matemática de ecuaciones de los tipos anteriores, sobre todo lineales. A ellas dedicaremos especial atención, aunque esto no significa, por supuesto, que sean un instrumento universalmente adecuado para el análisis dinámico. En muchas aplicaciones, el tiempo es la variable independiente del problema cuya naturaleza realmente es continua aunque existen funciones temporales que sólo medimos de manera

discreta —a saltos— concentrando toda la actividad relevante de cada período en un determinado instante temporal. El tiempo ha sido una de las variables sistemáticamente consideradas en el análisis sociológico. Además, puede decirse que es una variable de “actualidad”. El tiempo es la variable dinámica por excelencia y aparece en las teorías actuales sobre *simulación, sistemas dinámicos, catástrofes, caos y fractales*. Especialmente dado que en numerosas ocasiones, no se está tan interesado en la solución cuantitativa de una ecuación como en el comportamiento cualitativo de su trayectoria. Cuando las ecuaciones dinámicas se emplean en la teoría del equilibrio general y en las condiciones de estabilidad, se plantean sistemas de ecuaciones que, generalmente se resuelven utilizando matrices y determinantes.

La teoría de grafos. Un aspecto común en el análisis de redes sociales es el recurso al enfoque matemático de la teoría de grafos. La teoría de grafos facilita un lenguaje formal con el que analizar la estructura de las redes, precisando al máximo sus propiedades. Básicamente, la teoría de grafos considera conjuntos de elementos, así como la relación que se establece entre ellos. Los elementos se denominan puntos y las relaciones arcos. Consideremos un conjunto de puntos, que puede ser finito o infinito en número, como los puntos, A, B,... F, G,. En el diagrama estos puntos, que pueden también llamarse *vértices*, están conectados por líneas que llamaremos *arcsos*. La Teoría de grafos destaca por su gran aplicabilidad en diferentes sistemas relacionales, en la medida que el concepto central es el de relación prescindiendo de la forma.

Los grafos pueden ser usados para representar estructuras de la naturaleza más diversa, como por ejemplo una red de carreteras o calles, un circuito eléctrico, un grupo de gente a los cuales se les ha aplicado un estudio psicológico de comunicación, la circulación de documentos dentro de un sistema administrativo, el crecimiento de población en un fenómeno demográfico, las relaciones familiares de un grupo de gente, las reglas de ciertos juegos como ajedrez o juego de damas, etc. Considerando los conceptos introducidos más arriba, el grafo en cada caso no debe ser confundido con los conceptos asociados con él; es simplemente la estructura en la que el uso de vértices y arcos provee de una representación útil de ciertas propiedades, que nos interesan. De este

modo, una matriz que describe la relación entre individuos puede ser trasformada en un conjunto de puntos conectados mediante líneas. Una estructura está compuesta esencialmente por elementos y relaciones. En un grafo, son las pautas de las conexiones lo que importa y no la posición de los puntos. En ese sentido, los conceptos usados en la teoría de grafos pretenden describir las pautas de conexión existentes entre los puntos. Por ello, los conceptos más simples de la teoría de grafos se refieren a las propiedades de los puntos individuales y las líneas que las relacionan. Será a partir de ellos se elaboran estructuras más complejas.

Entre los conceptos básicos, destacar los diferentes tipos de líneas, en la medida que existirán definidas tantas como tipos de relaciones. Así, tendremos líneas direccionaladas, que implican una asimetría en la comunicación y que darán lugar a grafos direccionalados; líneas no direccionaladas, donde se destaca la existencia de relación entre dos puntos sin afirmar nada sobre la naturaleza de la relación, dando lugar a grafos no direccionalados. Una posibilidad es que la relación que se expresa mediante una línea lleve un valor asociado. Así, las líneas pueden poseer la propiedad de expresar una intensidad. Se denomina multiplicidad de una línea al número de contactos separados que da pie a la relación. Así, la relación entre dos compañías ligadas por 3 consejeros (dado que los comparten en sus consejos de administración), poseería una multiplicidad 3. Esto en lo referido a los elementos que notan la relación, es decir las líneas. Los puntos que componen la red son origen y destino de las relaciones o líneas, poseyendo propiedades específicas en la medida que la relación entre ellos esté direccionaladas o no. Vamos a considerar en primer lugar grafos no direccionalados. Cuando dos puntos están conectados por una línea se denominan adyacentes. Aquellos puntos para los que un punto es adyacente se denominan sus vecinos. Es decir, los puntos que le son adyacentes constituyen sus vecinos. El número de puntos que son vecinos de otro punto se denomina grado, estrictamente grado de conexión. Así, el grado de un punto expresa el tamaño de su vecindad.

El grado de un punto se determina por el número de entradas distintas de cero en la fila o la columna de la matriz de adyacencias. [Si los datos son binarios, es simplemente sumar 1]. Al no estar dirigidos, la

suma de grados de todos los puntos debe de sumar el doble de líneas existentes.). Los puntos pueden estar directamente conectados por una línea, o pueden estar indirectamente conectados mediante una secuencia de líneas. Una secuencia de líneas que conectan dos puntos en un grafo constituye un paseo; para el caso específico en que un paseo está compuesto por líneas y puntos que son distintos se denomina sendero. La longitud de un sendero se determina por el número de líneas que contiene. En lo referido a los elementos en el caso de grafos dirigidos u orientados, se utilizan los mismos conceptos que en los grafos no orientados, si bien es necesario efectuar algunas correcciones. Así, en un grafo orientado las líneas van o viene desde los diferentes puntos, partiendo de un origen y llegando a un destino. Consecuencia de ello, la matriz de adyacencias deja de ser simétrica. Dado que la existencia de una relación que parte de A y llega a B no implica la contraria. Por ello el concepto de grado se considera, en grafos dirigidos, de dos tipos diferentes: grado interno y grado externo. El grado interno expresa el número de líneas que recibe un punto, mientras que grado externo expresa el número de líneas que parten desde un punto. Su cálculo es inmediato, empleando la matriz de adyacencias dirigidas, donde el grado interno vendrá dado por la suma de las columnas en la matriz de adyacencia dirigidas. El grado externo se determina mediante la suma de las filas en la matriz de adyacencia dirigidas. Un sendero en un grafo dirigido lo define una secuencia de líneas en las que todas ellas están orientadas en la misma dirección. El criterio para una conexión es mucho más estricto. Del mismo modo, la distancia corresponde con el sendero de menor longitud, en esa secuencia de líneas orientadas con la misma dirección.

Los conceptos anteriores conducen a la posibilidad de tratar la estructura. El tratamiento que se dé a una red o estructura, como grafo dirigido o no dirigido, depende de lo que prescriba la teoría. Si existe asimetría en la relación (de información, poder, jerarquía, etc.) el tratamiento será evidentemente orientado. En el caso que sólo interese la presencia o ausencia de canal o relación, el grafo será no orientado. Un nivel más general viene dado por la descripción de las pautas de conexión dentro de la red, en una posición estructuralmente más amplia. Así, el concepto de densidad describe el nivel general de conexión entre los puntos de un grafo. En tanto que patrón de

referencia donde posicionar las diferentes relaciones que se pueden encontrar en la red o grafo, diremos que un grafo es completo, si todos y cada uno de los puntos que contiene son adyacentes con todos los demás; es decir, todos los puntos están conectados entre sí. Es difícil que exista ese nivel de conexión y significa una referencia del máximo de densidad que se pueda alcanzar. En general, la densidad de un grafo depende de dos parámetros en la estructura de la red: la inclusividad del grafo y la suma de los grados de sus puntos. La inclusividad de un grafo se refiere al número de puntos que están conectados en el grafo; en forma operativa, la inclusividad absoluta de un grafo vendrá dada por el número total de puntos menos aquellos puntos que están aislados. En definitiva, la idea es que cuanto mayor sea la inclusividad del grafo, menos puntos aislados, mayor será la conectividad presente en este. Esta operativización de la inclusividad en términos absolutos posee la debilidad de que entorpece la comparación entre grafos, en definitiva entre redes o estructuras, que posean un número de puntos desigual. Una corrección a este hecho proviene de la determinación de un coeficiente relativo, que relacione los puntos conectados con el total de puntos.

Así, una medición de inclusividad relativa (IR) para comparar varios grafos consiste en dividir el número de puntos conectados por el número total de puntos. La idea principal afirma que cuanto mayor inclusividad, mayor densidad del grafo. Si pensamos en lo que significa el concepto de grado de un punto (recordemos, número de vecinos), parece evidente que es susceptible de aportar algo para la medición de la conectividad. Especialmente, considerados los grados de los diferentes puntos. En ese sentido, es importante conjugar ambas referencias. Un lugar de encuentro entre ellas es la línea, en la medida que el número de líneas recoge tanto el concepto de inclusividad como el de grado. Recordemos que el número de líneas en un grafo es igual a $1/2$ el sumatorio de grados de sus puntos. Un planteamiento operativo para el cálculo de la densidad de un grafo implica comparar el número de líneas presentes en el grafo con el número total de líneas que aparecerían si el grafo fuese completo. Debemos considerar, no obstante, si el grafo está orientado o no, en la medida que conducirán a diferentes operativizaciones del coeficiente de densidad al apoyarse éste sobre la noción de línea. Dado que cada punto puede estar conectado con todos

los demás, excepto con el mismo, un grafo con n puntos puede contener un máximo de líneas definido por $n(n-1)$, dado que expresa el número total de pares de puntos en el grafo. Así, en *grafos dirigidos* el cálculo de la densidad vendrá dado directamente por el cociente entre el numero de líneas existentes y el numero de líneas posibles en ese grafo. La determinación de la densidad en un grafo no dirigido sigue en parte una lógica equivalente. El número total de pares de puntos en el grafo vendrá dado por $n(n-1)$; sin embargo, la línea que conecta AB es igual a la que conecta BA, dado que no existe asimetría en la relación. Para que se traten de líneas diferentes se divide por 2. El numero de líneas distintas será igual a $n(n-1)/2$. Luego, densidad de un grafo no orientado, según se ha definido densidad, vendrá dado como el número de líneas existentes expresadas como proporción del total de líneas distintas posibles: Líneas existentes/ $((n(n-1))/2)$. Ambos coeficientes, para grafos no dirigidos y para grafos dirigidos, varían entre 0 y 1; indicando un coeficiente de 1 un grafo completo y 0 un grafo desconectado totalmente.

Un problema importante al determinar la densidad de una red o estructura social viene dado por la dependencia que, tal y como ha sido definido, presenta el concepto de densidad del número de casos. Esto hace que la comparación de densidades entre grafos de diferentes tamaños sea bastante problemática. La densidad de un grafo viene definida hasta el momento, según el número de líneas presentes en un grafo, comparado con el número total de líneas que existiría en el grafo si éste estuviese completo. Sin embargo, el número posible de líneas que exista en un grafo estará, en la práctica por debajo del límite teórico. Esto es fácilmente comprensible en la medida que existe un límite empírico a las relaciones que puede llegar a establecer una unidad de análisis en la práctica; especialmente si se trata de individuos y el total de puntos (resto de individuos en la red) es elevado. Esto implica que, en igualdad de condiciones, un grafo con un número mayor de individuos tenderá a tener una densidad menor que los grafos con un número menor de individuos. Aquí, entre otros fenómenos, interviene el factor tiempo que supone una seria restricción a los contactos posibles entre elementos. Así, siguiendo a Mayhew, cuanto más se incrementa el número de contactos, el tiempo disponible declina, de tal modo que nuevos contactos implican un coste excesivo en tiempo. Por ello, el

tiempo determina un límite al número de contactos que se pueden establecer y por lo tanto afecta a la densidad posible de una red. Sobre la base de modelos de elección aleatoria, los autores citados sugieren que el valor de densidad máximo que más frecuentemente se puede hallar en redes es de 5. No sólo es el tiempo el que supone un límite a la posibilidad de establecer relaciones, sino que también la afiliación que se considere puede implicar un límite a las relaciones factibles y por lo tanto incrementar el efecto del tamaño del grupo en el coeficiente de densidad. Por ejemplo, si la relación se establece sobre la base de "conoce a" el número de relaciones (líneas) posibles es muy superior a los que se establecerían si la afiliación fuese está "enamorado de"; evidentemente el número de líneas o relaciones que se establecerían dentro de un grafo si la relación se define como estar "enamorado de" alguien es bastante más limitada que en el caso de "conoce a". Son varios los factores que influyen para que las relaciones que en la práctica sean factibles de establecerse estén muy por debajo de las que teóricamente son posibles, en función al tamaño de la red o estructura que se esté estudiando.

La teoría de grafos en combinación con el álgebra matricial da respaldo también al análisis mediante sociogramas, así como a las estructuras asociadas como son las matrices de dominación y jerarquías, etc. Una estructura de relaciones puede representarse tanto gráficamente, como mediante una sociomatriz. Una sociomatriz es básicamente una matriz con valores 0 y 1 según exista o no conexión entre los dos elementos que encabezan la fila y la columna correspondiente. Como ya sabemos, a cada red de comunicación le corresponde una y sólo una matriz estructural. En la sociomatriz hemos podido apreciar las conexiones directas entre elementos. No obstante es factible analizar las relaciones indirectas entre individuos. Una relación indirecta se establece, por ejemplo, cuando A está en conexión con B y B está en conexión con C; A posee una relación indirecta con C a través de B. En general, una cadena de orden n es una cadena de n saltos entre dos elementos en la estructura. El significado de estas conexiones de escalón doble entre personas es bastante importante. Así, la vinculación de un individuo al grupo no sólo se determina por su relación directa, sino también por cauces indirectos, dependiendo de qué estructura relacional tenga el resto de los sujetos. También, podemos determinar

qué personas del grupo están más relacionadas indirectamente entre sí, cuál es el grado de estas relaciones o cuáles son las relaciones posibles entre diversos individuos. En el caso de relaciones asimétricas, quién influye sobre el mayor número de personas en un número de escalones menor, qué personas están influidas por el mayor número de personas o también qué individuos están sujetos sólo a la influencia de unos pocos.

Ciertamente, si nos ocupamos del concepto de estructura social o de un grupo y consideramos como secundarias las relaciones entre parejas de individuos, las conexiones directas entre individuos son inadecuadas para llevar a cabo una descripción completa de dicha estructura. El grupo social en que se mueve una persona se extiende más allá de sus amistades próximas. Se extiende también a los amigos de sus amigos. Estas conexiones indirectas podemos considerarlas como de "escalón doble" cuando entre dos sujetos sólo media un tercer sujeto⁵¹⁶. El carácter y la conducta del grupo inmediato dependerán, en parte, de estas conexiones indirectas. El modo en que la influencia o la información se extiendan a través de la estructura dependerá, asimismo, de estas conexiones. La determinación exacta de estas conexiones indirectas de escalón doble puede determinarse sencillamente mediante la multiplicación de matrices. El mismo significado e importancia que se concede a las conexiones de escalón doble se atribuye a las cadenas de conexión más indirectas, es decir, con más escalones entre individuos.

El proceso de operación es el mismo, dado que es posible determinar, sin margen de error, todas las cadenas de diferentes órdenes mediante las que se pueden trasmitir información u otras característica al grupo. El procedimiento técnico para determinar las conexiones de orden n entre diferentes sujetos es relativamente simple. Por medio de la multiplicación de matrices se pueden obtener las conexiones indirectas entre dos sujetos. Basta para ello con multiplicar la matriz por sí misma. La matriz cuadrada nos ofrece las relaciones de segundo grado entre dos elementos; es decir si existe conexión entre A y C a través de un tercer elemento y cuantas conexiones existen. Como ya se afirmó, una cadena de orden n es una cadena de n saltos entre dos elementos en la estructura. Tal y como hemos desarrollado a partir de la

⁵¹⁶J. Bugeda, *Sociología matemática*, Madrid, Instituto de Estudios Políticos, 1976.

operación matricial, si la matriz estructural se eleva a n , cada valor numérico en la matriz expresa el número de cadenas de orden que conecta a esos dos sujetos que encabezan fila y columna. Es evidente que estas matrices pueden elevarse a potencias mayores a fin de obtener conexiones indirectas de tres, cuatro o cinco escalones. El proceso para determinar las cadenas de orden n existentes entre dos sujetos consiste en la exponenciación de la matriz estructural, o lo que es lo mismo, en su multiplicación por sí misma. Podemos apreciar en este caso como algunos sujetos pueden mantener una relación recíproca o simétrica; es decir, bidireccionales. También podría suceder que las relaciones permitidas dentro del grupo o que el fenómeno que estamos analizando sea de naturaleza asimétrica (como las relaciones de poder o influencia); en ese caso, sólo podría existir una relación direccionada entre dos elementos del grupo.

De acuerdo con Proctor y Loomis⁵¹⁷ una escala sociométrica, es una escala diseñada específicamente para medir las relaciones entre los individuos dentro de un grupo. Las escalas sociométricas son denominadas también sociometría, y han sido utilizadas para múltiples usos. Expresado simplemente, la técnica denominada sociometría implica el pedirles a los miembros de un grupo que efectúen elecciones, de acuerdo a diversos criterios, entre los miembros del grupo. Así, por ejemplo, si estamos interesados en quien es percibido con un estatus mayor, o una mayor inteligencia, simplemente preguntaremos a los individuos que componen el grupo que elijan entre ellos. La elaboración de una escala sociométrica es relativamente simple. De hecho, la información puede obtenerse mediante una pregunta en un cuestionario, mediante entrevistas en profundidad o incluso a partir de observar comportamientos en los individuos. La fiabilidad y la validez de una escala sociométrica se apoya básicamente sobre su simplicidad y en acuerdo que exista con respecto a que la pregunta está correctamente formulada. Es decir, que cuanto más simples y específicas sean las preguntas, más fiable será la medición. También, cuanto más directamente este ligada la pregunta con el concepto teórico que se desea medir, más valida será esta medición. Al igual que las escalas sociométricas son fáciles de administrar, son fáciles de analizar. Como

⁵¹⁷C. Proctor y C. Loomis, "Analysis of sociometric data", en M. Jahoda, M. Deutsh y S. Cook (Eds.), *Research methods in social relations*, New York, Holt, Rinehart & Winston, 1951.

ya sabemos, el interés tiende a concentrarse tanto en el número de elecciones centradas sobre los individuos del grupo como en obtener una medición que exprese la cohesión del grupo (conectividad).

El estatus de cualquier miembro del grupo puede determinarse simplemente contando el número de elecciones recibidas por ese miembro del grupo y dividiéndolas por el total de individuos que efectúa las elecciones (quizás menos 1). Cuantas más elecciones reciba un individuo, más es percibido como poseedor de la característica que se quiere medir. Determinar la cohesión del grupo es un poco más complicado que para cada individuo, si bien se basa sobre la misma idea. La cohesión del grupo se refiere al grado de atracción mutua entre los miembros del grupo. Si a todos los individuos del grupo les gustan los demás la cohesión del grupo es elevada, si por el contrario a cada miembro del grupo le desagradan los demás la cohesión es bastante baja. El empleo de una escala sociométrica para medir la cohesión implicaría comparar el volumen actual de preferencias mutuas con el total posible de elecciones mutuas. Además de cuantificar la cohesión grupal, la sociometría puede servir para detectar subgrupos dentro de grupos mayores.

Un concepto importante en el estudio de la conectividad es el de clique. Llamamos clique a cualquier cadena de orden n tal que todos sus elementos están ligados entre sí por elecciones directas y recíprocas. Según Bugeda, el primero en utilizar el concepto fue Luce en 1950, y posteriormente Coleman y McRae desarrollaron los procedimientos para la detección de cliques mediante el ordenador. Para grupos observados pequeños, puede efectuarse análisis desde la inspección de la propia matriz donde se registran las interacciones. En general, los análisis sociométricos han sido empleados usualmente en investigación preocupada por los factores de disimilaridad y similaridad como causa importante en el desarrollo de relaciones sociales. Al igual que hemos expresado la relación intergrupal mediante una matriz, es factible emplear lo que se denomina sociograma. Un sociograma es una representación gráfica que muestra la relación existente entre entidades. Una observación necesaria es que cuando se evalúa la estructura de un grupo sobre la base de una característica determinada, no necesariamente dicha característica es la principal causante de dicho

grupo ni de su estructura. De hecho, la característica medida que aporta los datos para expresar la estructura puede simplemente estar asociada con la causa o causas que generaron y mantienen dicha estructura.

3.4.6. Estadística

Para Kruskal, la estadística esencialmente se orienta en las tareas de recogida y análisis de datos. La distinción entre modelos matemáticos y análisis estadístico esta en la práctica bastante diluida, en lo que a la investigación mediante modelos matemáticos en ciencias sociales se refiere. En primer lugar las aproximaciones formales mediante modelos incluyen necesariamente una teoría del error. Es decir, el error está dentro del campo de visión e informando todo el proceso de estimación. En segundo lugar, las propiedades de los procedimientos estadísticos deben probarse y establecerse matemáticamente. Además, nuevos modelos matemáticos generan nuevos problemas y desarrollos en la estimación.

Constituye una actividad complementaria importante en la sociología matemática, si bien para algunos autores, como Sorenson “La estadística es una herramienta importante para los sociólogos cuantitativos, no obstante el empleo de estadística a efectos de estimación e inferencia no sería considerada sociología matemática para la mayoría de los que practican esta disciplina. Igualmente, la aplicación de modelos lineales “ad hoc” con el propósito de establecer relaciones entre variables no sería tampoco considerado sociología matemática para muchos otros”. En ese sentido, la estadística y el análisis estadístico multivariante no es central en la actividad de la sociología matemática. Asimismo, el empleo de modelos estructurales (desde el análisis de senderos, modelos causales y estructurales) no aparece en las publicaciones oficiales de la sociología matemática (JMS, The mathematical sociologist, etc.) ni se le introduce entre los antecedentes de la sociología matemática escritos por Sorenson, Fararo, y otros autores.

Pensamos, no obstante, que deben ser tenidos en consideración, especialmente en tanto que estrategia para el modelado. Finalmente, tras matizar el papel de la estadística y de los modelos estructurales, Kruskal

asocia la estadística al diseño y análisis, incluyendo los métodos para ejecutar y examinar información muestral, experimentos de laboratorio y otros tipos de tareas observacionales. En otras palabras, la estadística consiste en el estudio de la forma para alcanzar conclusiones partiendo de la observación, con frecuencia en base a la teoría de probabilidad. La necesidad del pensamiento estadístico, tanto si se denomina así como no, surge donde quiera que la variabilidad natural o las fluctuaciones de la medición hace difícil la interpretación de los datos o decidir si una relación aparente es real. La estadística teórica investiga conjuntos muy amplios de distintos tipos de estructuras matemáticas para desarrollar inferencias. La estadística aplicada se ocupa de la aplicabilidad e implementación de dichas estructuras. En general, la estadística tiene una doble aplicación en la actividad sociológica. En la sociología experimental dado que una parte importante de la estadística se interesa por la eficiencia de los diseños de investigación previamente a su realización. Por ejemplo, en la determinación de los tamaños muestrales, la estimación de submuestras, etc.

Asimismo, también en la sociología matemática dado el papel importante desarrollado por la estadística es la construcción de medidas descriptivas conjuntamente con los procedimientos para su estimación eficiente partiendo de información muestral. Un ejemplo desde la economía es la elaboración del índice de precios de consumo. Resulta evidente que la estadística juega un papel muy relevante en las ciencias sociales y en la sociología en particular. Ciertamente, la historia reciente de la estadística y de las ciencias sociales está íntimamente ligada. Quizás las dos razones más importantes para esta temprana y permanente ligazón entre la estadística y las ciencias sociales surge de la variabilidad misma percible en los fenómenos sociales. En primer lugar, la variabilidad entre las personas es bastante importante. Muestrear características sociales es muy diferente a muestrear tornillos u otro tipo de producción industrial. En segundo lugar, esta la dificultad para realizar mediciones sobre aspectos específicos tanto en las instituciones sociales como en la sociedad en general. Al mismo tiempo, los conceptos son más complejos. Kruskal⁵¹⁸ señala como ejemplo el hecho

⁵¹⁸W. Kruskal, *Mathematical Sciences and..., Op. cit.*

de que medir el coeficiente de inteligencia es mucho más ambiguo que medir la densidad de un metal.

En el siglo XIX el auge de las llamadas ciencias biológicas o de la vida motivó, en parte, el desarrollo del cálculo de probabilidades, aparato matemático indispensable para la edificación de una serie de teorías esencialmente aleatorias, más o menos autónomas, tales como la teoría de juegos de azar y la estadística. Al mismo tiempo la importancia de la experimentación, que ocupaba un lugar privilegiado a estas ciencias, contribuyó al desarrollo del método estadístico como proceso de control del método experimental. De hecho, es éste el único método de investigación cuando aumenta la complejidad de las causas que influyen en un fenómeno, puesto que estableciendo una jerarquía entre las causas múltiples, suministra informaciones significativas que favorecen las inducciones y las previsiones. El agrupamiento metódico de datos numéricos se remonta a la antigüedad. Hasta el siglo XVII era puramente descriptiva. Fueron Bernoulli (1654-1705) y Laplace quienes buscaron la utilización de los resultados del cálculo de probabilidades reemplazando el método descriptivo por el método matemático.

Laplace puso en evidencia las ventajas que podía aportar el cálculo de las probabilidades en el estudio de los fenómenos naturales de causas complejas. Por su parte, Quételec (1796-1874) extendió el cálculo de aplicaciones de este método al estudio de cualidades físicas, mortales e intelectuales de los seres humanos a fin de encontrar un hombre medio ficticio sobre el cual se distribuyeran todos los demás. Este fenómeno vuelve a repetirse a principios de este siglo XX con las ciencias sociales, que al igual que las biológicas requieren de nuevos avances en la matemática de materias numéricas, aleatorias, cualitativas, etc. La estadística, al igual que las matemáticas, ha tomado un posición muy importante en las ciencias sociales, especialmente en disciplinas como la sociología matemática, la econometría, la psicometría, etc. La pregunta tipo en estadística, es si la diferencia observada es mayor o menor de lo que se podía esperar debido al azar. Estas son las preguntas típicas que responde la estadística, especialmente la inferencial. Otro ejemplo diferente procede del estudio de series temporales. El interés puede estar centrado en modelar el comportamiento de la serie o en su asociación con otras series. En la medida en que no es factible

reproducir las observaciones dada las limitaciones para encontrar otra sociedad exactamente igual, es fundamental recurrir a importantes presunciones matemáticas para permitir el análisis estadístico de la serie. Ciertamente, desde el punto de vista estadístico, incluso partiendo de dichas presunciones, el análisis es bastante complicado. Además es necesario investigar las consecuencias sobre el análisis estadístico de presunciones erróneas.

3.4.7. Computación.

En los siglos XIX y XX se observa con claridad la necesidad de disponer de potentes máquinas de cálculo. La aparición de los ordenadores fue posible gracias a los avances tecnológicos que tuvieron lugar a partir del siglo XVII y también por los desarrollos teóricos realizados por Boole y Turing (1912-1954), entre otros. De antiguo, los hombres han tratado de facilitar la parte molesta de los problemas de cálculo: los romanos utilizaron ábacos (siglo IV a. C.), los chinos los contadores de bolas (siglo IX a.C.), etc. Pitágoras inventó la tabla de multiplicar, si bien fue Leibniz quien construyó la primera máquina multiplicadora. De hecho, la primer máquina de calcular digna de ese nombre es quizás la construida por Schickard en 1624. Babbage (1791-1871) construyó un calculador diferencial para obtener tablas a partir de figuras y planeó una máquina programable pero fue preciso esperar hasta la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX para llegar al perfeccionamiento y explotación industrial de las máquinas de calcular. Von Neumann (1903-1957) sugirió que el programa de cálculo debía guardarse en la memoria de la máquina y Turing participó en la construcción del primer ordenador electrónico. La evolución ha sido muy rápida, en parte por razones comerciales. El avance imparable en las posibilidades de cálculo de los ordenadores de alta velocidad ha permitido llevar a cabo investigaciones matemáticas aplicadas a campos que no domina la matemática clásica: análisis numérico, programación matemática, teoría de juegos estratégicos, multitud de ramas de la estadística, investigación operativa, informática, etc., y que revierten en beneficio de las nuevas ciencias sociales.

El ordenador ha servido para intensificar el estudio del análisis numérico y para despertar de un sueño cincuentenario a la teoría de

matrices. Entre otras cosas, ha llamado la atención sobre la importancia de la lógica y de la teoría de las estructuras abstractas. Este desarrollo está siendo crucial para la sociología, dado que la colaboración de los grandes ordenadores permite surgir también nuevas teorías más cercanas a lo que podríamos considerar como matemáticas cualitativa: teoría de las catástrofes (Thom)⁵¹⁹ que plantea el par continuidad-discontinuidad como base de pensamiento; los fractales de Mandelbrot generalizando la idea geométrica y tradicional de curva; la matemática borrosa (Zadeh)⁵²⁰ como generalización de la teoría de conjuntos de Cantor; la matemática caótica, que muestra los peligros de utilizar una matemática lineal para explicar un mundo terriblemente no lineal; etc. Todo lo dicho hace que podamos considerar la situación, ya en las postrimerías del siglo XX, como un momento histórico en el que asistimos a un proceso de matematización no solo en sociología sino en, prácticamente, todos los campos del saber.

En general, la computación, tiene sus mayores potencialidades en el archivo recuperación y procesamiento de grandes cantidades de información, tanto cuantitativa como cualitativa, así como en la facilidad que proporcionó para efectuar operaciones matemáticas de forma automática a gran velocidad. Muchos de los métodos estadísticos y matemáticos que actualmente se emplean para analizar y construir modelos se desarrollan precisamente gracias a esa facilidad de proceso de información. Por ejemplo, el análisis de un conjunto de datos era muy limitado y laboriosos previamente al empleo de ordenadores. Sin embargo actualmente el análisis se potencia enormemente tanto en la flexibilidad para reproducir análisis, como para tratar la información. Estos desarrollos son importantes no sólo en el campo de la investigación sino también en el de la docencia al permitir al estudiante aprender directamente sobre las consecuencias de un análisis empleando el ordenador.

Tal y como señalara Kruskal⁵²¹ el empleo de ordenadores generó diferentes actividades en el campo de las matemáticas. El auge de la Sociología computacional y de la simulación en general concede un

⁵¹⁹R. Thom, *Stabilité structurelle et morphogénèse*, Paris, Ediscience, 1972.

⁵²⁰L.A. Zadeh, "Fuzzy sets", *Information and Control*, vol. 8 (1965) pp.338-353.

⁵²¹W. Kruskal, *Mathematical Sciences and...*, Op. cit.

papel muy importante a la ciencia de la computación. Computación es prácticamente sinónimo de algoritmo, es decir, una forma prefigurada y sistemática de tratar la información. Entre los problemas tradicionales están los de redondeo (y con ello la propagación de errores), o los de aproximación mediante series. Por otro lado, los desarrollos de las aproximaciones habitualmente estáticas (estructuras y redes) incorporando el tiempo, como es el caso de los análisis de dinámica de redes, suponen desafíos cada vez más importantes en la generación de algoritmos computacionales complejos. Recientemente se están incorporando a la actividad de simulación los algoritmos genéticos inspirados en la teoría evolucionista. Éstos están detrás de aproximaciones como “redes neuronales” en lo que se refiere a modelos no lineales. Una visión cuantitativa de cualquier área de la sociología está obligada a utilizar el ordenador como herramienta de cálculo numérico.

El ordenador no es un filtro inmutable que modifique unos datos para devolver unos resultados “indiscutiblemente correctos”. De ahí, la importancia de conocer algo sobre métodos numéricos y las consecuencias de los errores de redondeo de la aritmética finita, así como la posibilidad de trabajar en aritmética simbólica, programación enfocada a objetos. Esto lleva consigo el conocimiento de ciertos algoritmos y métodos de uso común entre quienes se dedican al cálculo científico en ingeniería, ciencias físicas, ciencias de la computación, ciencias biológicas y, como no, ciencias sociales. Conviene considerar por tanto técnicas de aproximación modernas explicando cómo, por qué y cuándo cabe esperar que esto funcione, enfatizando tanto la fundamentación matemática en los aspectos menos clásicos así como los aspectos algorítmicos. La palabra algoritmo utilizada desde antiguo en conexión con el álgebra, se cree que tiene su origen en el nombre del algebrista árabe Al-Khuwarizmi (siglo IX). Hoy se utiliza para simbolizar un método de cálculo finito asociado al análisis numérico. A partir de las ideas encerradas en los teoremas y sus demostraciones surgen muchos procedimientos de cálculo y temas de discusión en la informática. Nuestras motivaciones provienen del mundo práctico del cálculo científico.

En general, se utilizan paquetes software que pueden utilizar para trabajar en las aplicaciones. La importancia del redondeo en la utilización de aritmética finita con la consecuente propagación de errores en los cálculos, así como de los errores de truncamiento inherentes a los métodos numéricos formulados en los algoritmos son la base fundamental previa al estudio del análisis numérico. La no-linealidad de muchos modelos hace que surja con frecuencia en el cálculo científico la necesidad de resolver ecuaciones no lineales. Por otro lado, la teoría de la aproximación en conexión con la modelización surge obviamente al intentar representar funciones en una computadora. En este sentido pueden surgir diferentes tipos de aproximaciones según que se tenga conocimiento de la función buscada en relativamente pocos puntos o en muchos (o todos), que esta información sea o no empírica y por tanto sometida a errores de representación o no. Además, la función que se elija para representar de manera funcional la información disponible (por ejemplo, una función polinómica) también determina la naturaleza de la teoría. El uso de funciones polinómicas es el más antiguo y sencillo. En este sentido, es conocida la utilidad de las series de Taylor como mecanismo para hacer aproximaciones. Es evidente que el teorema de Taylor resulta útil cuando se está tratando con funciones que tienen un cierto número de derivadas continuas. Sin embargo, pierde importancia cuando lo que se tiene son datos empíricos o funciones son un número escaso de derivadas. En las aproximaciones adaptativas el dominio de la función se subdivide repetidas veces a fin de obtener ajustes más precisos en subdominios más pequeños. La aproximación global que de ello resulta se define a trozos, uniendo las diversas aproximaciones locales antes mencionadas. En este caso, se deberá prestar atención especial a lo que ocurra en los nodos de la aproximación. No faltan en el momento actual teorías que ponen de manifiesto la necesidad de un punto de encuentro entre la matemática teórica y la ciencia de la computación. Uno de ellos lo constituye la teoría de la aproximación de funciones que teniendo plena independencia dentro del análisis de funciones en la matemática pura ha contribuido de forma ineludible a los avances en la matemática numérica y en las aplicaciones en numerosos campos. En concreto, podemos citar a modo de ejemplo la teoría de la aproximación racional de Padé (1863-1953) que generaliza la aproximación polinómica y la

teoría clásica de Taylor o la teoría de "wavelets" que generaliza los desarrollos clásicos de Fourier. Las técnicas computacionales desarrolladas en la segunda mitad de este siglo han permitido que numerosas teorías clásicas así como sus variantes posteriores hayan sido objeto de aplicaciones de interés.

En lo que se refiere a algoritmos "genéticos", son programas computacionales cuyo fin es imitar el proceso de "selección natural" que se según la teoría de Darwin rige el curso de la evolución. Se dice que el proceso evolutivo es aleatorio en el sentido de que se generan poblaciones cuyas características se parecen a las de sus padres, pero varían aleatoriamente. Luego estas poblaciones son "probadas" en el ambiente para ver cual se "adapta" mejor. Los problemas que no podían ser solucionados por métodos matemáticos o analíticos, y que la única forma de resolverlos era a través de prueba y error dirigido, es decir probar donde se piense que va a mejorar el resultado, siguen un proceso similar al proceso evolucionista, así que se intentó copiar su manera de operar mediante los algoritmos genéticos. Estos sólo son una rama de una extensa materia conocida como computación evolutiva, que en resumen es la ciencia computacional cuyos algoritmos imitan el proceso evolutivo de la naturaleza. Al desarrollar un algoritmo genético se requiere básicamente lo siguiente: a) definir el problema a evaluar (específicamente una función que dependa de n parámetros; b) definir como se van a codificar los parámetros; c) definir la función para medir el grado de "adaptación" de un parámetro; d) definir la función de reproducción, la manera en que se va a intercambiar la información; e) definir la función de mutación o cambios aleatorios; f) definir los controles para saber cuando los parámetros están optimizados (por ejemplo, reproducir una estructura de datos con el menor error); g) ejecutar el algoritmo; h) generar una población de parámetros con valores aleatorios que puedan codificarse de acuerdo a lo definido en (b); i) seleccionar los parámetros que se ajusten mejor; j) reproducir los parámetros y formar la nueva estructura de datos; k) mutar parámetros; l) comprobar si se llegó a la "mejor" solución, tal y como fue definida; m) si se alcanzó, los valores de los parámetros dan la mejor solución, si no regresar a la fase (i) hasta que se alcance la mejor solución. En general, si ya se tiene una forma analítica o matemática para la solución del problema no es apropiado el empleo de algoritmos genéticos. Un

aspecto central del algoritmo es la función de "adaptación" ya que de acuerdo a ésta evolucionan los parámetros indicados.

Los algoritmos genéticos son un proceso de prueba y error, si bien el desarrollo de funciones de evaluación están orientadas a intentar llegar más rápido a la solución, en lugar de ir casi a "ciegas", como en un proceso evolucionista real. Los algoritmos genéticos han probado ser de gran ayuda en tareas en las que no se tiene conocimiento de cual es la mejor combinación de valores que lleva a una solución o a un óptimo. Una aplicación interesante de estos está en la solución de la topología óptima de las redes neuronales, así como la asignación de pesos a cada neurona.

El desarrollo de la computación ha conducido a una potenciación importante de la simulación de modelos, y de hecho ese punto de partida de la actividad denominada sociología computacional. La simulación acostumbra a partir de un modelo matemático traducido en programa que permite gracias al ordenador operarlos a un nivel de complejidad muy importante. Con frecuencia los modelos simulados mediante el ordenador son de naturaleza probabilística donde diferentes puntos de partida (valores de los coeficientes) dan lugar a distintos desarrollos que permiten evaluar sus propiedades. Este tipo de simulación se ha empleado con frecuencia en las ciencias físicas y cada vez más en el estudio demográfico, de comportamiento electoral o económico. Sería difícil dar cuenta de la importancia que el desarrollo de la computación y de los métodos matemáticos ha tenido para la investigación social empírica. Aún más si consideramos su empleo como gestores de bases de datos de información o comunicación.

Está claro que la incursión de las matemáticas en las ciencias sociales en general ha sido recibida con un interés más bien diverso por parte de los distintos profesionales. Diferentes opiniones y críticas a este respecto, aunque no igualmente apoyadas, abundan en la literatura, tanto a favor de la utilización de las matemáticas y de los métodos cuantitativos en general como en su contra. Una cuestión recurrente es el papel de la "subjetividad" de la acción social y por lo tanto la dicotomía cualitativo-cuantitativo. En relación con este debate, recordamos nuevamente la necesidad de la comprensión para poder

interpretar y desarrollar la sociología matemática. Adorno⁵²² planteaba, en relación a la crisis del positivismo en la sociología Alemana, la necesidad desde el punto de vista de la investigación de comprender. La explicación solamente es útil cuando se orienta a la comprensión, no puede ser un fin en sí misma. La explicación es una vía para la comprensión. Explicar para comprender. En definitiva, saber lo que los números significan evitan la ceguera de la explicación “per se”. Adorno⁵²³ planteaba “Así es como deben ser entendida las consideraciones de Habermas en torno a las leyes históricas de la evolución, es decir, en el contexto de la inminente determinación objetiva de lo particular mismo. La teoría dialéctica se niega a contrastar el conocimiento histórico y social como conocimiento de lo individual, ajeno al conocimiento de las leyes, dado que lo que se considera exclusivamente individual -la individualización es una categoría social- lleva cruzados dentro de sí algo singular y universal; incluso la necesaria distinción entre ambos tienen carácter de una falsa abstracción. Las tendencias evolutivas de la sociedad, como la tendencia a la concentración, a la superacumulación y a la crisis son modelos del proceso de lo general y singular. Hace ya mucho tiempo que la sociología empírica se ha dado cuenta de lo que pierde en contenido específico por culpa de la generalización estadística. A menudo viene contenido en un detalle algo decisivo desde el punto de vista de lo general y se escapa a la mera generalización. De ahí la fundamental necesidad de completar los sondeos estadísticos por medio de “estudios de casos”. El objetivo de los métodos sociológicos cuantitativos debería ser, asimismo, la comprensión cualitativa; la cuantificación no es un fin en sí misma, sino un medio para dicho fin. Los propios técnicos estadísticos se inclinan de mejor grado a reconocerlo que la lógica usual de las ciencias sociales”. Por ultimo recogemos a modo de resumen algunas de las ventajas y desventajas de la aplicación de modelos mediante métodos formales a la sociología.

⁵²²T. Adorno, *La disputa...*, Op. cit.

⁵²³T. Adorno, *La disputa...*, Op. cit.

Ventajas	Inconvenientes
Descripción precisa y concisa	No es la lengua habitual
Simbolismo	Dificultad de comunicación entre los sociólogos matemáticos y los discursivos
Formulación explícita de los supuestos	Los resultados son aproximativos y no de exactitud respecto a la realidad
Claridad de ideas	Imposibilidad de interpretación de algunos parámetros en modelos
Garantía de no contradicción	Problemas para interpretar las conclusiones matemáticas en terminología sociológica
Posibilidad de resolver casos generales	Intentar limitarse a los problemas que pueden ser resueltos matemáticamente
Disponibilidad de los resultados matemáticos para nuevos contrastes	Utilizar las matemáticas para ocultar un desconocimiento de la realidad
Motivación de nuevos desarrollos matemáticos	Utilizar las matemáticas como simple adorno, de modo no necesario
Contribución al avance científico	Utilizar las matemáticas inapropiadamente para legitimar una crítica o una conclusión
Posibilidad de generalizar modelos	

Bibliografía general

- Abell, P. "Measurement in Sociology I. Measurement and systems". *Sociology*, 2, (1968) 1-20.
- Abell, P. "Measurement in Sociology II. Measurement structure and sociological theory". *Sociology*, 3, (1969) 397-411.
- Abell, P. *Model building in Sociology*. London, Weidenfeld and Nicolson, 1971.
- Abercrombie, Nicholas; Hill, Stephen; Turner, Bryan S. *The penguin dictionary of sociology*. New York, Penguin, 1996.
- Ackoff, R. *The Design of Social Research*. Chicago, University of Chicago Press, 1953.
- Ackoff, R. L. *Redesigning the Future. A Systems Approach to Societal Problems*. New York, John Wiley & Sons, 1974.
- Ackoff, R.L. "On pairs and trios: The smallest social systems". *Systems Research* 13(4), (1996) 435-446.
- Ackoff, R.L. & J. Gharajedaghi, "Reflections on systems and their models". *Systems Research* 13(1), (1996) 13-23.
- Adams, D., A. Ahmad, D. Haynes & J. Sheehan, "Embodiments of Beer's Educational Model". *Kybernetes*, 22(6), (1993) 44-59.
- Adorno, T.W. *La disputa del positivismo en la sociología alemana*, Barcelona, Grijalbo, 1973
- Adorno, T. *Dialéctica Negativa*, Madrid, Taurus-Cuadernos para el Diálogo, 1975
- Aggarwal, R. & J.K. Weekly, "Determinants of Nutrition Levels in Mexico: Application of an International Multidimensional Model". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 135-146.
- Ahlemeyer, H.W., "Observing observations empirically: methodological innovations in applied sociocybernetics". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 641-660.
- Aigner, D.J. ; Goldberger, A.S., *Latent variables in socioeconomic models*, Amsterdam, North holland, 1977
- Alaminos, A. *Sociología Matemática*, Alicante, Gamma, 1996
- Alba, Richard D. "A graph-theoretic definition of a sociometric clique". *Journal of Mathematical Sociology*, 3, (1973) 113-126.
- Alba, Richard D. "Taking stock of network analysis: A decade's results". In Samuel B. Bacharach (ed.), *Perspectives in Organizational Research*. Greenwich, CT: JAI Press, 1981, pp. 39-74.
- Alba, Richard D. and Kadushin, Charles "The intersection of social circles: A new measure of social proximity in networks". *Sociological Methods and Research* 5, (1976) 77-102.
- Alba, Richard D. and Gwen Moore. "Elite social circles". Chapter 12 in Burt and Minor (eds). *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills, Sage, 1983.
- Aldrich, Howard E. "The origins and persistente of social networks: A comment". In Peter V. Marsden and Nan Lin (eds.), *Social Structure and Network Analysis*. Beverly Hills, Sage, 1982, pp. 281-293.
- Alexander, J.C. "Formal and substantive voluntarism in the work of Talcott Parsons: A theoretical and ideological reinterpretation". *American Sociological Review* 43, (1978) 177-198.
- Alexander, J.C. "Looking for theory: "Facts" and "values" as the intellectual legacy of the 1970s". *Theory and Society*, 10, (1981) 279-292.
- Alexander, J.C. *Theoretical Logic in Sociology. Volume one: Positivism, Presuppositions, and Current Controversies*. Berkeley, University of California Press, 1982.

- Alfeld, L. & D. Meadows, "A systems approach to urban revival". In: Mesarovic & Reisman, *Systems Approach and the City*. Amsterdam, North-Holland, 1972, 43-67.
- Alker, Hayward R. (ed); Deutsch, Karl W. (ed); Stötzel, Antoine H. (ed) *Mathematical approaches to politics*. Amsterdam, Elsevier, 1973.
- Alker, H. R. Jr., "From Political Cybernetics to Global Modeling". In: R.C. Merritt & B.M. Russett (eds.), *From National Development to Global Community*. London, George Allen & Unwin, 1981, 353-378.
- Allison, J. "Demand economics and experimental psychology". *Behavioral Science* 24, (1979) 403-415.
- Almarcha, A., de Miguel, A. de Miguel, J. y Romero, J.L., *La documentación y organización de los datos en la investigación sociológica*, Madrid, Confederación Española de Cajas de Ahorros, 1969.
- Anderson, B., "Frames and dynamic models of political systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 69-83.
- Anderson, T. W. "Probability models for analyzing time changes in attitudes". En Lazarsfeld, *Mathematical Thinking in the Social Sciences*. New York, Free Press, 1954.
- Anderson, O.D., *Time series analysis and forecasting*, Boston, Butterworth, 1976
- Andreski, S. *Social Sciences as Sorcery*. New York, St. Martin's Press, 1972.
- Anheier, Helmut K. "Structural analysis and strategic research design: Studying politicized interorganizational networks". *Sociological Forum* 2, (1987) 563-582.
- Arabie, P., S.A. Boorman, and P.R. Levitt "Constructing blockmodels: How and why". *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 17, (1978) 21-63.
- Archer, Margaret S. (ed.) *Current research in sociology. publ. on the occasion of the 8th world congress of sociology, Toronto, Canada, aug. 18 -24, 1974*. Paris, The Hague, Mouton, 1974.
- Archer, M., "Structuration versus morphogenesis". In: S.N. Eisenstadt & H.J. Helle (eds.), *Macro Sociological Theory: Perspectives on Sociological Theory*. London, Sage, 1985, 59-68.
- Archibald, R.W. ; Newhouse, J.P., Social experimentation. Some whys and hows, Santa Mónica, Rand, 1980
- Asher, H.B., *Causal modeling*, Beverly Hills, Sage, 1983
- Armer, J.M. ; Marsh, R.M., *Comparative sociological research in the 1960's*, Leiden, Brill, 1982
- Arnau, J., *Métodos de investigación en las Ciencias Humanas*, Barcelona, Omega, 1978
- Arnopoulos, P., "Ideal-Real Links: A study of the act-fact interface". *Kybernetes* 22(3), (1993) 20-34.
- Arrow K.J., "Mathematical models in the social sciences", en Lerner D y H.D. Lasswell, eds. *The policy sciences*. Stanford, Stanford University Press, 1950.
- Arrow K.J., Karlin, S. y Suppes P. (eds.) *Mathematical methods in the social sciences*. Stanford, Stanford University Press, 1960.
- Arrow, K.J. *Social choice and individual values*. New Haven, Yale Univ. Press, 1964, (1st ed. 1951).
- Arrow, Kenneth J. and Intriligator, Michael D., (eds.) *Handbook of Mathematical Economics*, New York, NY: Elsevier Science, 1981—86, 3 Vols.
- Artigiani, R., "Social Change: Insights and Implications from Contemporary Science". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 187-197.
- Arvidsson, A., "Reconstructing the public sphere: AST and the observation of postmodernity". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 661-673.
- Atkin, R.H. *Mathematical Structure in Human Affairs*. New York: Crane, Rusak, 1974.
- Atkin, R.H., *Combinatorial Connectivities in Social Systems; An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organizations*. Birkhäuser, Basel & Stuttgart, 1977.

- Atkin, R. H., "The Methodology of Q-Analysis Applied to Social Systems". In: Cavallo, *Systems Methodology in Social Science Research; Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982, 45-74.
- Atkinson, Richard C., et al. *Introduction to Mathematical Learning Theory*. New York, NY: John Wiley, 1965.
- Aulin-Ahmavaara, A.Y., "A General Theory of Acts, with Application to the Distinction between Rational and Irrational 'Social Cognition'". *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 8(2), (1977) 195-220.
- Aulin-Ahmavaara, A.Y., "Notes on regulation and control". *Kybernetes* 8(3), (1979a) 213-215.
- Aulin-Ahmavaara, A.Y., "The Law of Requisite Hierarchy". *Kybernetes* 8(4), (1979b) 259-266.
- Aulin-Ahmavaara, A.Y., "A cybernetic social theory: Part I. Application to a re-evaluation of production relations and the class notion". *Quality and Quantity* 13(3), (1979c) 267-274.
- Aulin-Ahmavaara, A.Y., "The impossibility of genuinely self-steering machines: A fundamental theorem on actor-systems". *Kybernetes* 10(2), (1981) 113-121.
- Aulin, A., *The Cybernetic Laws of Social Progress; Towards a Critical Social Philosophy and a Criticism of Marxism*. Oxford, Pergamon Press, 1982.
- Aulin, A., "Sociocybernetics as the science of self-steering human action". *Kybernetes* 13(3), (1984) 147-155.
- Aulin, A., "Cybernetic causality: A unitary theory of causal recursion in natural and social systems". *Mathematical Social Sciences* 10, (1985) 103-130.
- Aulin, A., "Notes on the concept of self-steering". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 100-118.
- Aulin, A.Y., "Cybernetic causality II: Causal recursion in goal-directed systems, with applications to evolution dynamics and economics". *Mathematical Social Sciences* 12, (1986b) 227-264.
- Aulin, A.Y., "Cybernetic causality III: The qualitative theory of self-steering and social development". *Mathematical Social Sciences*, 13, (1987) 101-140.
- Aulin, A., *Foundations of Mathematical System Dynamics; The Fundamental Theory of Causal Recursion and its Application to Social Science and Economics*. Oxford, Pergamon, 1990.
- Axelrod, R. and Hamilton, W. D. "The evolution of cooperation". *Science* 212, (1981) 1390-1396.
- Axten, N. And Fararo, T.J. "The information processing representation of institutionalized social action". In P. Krishann (ed.), *Mathematical Models of Sociology*. Keele, U.K.: Sociological Review Monograph No. 24, 1977.
- Ayan, A.; (ed.), *La filosofía de la explicación social*, México, F.C.E., 1972
- Babüroglu, O.N., "Towards a theory of stalemated social systems: The Turkish case". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 89-103.
- Babüroglu, O.N., "Is the end of free fall free fall? The focus of adaptation in vortical environments". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 209-221.
- Bachelard, G., *La formación del espíritu científico*, Madrid, Siglo XXI, 1972
- Bäckman, Olof; Edling, Christofer "Mathematics matters: on the absence of mathematical models in quantitative sociology". *Acta Sociologica*, vol. 42, no. 1, (1999) pp. 69-78.
- Baert, P. & de Schampheleire, J., "Autopoiesis, self-organisation and symbolic interactionism: Some convergences". *Kybernetes* 17(1), (1988) 60-69.
- Bagozzi, R.P., *Causal models in marketing*. New York, Wiley, 1980
- Bahm, A., "Five Systems Concepts of Society".
- Bailey, K.D., *Methods of social research*, New York, Free Press, 1978

- Bailey, K. D., "Sociological Entropy Theory. Toward a statistical and verbal congruence". *Quality and Quantity* 18, (1983) 113-133.
- Bailey, K. D., "Systems as clusters". *Behavioral Science* 30(2), (1985) 98-107.
- Bailey, K. D., "Postfunctional social systems theory". *General Systems* 30, (1987) 41-45.
- Bailey, K. D., *Social Entropy Theory*. Albany, State University of New York Press, 1990.
- Bailey, K. D., *Sociology and the New Systems Theory: Toward a Theoretical Synthesis*. Albany, State University of New York Press, 1994.
- Bailey, K.D., "System entropy analysis". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 674-688.
- Bailey, K.D., "The autopoiesis of social systems: Assessing Luhmann's theory of self-reference". *Systems Research and Behavioral Science* 14(2), (1997a) 83-100.
- Bailey, N.T.J. *The mathematical Theory of Epidemics*. New York: Hafner, 1957.
- Baird, D.C., *Experimentations: an introduction to measurement theory and experiment design*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1962
- Baker, Wayne E. "Three-dimensional blockmodels". *Journal of Mathematical Sociology*, 12, (1986) 191-223.
- Baker, Wayne E. "Market Networks and Corporate Behavior". *American Journal of Sociology*, 96, (1990) 589-625.
- Balasko, Yves *Foundations of the Theory of General Equilibrium*. New York, NY: Academic Press, 1987
- Bales, R.F., *Interaction process analysis: a method for the study of small groups*, Cambridge, Addison-Wesley, 1950
- Balinski, Michael L. and Young, H. Peyton *Fair Representation: Meeting the Ideal of One Man. One Vote*. New Haven, CT: Yale University Press, 1982.
- Bandura, Albert *Aggression: A Social Learning Analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973.
- Banerjee, Kali S. *Cost of Living Index Numbers: Practice, Precision, and Theory*. New York, NY: Marcel Dekker, 1975.
- Barbesino, P., "Towards a post-foundational understanding of community". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 689-702.
- Barbut, M. *Mathématiques des sciences humaines. 2 vol.* Paris, Presses universitaires de France, 1967.
- Barnes, J.A. and Harary, Frank "Graph theory in network analysis". *Social Networks*, 5, (1983) 235-244.
- Bartholomew, David J. *Stochastic Models for Social Processes*, New York, NY: John Wiley, 1967.
- Bartholomew, David J. *Mathematical Methods in Social Science*. Chichester: John Wiley & Sons, 1981.
- Bartos O. *Simple models of group behaviour*. New York, Columbia University Press, 1967.
- Bates, F.L. and Harvey, C.C. *The Structure of Social Systems*. New York: The Gardner Press, 1975.
- Bateson, J., *Data construction in social survey*, London, Allen and Unwin, 1984
- Batchelder, W.H. "Inferring global network properties from individual actor's measurement scales". In L.C. Freeman, D.R. White and A.K. Romney (eds.), *Research Methods in Social Networks Analysis*. Chicago: Nelson Hall (in press), 1984.
- Batty, Michael "Symmetry and reversibility in social exchange". *Journal of Mathematical Sociology*, 8, (1981) 1-41.
- Bauer, R.A., *Social indicators*, Cambridge, MIT Press, 1966
- Baumgartner, T., "An actor-oriented systems model for the analysis of industrial democracy measures". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 1, 55-77.
- Baumgartner, T. "Limits to societal self-steering: Lessons from an actor-oriented systems approach to inflation in the United Kingdom and Switzerland". *Kybernetes* 13(3), (1984) 179-184.

- Baumgartner, T., "Actors, models and limits to societal self-steering". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 9-25.
- Baumgartner, T. & T.R. Burns, "Wealth and Poverty Among Nations; A Social Systems Perspective on Inequality, Uneven Development and Dependence in the World Economy". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 3-22.
- Baumgartner, T., T. R. Burns & Ph. DeVillé, "Actors, games, and systems: the dialectics of social action and system structuring". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 1, 27-54.
- Baumgartner, T., T.R. Burns, P. DeVillé & B. Gauci, "Inflation, Politics, and Social Change; Actor-oriented Systems Analysis Applied to Explain the Roots of Inflation in Modern Society". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 59-88.
- Baumgartner, T., T. R. Burns & Ph. DeVillé, *The shaping of socio-economic systems; the application of the theory of actor-system dynamics to conflict, social power, and institutional innovation in economic life*. New York, Gordon and Breach, 1986.
- Baumgartner, T., T. R. Burns & L. D. Meeker, "The description and analysis of system stability and change: Multi-level concepts and methodology". *Quality and Quantity* 11, (1977) 287-328.
- Baumgartner, T. & B. Gauci, "Are Economists Xaxosians? A Sociocybernetic Inquiry into Economic Theorizing, Policymaking and Behavior". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 199-208.
- Bausch, K.C., "The Habermas/Luhmann debate and subsequent Habermasian perspectives on systems theory". *Systems Research and Behavioral Science* 14(5), (1997) 315-330.
- Beaton, A.E. "An inter-battery factor analytic approach to clique analysis". *Sociometry*, 29, (1966) 135-45.
- Beachamp, T.L., Rosenberg, A. *Hume and the Problem of Causation*. Oxford: Oxford University Press, 1981.
- Beauchamp, Murray A. *Elements of Mathematical Sociology*, Philadelphia, PA: Philadelphia Books, 1970.
- Becker, G. S. *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. Chicago: University of Chicago Press, 1983, (primera edición en 1975).
- Beer, S., *Designing freedom*. Ontario, Canadian Broadcasting Corporation, 1974.
- Beer, S., "World in torment: A time whose idea must come". *Kybernetes* 22(6), (1993) 15-43.
- Beishon, J. & G. Peters (eds.), *Systems Behaviour*. London, Harper & Row, 1972.
- Bell, W. "How to spin a theory". *Contemporary Sociology*, 7, (1978) 692-695.
- Bell, C.; Newby, H., *Doing sociological research*, London, Allen And Unwin, 1977
- Beltrami, Edward J. *Models for Public Systems Analysis*. New York, NY: Academic Press, 1977.
- Beltrami, E. *Mathematical Models in the Social and Biological Sciences*. Boston: Jones & Bartlett Publishers, 1993.
- Beltran, M., *Ciencia y sociología*, Madrid, CIS, 1979
- Bemer, M., *Social method in social life*, New York, Academic Press, 1981
- Ben-David, J. "The state of sociological theory and the sociological community: A review article". *Comparative Studies in Society and History*, 15, (1973) 448-472.
- Beniger, J. R., "Control theory and social change: toward a synthesis of the system and action approaches". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 15-27.

- Beniger, J.R., "Stratification and Control in Social Exchange Networks: Toward a Systems Analysis Based on Survey Methods". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 251-266.
- Beniger, J.R. & C.I. Nass, "Preprocessing and societal control: Neglected component of sociocybernetics". *Kybernetes* 13(3), (1984) 173-177. Also in Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 119-130.
- Benseler, F., P. M. Hejl & W. K. Köck (eds.), *Autopoiesis, Communication, and Society. The Theory of Autopoietic System in the Social Sciences*. Frankfurt & New York, Campus Verlag, 1980.
- Benton, C.F. & K. Kijima, "Maintaining foreign subsidiaries' ability to self-organize in the Japanese market". *Systems Research* 13(4), (1996) 447-456.
- Berger, Peter L. "Does sociology still make sense?" *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie*, jg. 20, nr. 1, s. (1994) 3 ff.
- Berger, J., Cohen, B.P., Snell, J.L., Zelditch, M.Jr. *Types of Formalization in Small Group Research*. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1962.
- Berger, J., Cohen, B.P., Connor, T.L., Zelditch, M. Jr. "Status Characteristics and expectation states: a process model". En Berger, Zelditch y Anderson *Sociological theories in progress, Vol. 1*. Boston: Houghton Mifflin, 1966.
- Berger, J., Fisk, M.H., Norman, R.Z. and Zelditch, M. *Status Characteristics and Social Interaction: An Expectation States Approach*. New York: Elsevier, 1977.
- Berger, P. and Luckmann, T. *The Social Construction of Reality*. New York: Doubleday, 1966.
- Berger, J., Zelditch, M.Jr., Anderson, B., (eds.) *Sociological Theories in Progress, Vol.1*. Boston: Houghton Mifflin, 1966.
- Berger, J., Zelditch, M.Jr., Anderson, B., (eds.) *Sociological Theories in Progress, Vol.2*. Boston: Houghton Mifflin, 1972.
- Berger, J. and Zelditch, M. "Artifacts and Challenges: A Comment on Lee Ofshe". *Social Psychology Quarterly*, 46, (1983) 59-62.
- Bergmann, G. *Philosophy of Science*. Madison: University of Wisconsin Press, 1966.
- Bergmann, W., Die Zeitstrukturen sozialer Systeme: Eine systemtheoretische Analyse. Berlin, Duncker und Humblot, 1981.
- Berk, Richard A. and Berk, Sarah Fenstermaker "Supply-side sociology of the family: The challenge of the New Home Economics". *Annual Review of Sociology*, 9, (1983) 375-395.
- Berkowitz, S.D. *An introduction to structural analysis: The network approach to social research*. Toronto: Butterworths, 1982.
- Berkowitz, S.D. "Markets and market-areas: Some preliminary formulations". In Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 261-303.
- Berkowitz, S.D. "Afterword: Toward a formal structural sociology." In Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 477-497.
- Berkowitz, S.D., Peter J. Carrington, Yehuda Kotowitz, and Leonard Waverman "The determination of enterprise groupings through combined ownership and directorship ties". *Social Networks*, 1, (1978-79) 391-413.
- Berlinski, David *On System Analysis: An Essay Concerning the Limitations of Some Mathematical Methods in the Social, Political, and Biological Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press, 1976.
- Berlinski, D., "Adverse Notes on Systems Theory". In: Klir, *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 949-960.

- Bernard, H. R. and Killworth, P.D. "On the social structure of an ocean going vessel and other important things". *Social Science Research*, 2, (1973) 145-184.
- Bernard, H.R. and Killworth, P.D. "Informant accuracy in social network data II". *Human Communication Research*, 4, (1977) 3-18.
- Bernard, H.R., Killworth, P.D. and Sailer, L. "Informant accuracy in social network data IV: A comparison of clique-level structure in behavioral and cognitive network data". *Social Networks*, 2, (1980) 191-218.
- Bernard, H. Russell, Killworth, Peter D. and Sailer, Lee Douglas "Summary of research on informant accuracy in network data, and on the Reverse Small World Problem". *Connections* 4, (Summer), (1981) 11-25.
- Bernd, Joseph L. (ed) *Mathematical applications in political science, II*. Dallas: Southern Methodist University Press, 1966.
- Bernstein, R.J. *The Restructuring of Social and Political Theory*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1978.
- Berrien, F. K., *General and Social Systems*. New Brunswick NJ, Rutgers University Press, 1968.
- Berrien, F.K., "A General Systems Approach to Human Groups". In: M.D. Rubin (ed.) *Man in Systems*. New York, Gordon and Breach, 1971, 119-137.
- Berry, W.D., *Nonrecursive causal models*, Beverly Hills, Sage, 1984
- Bertalanffy, L.V. (1950); "La teoría de los sistemas abiertos en la física y en la biología", *Science*, vol. III. págs. 23-29.
- Besher, J.M., *Computer methods in the analysis of large scale social system*, Cambridge, University Press, 1972
- Bian, Yanjie et al. "Changing aspects of chinese sociology". *International Sociology*, vol. 11, no. 2, (1996) pp. 161.
- Bielby, William T. and Baron, James N. "Organizations, technology, and worker attachment to the firm". In Donald J. Treiman and Robert V. Robinson (eds.), *Research in Social Stratification and Mobility, Volume 2*. Greenwich, CT: JAI Press, 1983, pp. 77-113.
- Bielby, W.T., Hauser, R.M. "Structural equation models". *Ann. Rev. Sociol.* 3, (1977) 137-61.
- Bierstedt, R. "The means-end schema in sociological theory". *American Sociological Review*, 5, (1938) 665-671.
- Bierstedt, Robert (hg) *A design for sociology: scope, objectives and methods*. Philadelphia: The American Academy of Political and Social Science, 1969.
- Bierstedt, Robert *An analysis of social power. Sociological Theory* (eds. L. Coser and B. Rosenberg) New York: Macmillan, 1976.
- Bisco, R.L., *Data bases, computers and the Social Sciences*, New York, Wiley, 1970
- Bishir, J.W. y Drews, D.W. *Mathematics in the behavioural and social sciences*. New York: Harcourt, Brace and world, 1970.
- Black, M., *La justificación del razonamiento inductivo*, Madrid, Alianza editorial, 1976
- Blalock, H.M.Jr. *Causal Inferences in Nonexperimental Research*. The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1961.
- Blalock, H.M. *Theory construction: From Verbal to Mathematical Formulation*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1969.
- Blalock, H.M.Jr. *Causal models in the social sciences*. Chicago: Aldine, 1971.
- Blalock, H.M., *Measurement in the Social Sciences: Theories and strategies*, Chicago, Aldine, 1974
- Blalock, H.M., Aganbegian, A., Borodkin, F.M., Boudon, R. y Capecchi, V. (Eds) *Quantitative sociology. International perspectives on mathematical and statistical modelling*. New York: Academic Press, 1975.
- Blalock, H.M., *Sociological theory and research, a critical appraisal*, New York, Free Press, 1980

- Blalock, H.M., *Dilemmas in the social sciences*, Beverly Hills, Sage, 1984
- Blalock, H.M., *Conceptualisation and measuring in the social sciences*, Beverly Hills, Sage, 1984
- Blanning, R.W., J.R. Marsden, D.E. Pingry & A.C. Seror, "Intelligent Models of Economic and Social Systems". In: C.V. Negoita (ed.), *Cybernetics and Applied Systems*. New York, Marcel Dekker, 1992, 163-171.
- Blau, Peter *Exchange and Power in Social Life*. New York: Wiley, 1964.
- Blau, Peter "Parameters of social structure". *American Sociological Review*, 39, (1974) 615-635.
- Blau, Peter *Inequality and Heterogeneity*. New York: The Free Press, 1977.
- Blau, Peter "Introduction: Diverse views of social structure and their common denominator", in Blau and Merton (eds.) *Continuities in structural inquiry*. London and Beverly Hills: Sage, 1981.
- Blau, Peter M., Blum, Terry C. and Schwartz, Joseph E. "Heterogeneity and intermarriage". *American Sociological Review*, 47, (1982) 45-62.
- Blau, P.M. and Duncan, O.D. *The American Occupational Structure*. New York : Wiley, 1967.
- Blau, Peter and Robert K. Merton *Continuities in structural inquiry*. London and Beverly Hills: Sage, 1981.
- Blau, Peter and Schoenherr, Richard *The Structure of Organizations*. New York: Basic, 1971.
- Blossfeld, H. P., Rohwer, G. *Techniques of Event History Modeling: New Approaches to Causal Analysis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- Blossfeld, H. P., Prein, G. (eds.) *Rational Choice Theory and Large – Scale Data Analysis*. Boulder: Westview Press, 1998.
- Bloomfield, P., *The fourier analysis of time series: an introduction*, New York, Wiley, 1986
- Blumen, I., Kogan, M., y McCarthy, P.J. *The Industrial Mobility of Labor as a Probability Process*. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press., 1955.
- Blumstein, A., "Systems analysis of crime control and the criminal justice system". In: Mesarovic & Reisman, *Systems Approach and the City*. Amsterdam, North-Holland, 1972, 253-273.
- Bohrnstedt, G.W. ; Borgatta, E.F.(Ed), *Social measurement current issues*, Beverly Hills, Sage, 1981
- Bodemann, Y., Michal "Relations of production and class rule: The hidden basis of patron-clientage", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 198-220.
- Boisesevain, J. "Network analysis: A reappraisal". *Current Anthropology*, 20, (1979) 392-394.
- Bonacich, Phillip "Putting the dilemma back into Prisoner's Dilemma". *Conflict Resolution*, 14, (1970) 79-87.
- Bonacich, Phillip "Technique for analyzing overlapping memberships", in Herbert Costner (ed.) *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1972.
- Bonacich, Phillip "Norms and cohesion as adaptive responses to potential conflict: An experimental study". *Sociometry*, 35, (1972) 357-375.
- Bonacich, Phillip "Factoring and weighting approaches to status scores and clique detection". *Journal of Mathematical Sociology*, 2, (1972) 113-120.
- Bonacich, P. "The "common structure semigroup" an alternative to Boorman and White "joint reduction"". *American Journal of Sociology*, 86, (1980) 159-166.
- Bonacich, P. "Representations for homomorphisms". *Social Networks*, 5, (1983) 173-192.
- Booker, D.M.M., "Are societies Turing machines? Some implications of the cyclical majority problem, an NP complete problem, for cybernetic models of social systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 1, 105-127.
- Boorman, S.A. "A combinatorial optimization model for transmission of job information through contact networks". *Bell Journal of Economics*, 6, (1975) 216-249.

- Boorman, S.A., White, H.C. "Social structure from multiple networks. II. Role structures". *Am. J. Sociol.*, 81, (1976) 1384-1446.
- Boot, John C.G. *Common Globe or Global Commons: Population Regulation and Income Distribution*. New York, NY: Marcel Dekker, 1974.
- Borgatta, E.F., *Sociological methodology*, San Francisco, Jossey Bass, 1969
- Borgatti, Steven, Martin Everett, and Linton Freeman *UCINET IV Version 1.0 User's Guide*. Columbia, SC: Analytic Technologies, 1992.
- Borko, H., *Computer applications in the behavioral sciences*, Englewood Cliffs, Prentice Halls, 1962
- Bornschier, Volker and Ballmer-Cao, Thanh-Huyen "Income inequality: A cross-national study of the relationships between MNC-penetration, dimensions of the power structure and income distribution". *American Sociological Review*, 44, (1979) 487-506.
- Bosk, Ch., "Cybernetic Hasidism: An Essay on Social and Religious Change". *Sociological Inquiry* 44(2), (1974) 131-144.
- Bossel, H., "Information processing, cognitive dissonance, and basic needs: the modelling of behavior". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 423-472.
- Bossel, H., S. Klaczko & N. Müller (eds.), *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976.
- Bott, Elizabeth *Family and social network*. London: Tavistock Publications, 1957.
- Boudon, Raymond ;Grémy, Jean-Paul *Les Mathématiques en sociologie / par Raymond Boudon ; avec la collaboration de Jean-Paul Grémy*. Paris : Presses universitaires de France, 1971.
- Boudon, R. *Les mathématiques en sociologie*. Paris: Presses universitaires de France, 1971.
- Boudon R. *L'analyse mathématique des faits sociaux*. Paris, Plon, 1971.
- Boudon, R. *Mathematical Structures of Social Mobility*. New York: Elsevier, 1973.
- Boudon, R. ; Otros, *Metodología de las Ciencias Sociales*, Barcelona, Laia, 1973
- Boudon, R., *La lógica de lo social*, Madrid, Rialp, 1981
- Boudon, Raymond "How can sociology "make sense" again?" *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie*, jg. 21, nr. 2, (1995) s. 233-241.
- Boudon, R.; Lazarsfeld, P. *L'analyse empirique de la causalité*. Paris, Mouton, 1966.
- Bougon, Michel, Karl Weick, and Din Binkhorst "Cognition in organizations: An analysis of the Utrecht jazz orchestra". *Administrative Science Quarterly*, Vol. 22, (1977) 606-639.
- Bourdieu, P., *El oficio de sociólogo*, Madrid, Siglo XXI, 1976
- Bourdieu, Pierre *Sociology in question*. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage, 1995.
- Bouza, F. "Comunicación Política: Encuestas, Agendas y Procesos Cognitivos Electorales" *Praxis Sociológica* nº 3 (1998), pp. 49-58
- Bovenkerk, Frank; Brunt, L. "Where sociology falls short: how do sociologists observe social reality". *The Netherlands' Journal of Sociology*, vol. 19, no. 1, (1983).
- Boyd, J.P. "The algebra of group kinship". *Journal of Mathematical Sociology*, 6, (1969) 139-167.
- Boyd, J.P. "The universal semigroup of relations". *Social Networks*, 2, (1979) 91-117.
- Boyd, J.P. "Structural similarity, semigroups and idempotents". *Social Networks*, 5, (1983) 157-172.
- Boyd, John Paul, John H. Haehl and Lee D. Sailer "Kinship systems and inverse semigroups". *Journal of Mathematical Sociology*, 2, (1972) 37-61.
- Boyle, R.P. "Algebraic systems for normal and hierarchical sociograms". *Sociometry*, 32, (1969) 99-119.
- Box, G.E.P. ; Jenkins, G.M., *Time series analysis forecasting and control*, San Francisco, Holden-Day, 1976
- Bradley, Ian,; Meek, Ronald L. *Matrices and Society: Matrix Algebra and its Applications in the Social Sciences*. Harmondsworth: Penguin, 1986.

- Braga, G., "Prospettive cibernetiche in sociologia". *Rassegna di Sociologia* 3(4), (1962) 537-557.
- Braithwaite, John "A sociology of modelling and the politics of empowerment". *British Journal of Sociology*, vol. 45, nr. 3, (1994) s. 445 ff.
- Braitwaite, R.B., *La explicación científica*, Madrid, Tecnos, 1964
- Brams, Steven J. *Paradoxes in Politics: An Introduction to the Nonobvious in Political Science*. New York, NY: Free Press, 1976.
- Brams, Steven J. *Superpower Games: Applying Game Theory to Superpower Conflict*. New Haven, CT: Yale University Press, 1985.
- Brams, Steven J. and Fishburn, Peter C. *Approval Voting*. New York, NY: Birkhauser, 1983.
- Brams, Steven J., Lucas, William F., and Straffin, Philip D., Jr., (eds.) *Political and Related Models*. New York, NY: Springer-Verlag, 1983. Modules in Applied Mathematics, Vol. 2.
- Brams, S. J., Schotter, A. and Schwodiauer, G. (eds.) *Applied Game Theory*. Vienna: Phycia-Verlag, 1979.
- Bräten, S., "Model Monopoly and Communication: Systems Theoretical Notes on Democratization". *Acta Sociologica* 16(2), (1973) 98-107.
- Bräten, S., "Systems Research and Social Sciences". In: Klir, *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 655-685.
- Bräten, S., "Quality of Interaction and Participation: On model power in industrial democracy and computer networks". In: G. Lasker (ed.) *Applied Systems and Cybernetics, Vol. 1*, 1981, 191-200.
- Braten, S., "The Third Position - Beyond artificial and autopoietic reduction". *Kybernetes* 13(3), (1984) 157-163. Also in Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 193-205.
- Bräten, S., E. Jahren & A. Jansen, "Social Networks and Multilevel Structure: System Description and Simulations". In: Cavallo, *Systems Methodology in Social Science Research; Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982, 113-141.
- Braudel, F., *La Historia y las Ciencias Sociales*, Madrid, Alianza, 1968
- Breiger, R.L. "Career attributes and network structure: A blockmodel study of a bio-medical research specialty". *American Sociological Review*, 41, (1976) 117-135.
- Breiger, Ronald "Toward an operational theory of community elite structure". *Quality and Quantity*, 13, (1979) 21-47.
- Breiger, Ronald L. "The duality of persons and groups", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 83-98.
- Breiger, R.L., Boorman, S.A., Arabie, P. "An algorithm for clustering relational data, with applications to social network analysis and comparison with multidimensional scaling". *J. Math. Psychol.*, 12, (1975) 328-83.
- Breiger, Ronald L. and Philippa E. Pattison "The joint role structure of two communities' elites". *Sociological Methods and Research*, 7, (1978) 213-26.
- Breiger, Ronald L. and Philippa E. Pattison "Cumulated social roles: The duality of persons and their algebras". *Social Networks*, 8, (1986) 215-256.
- Brenner, M. ; Otros, *The social contexts of methods*, London, Groom Helm, 1978
- Brent, Edward E. Jr. "Computational sociology: reinventing sociology for the next millennium". *Social Science Computer Review*, vol. 11, nr. 4, (1993) s. 487 ff.
- Brillinger, D.R., *Time series analysis and theory*, New York, Rinehart, 1975
- Brix, V.H., "Current social problems analysed by control and systems theory (Part A. The theory of interdependence)". *Kybernetes* 11(2), (1982a) 87-95.
- Brix, V.H., "Current social problems analysed by control and systems theory (Part B. Bureaucracy and politics)". *Kybernetes* 11(3), (1982b) 167-174.

- Broad, C.D., *El pensamiento científico*, Madrid, Tecnos, 1963
- Broderick, C & J. Smith, "The General Systems Approach to the Family". In: W. Burr, et al (eds.), *Contemporary Theories about the Family, Vol. 2*. The Free Press, New York, 1979, 112-129.
- Brockstra, G., "Probabilistic Constraint Analysis for structure identification: an overview and some social science applications". In: B.P. Zeigler et al (eds.), *Methodology in Systems Modelling and Simulation*. Amsterdam, North Holland, 1979.
- Broom, Leonard and Selznick, Philip *Sociology. Sixth Edition*. New York: Harper and Row, 1977.
- Brown, G. ; Otros, *Experiments in the Social Sciences*, London, Harper and Row, 1975
- Brown, H.I., *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1977
- Brown, R.H., *Society as text*, Chicago, U. Chicago Press, 1987
- Brozyna, J., "Absolute limit in the development of civilization". *Kybernetes* 26(2/3), (1997) 207-216.
- Bruyn, S.T., *La perspectiva humana en Sociología*, Buenos Aires, Amorrortu, 1972
- Bryant, C., *Positivism in social theory and research*, New York, St. Martin's Press, 1985
- Brym, Robert J. "Structural location and ideological divergence: Jewish Marxist intellectuals in turn-of-the-century Russia", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 332-358.
- Buchanan, B., "Assessing human values". *Kybernetes*, 26(6/7), (1997) 703-715.
- Buck, G., Friedrich, J., Sens, E., Wagner, W., "Kybernetische Systemtheorie. Ein Instrument zur Analyse Revolutionären Sozialen Wandels". *Politische Vierteljahrsschrift Sonderheft 2*, (1970) 40-51.
- Buckley, W., *Sociology and Modern Systems Theory*. Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall, 1967.
- Buckley, W. (ed.), *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist: A Sourcebook*. Chicago, Aldine, 1968.
- Buckley, W., "Society as a Complex Adaptive System". In: Buckley, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist: A Sourcebook*. Chicago, Aldine, 1968, 490-513.
- Buckley, W., "Social System Evolution and Sociobiology". In: Klir, *Applied General Systems Research: Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 687-693.
- Bugeda, J., *La medida en Ciencias Sociales*, Madrid, CECA, 1974
- Bugeda, J. *Curso de Sociología Matemática* Madrid, Instituto de Estudios Políticos, 1976
- Bühl, W. L., "Kultur als System". *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 1986 Supplement, (1986) 118-144.
- Bühl, W. L., "Grenzen der Autopoiesis". *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 39, (1987) 221-254.
- Bunge, M., *La ciencia. Su método y su filosofía*, Buenos Aires, Siglo XXI, 1960
- Bunge, M., *Causalidad. El principio de la Ciencia moderna*, Buenos Aires, Ed. Universitaria, 1965
- Bunge, M. *La investigación científica, su estrategia y filosofía*, Ariel, 1969,
- Bunge, M., *Métodos de investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1972
- Bunge, M., *Teoría y realidad*, Barcelona, Ariel, 1972
- Bunge, M. *Method, Model and Matter. Ch. 5, Concepts of model*. Boston: Reidel, 1973.
- Bunge, M., *Las teorías de la causalidad*, Salamanca, Sigueme, 1977
- Bunge, M., "A Systems Concept of Society: Beyond Individualism and Holism". *Theory and Decision* 10, (1979) 13-30.
- Buridan, John "Questions on the Physics of Aristotle", in Marshall Clagett (ed.), *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: The University of Wisconsin Press, (1959 [1601]).
- Burkhardt, Marlene E. and Daniel J. Brass *Changing patterns or patterns of change: A longitudinal investigation of the interplay of technology, structure, and power*. Pennsylvania State University, mimeo, 1989.

- Burns, T. R., "Actors, Transactions and Social Structure". *General Systems* 31, (1988) 83-95.
- Burns, T.R., T. Baumgartner & Ph. DeVillé, *Power, Conflict, and Exchange in Social Life*. Uppsala, Uppsala University: Institute of Sociology, 1982.
- Burns, Tom R., T. Baumgartner & Ph. DeVillé, *Man, Decisions, Society; The Theory of Actor-System Dynamics for Social Scientists*. New York, Gordon & Breach, 1985.
- Burns, T. R. & W. Buckley (eds.), *Power and Control; Social Structures and Their Transformation*. London, Sage, 1976.
- Burns, T. R. & H. Flam, *The Shaping of Social Organization. Social rule system theory with applications*. London, Sage, 1987.
- Burt, R.S. "Positions in networks". *Soc. Forces*, 55, (1976) 93-122.
- Burt, Ronald S. "Positions In multiple network systems, Part One: A general conception of stratification and prestige in a system of actors cast as a social topology". *Social Forces*, 56, (1977a) 106-131.
- Burt, Ronald S. "Positions in multiple network systems, Part Two: Stratification and prestige among elite decision-makers in Altneustadt". *Social Forces*, 56, (1977b) 551-575.
- Burt, Ronald S. "Cohesion versus structural equivalence as a basis for network subgroups". *Sociological Methods and Research*, 7, (1978) 189-212.
- Burt, Ronald S. "Models of network structure". *Annual Review of Sociology*, 6, (1980a) 79-141.
- Burt, Ronald S. "Autonomy in a social topology". *American Journal of Sociology*, 85, (1980b) 892-925.
- Burt, Ronald S. "Comparative power structures in American communities". *Social Science Research*, 10, (1981) 115-176.
- Burt, Ronald S. *Towards a structural theory of action: Network models of social structure, perception, and action*. New York: Academic Press, 1982a.
- Burt, Ronald S. "A note on cooptation and definitions of constraint". In Peter V. Marsden and Nan Lin (eds.), *Social Structure and Network Analysis*. Beverly Hills: Sage, 1982b, pp. 219-233.
- Burt, Ronald S. "Distinguishing relational contents", in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983, pp. 35-74.
- Burt, Ronald S. "Network data from informant interviews". Chapter 7 in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Burt, Ronald S. "Network data from archival records". Chapter 8 in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Burt, Ronald S. "Range", Chapter 9 in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Burt, Ronald S. "Cohesion versus structural equivalence as a basis for network subgroups". Chapter 13 in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Burt, Ronald S. *Corporate profits and cooptation: networks of market constraints and directorate ties in the American economy*. New York: Academic Press, 1983.
- Burt, Ronald S. *Network items should be included in the General Social Survey*. Unpublished paper, Department of Sociology, Columbia University, 1983.
- Burt, Ronald S. "Social Contagion and Innovation". *American Journal of Sociology*, 92, (1987) 1287-1335.
- Burt, Ronald S. *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1992.
- Burt, Ronald and M.J. Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Busch, J. A. & G. M. Busch, "Cybernetics IV: A System-Type Applicable to Human Groups". In: G.E. Lasker (ed.), *Applied Systems and Cybernetics*. New York, 1981, 1238-1243.

- Busch, J. A. & G. M. Busch, "Sociocybernetics and Social Systems Theory". *General Systems* 30, (1987) 47-55.
- Busch, J.A. & G.M. Busch, *Sociocybernetics: Rethinking Social Organization*. Salinas CA, Intersystems Publications, 1988.
- Bush, R.R. and Mosteller, F. *Stochastic Models for Learning*. New York: Wiley, 1955.
- Buss, Andreas "The concept of adequate causation and Max Weber's comparative sociology of religion". *British Journal of Sociology*, vol. 50, no. 2, (1999) pp. 317-330.
- Byron, M.P., "Crisis-driven evolutionary learning: conceptual foundations and systemic modelling - a summary abstract". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 716-724.
- Cadwallader, M. L., "The Cybernetic Analysis of Change in Complex Social Organizations". *American Journal of Sociology* 65, (1959) 154-157.
- Calhoun, Craig "Sociology, Other Disciplines and the Project of a General Understanding of Social Life", en Halliday and Janowitz, *Sociology and its Publics. The Forms and Fates of Disciplinary Organization*. Chicago: University of Chicago Press, 1992, págs. 137-196.
- Carley, Kathleen M. "Artificial intelligence within sociology". *Sociological Methods and Research*, vol. 25, no. 1, (1996) pp. 3.
- Carnap, R. ; Otros, *Matemáticas en las ciencias del comportamiento*, Madrid, Alianza, 1962
- Carrington, Peter J. and Greg H. Heil "COBLOC: A hierarchical method for blocking network data". *Journal of Mathematical Sociology*, 8, (1981) 103-131.
- Carrington, Peter J., Greg H. Heil, and Stephen D. Berkowitz "A goodness-of-fit index for blockmodels". *Social Networks*, 2, (1979-80) 219-234.
- Cartwright, Dorwin "Balance and clusterability: An overview", in P. Holland and S. Leinhardt (eds.) *Perspectives on social network research*. New York: Academic Press, 1979, pp. 25-50.
- Cartwright, D., Harary, F. "Structural balance: A generalization of Heider's theory". *Psychological Review*, 63, (1956) 277-92.
- Cartwright, D. and Harary, F. "ON the coloring of signed graphs". *Elemente der Mathematik*, 23, (1968) 85-89.
- Cartwright, D. and Harary, F. "Ambivalence and indifference in generalizations of structural balance". *Behavioral Science*, 15, (1970) 497-513.
- Cartwright, Dorwin and Harary, Frank "A graph theoretic approach to the investigation of system-environment relationships". *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 5, (1977) 87-111.
- Castells, M. ; Ipola, E., *Metodología y epistemología de las Ciencias sociales*, Madrid, Ayuso, 1975
- Castillo, J. *Introducción a la Sociología*. Madrid, Guadarrama, 1968
- Cattell, R.B. *Factor Analysis: An Introduction and Manual for the Psychologist and Social Scientists*. New York: Harper & Brothers, 1952.
- Cavallo, R. & M. Conklin, "Systems methodology in sociology". *International Journal of Systems Science* 8(1), (1977) 65-80.
- Cavallo, R. E., *The Role of Systems Methodology in Social Science Research*. Boston, Martinus Nijhoff, 1979.
- Cavallo, R. (ed.), *Systems Methodology in Social Science Research; Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982.
- Cavallo, R. & E. Ziegenhagen, "General Systems Methodology and Political Science". In: Klir, *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 695-700
- Cavallo, R. & E. Ziegenhagen, "General Systems Modeling of Conflict within Nations". In: Cavallo, *Systems Methodology in Social Science Research; Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982, 75-93.
- Cerroni, U., *Metodología y Ciencia Social*, Barcelona, Martínez-Roca, 1970
- Chalmers, A.F., *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?*, Madrid, Siglo XXI, 1986

- Chambers, J.M. ; Otros, *Graphical methods for data analysis*, California, Wadsworth y Durbury, 1983
- Chanman, W. ; Buskoff, A., *Sociology and history, theory and research*, New York, Free Press, 1964
- Chapin, F.S., *Experimental design in sociological research*, New York, Harper, 1947
- Charlesworth, James C. (ed) *Mathematics and the Social Sciences; The Utility and Inutility of Mathematics in the Study of Economics, Political Science, and Sociology*. Philadelphia, American Academy of Political and Social Science, 1963.
- Charvat, F., "On Philosophical Aspects of the System Conception in Contemporary Sociological Knowledge". *Quality and Quantity* 6, (1972) 3-16.
- Chomsky, N. and Miller, G.A. "An introduction to the formal analysis of natural languages". In R.D. Luce, R.R. Bush and E. Galanter (eds.), *Handbook of Mathematical Psychology. Volume Two*. New York: Wiley, 1963.
- Chomsky, N. ; otros, *La explicación en las Ciencias de la conducta*, Madrid, Alianza, 1974
- Choudhury, M.A., "A mathematical formalization of the principle of ethical endogeneity". *Kybernetes* 24 (5), (1995) 11- 30.
- Choudury, M.A., "A theory of social systems: family and ecology as examples". *Kybernetes* 25(5), (1996) 21-37.
- Churchman, C. W., *The systems approach*. New York, Dell, 1968.
- Churchman C.W. y Ratoosh P. (eds.) *Measurement: definitions and theories*. New York: Wiley, 1959.
- Cicourel, Aaron V. *Method and measurement in sociology*. New York: The Free Press, 1964.
- Cicourel, A.V. *Cognitive Sociology: Language and Meaning in Social Interaction*. New York: Free Press, 1974.
- Clagett, Marshall *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1959.
- Clamer, M., *Métodos matemáticos en la estadística*, Madrid, Aguilar, 1953
- Clark, Colin W. *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*. New York, NY: John Wiley, 1976, (1990 second edition).
- Clark, Colin W. *Bioeconomic Modelling and Fisheries Management*. New York, NY: John Wiley, 1985.
- Clawson, Dan and Alan Neustadt "Interlocks, PACs, and Corporate Conservatism". *American Journal of Sociology*, 94, (1989) 749-73.
- Clawson, Dan, Alan Neustadt, and James Bearden "The Logic of Business Unity: Corporate Contributions to the 1980 Congressional Elections". *American Sociological Review*, 51, (1986) 797-811.
- Cochrane, J.L. and Zeleny, M. (eds.) *Multiple Criteria Decision Making*. Columbia: University of South Carolina Press, 1973.
- Coenen-Huther, J. "Sociology and interdisciplinarity: modalities, problems and prospects". *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie*, jg. 15, nr. 1, (1989) s. 1.
- Cohen, B.P. *Conflict and Conformity: A Probability Model and its Application*. Cambridge: MIT Press, 1963.
- Cohen, B.P. *Developing Sociological Knowledge: Theory and Method*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.
- Cohen, M. *Reason and Nature: An Essay on the Meaning of Scientific Method*. New York: Harcourt, Brace and World, 1931.
- Coleman J.S. "An expository analysis of some of Rashevsky's social behavior models". In P.F. Lazarsfeld (ed.), *Mathematical Thinking in the Social Sciences*. New York: The Free Press, 1954.
- Coleman, J.S. "Relational analysis: The study of social organization with survey methods". *Human Organization*, 17, (1958) 28-36.
- Coleman J.S. "The mathematical study of small groups". En Solomon, H. (Ed.) *Mathematical thinking in the measurement of the behaviour*. New York. Free press, 1960.
- Coleman, James S. *Introduction to Mathematical Sociology*. New York, NY: Free Press, 1964a.

- Coleman, James S. *Models of Change and Response Uncertainty*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1964b.
- Coleman, J.S. "The mathematical study of change", en H.M. Blalock Jr. y A.B. Blalock (eds.) *Methodology in social research*. New York, McGraw-Hill, 1968.
- Coleman, J.S. *The Mathematics of Collective Action*. Chicago: Aldine, 1973.
- Coleman, James S. *Purposive action embedded in social networks*. Presented at the Sunbelt Social Network Conference, San Diego, CA, February, 1983.
- Coleman, J.S. *Foundations of Social Theory*. Cambridge, MA: Belknap Press, 1990.
- Coleman, James, Elihu Katz, and Herbert Menzel "The diffusion of an innovation among physicians", *Sociometry*, 20, (1957) 253-270.
- Coleman, J.S., Katz, E., Menzel, H. *Medical Innovation*. Indianapolis: Bobbs Merrill, 1966.
- Collins, R., *The discovery of society*, New York, Random House, 1972
- Collins, R. *Conflict Sociology: Toward an Explanatory Science*. New York: Academic Press, 1975.
- Collins, Randall "The microfoundations of macrosociology". *American Journal of Sociology*, 86, (1981) 984-1014.
- Collins, Randall "Is 1980's Sociology in the Doldrums?", *American Journal of Sociology*, 91, (1986) págs. 1336-55.
- Cook, Karen "Network structures from an exchange perspective", in Peter Marsden and Nan Lin (eds.). *Social structure and network analysis*. Beverly Hills: Sage, 1982.
- Cook, Karen S. and Emerson, Richard M. "Power, equity and commitment in exchange networks". *American Sociological Review*, 43, (1978) 721-739.
- Cook, Karen S., Emerson, Richard M., Gillmore, Mary R. and Yamagishi, Toshio "The distribution of power in exchange networks: Theory and experimental results". *American Journal of Sociology*, 89, (1983) 275-305.
- Cook, S. "The obsolete "anti-market" mentality: A critique of the substantive approach to economic anthropology". *American Anthropologist*, 68, (1966) 323-345.
- Coombs, D.R., *A theory of data*, New York, Wiley, 1965
- Cooper, R.A. ; Weekes, A., *Data, models and statistical analysis*, Totowa, Barnes and Noble, 1982
- Copobianco, M. "Statistical inference in finite populations having structure". *Transactions of the New York Academy of Science*, 32, (1970) 401-413.
- Copobianco, M. "Recent progress in stagraphics". *Annals of the New York Academy of Science*, 231, (1974) 139-141.
- Cortés, F., A. Przeworski & J. Sprague, *Systems Analysis for Social Scientists*. New York, Wiley, 1974.
- Coser, L.A. *Masters of Sociological Thought. Second edition*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich, 1977.
- Councilis, J.S., "The case study: Its systemic metatheory and the social/behavioural sciences". *Kybernetes* 22(5), (1993) 22-34.
- Coxon, A.P.M. "Mathematical applications in sociology: measurement and relations". *International Journal of Math. Educ. In Sci. and Tech.*, 1, (1970) 159-174.
- Crane, Diana "Social structure in a group of scientists: A test of the 'Invisible college' hypothesis". *American Sociological Review*, 34, (1969) 335-352.
- Crane, Diana, y Small, Henry, "American Sociology since the Seventies : the Emerging Identity Crisis in the Discipline", en Halliday & Janovitz, *Sociology and its Publics. The Forms and Fates of Disciplinary Organization*. Chicago: University of Chicago Press, 1992, págs. 197-234.
- Criswell, J. Solomon H. y Suppes P. (Eds) *Mathematical methods in small group proceses*. Stanford: Stanford University Press, 1962.
- Dale y otros, *Doing secondary analysis*, London, George-Unwin, 1988

- Davis, A., Gardner, B.B. and Gardner, M.R. *Deep South: A Social Anthropological Study of Caste and Class.* Chicago: University of Chicago Press, 1941.
- Davis, J. "Structural balance, mechanical solidarity, and interpersonal relations". *American Journal of Sociology*, 68, (1963) 444-62.
- Davis, James A. "Clustering and structural balance in graphs". *Human Relations*, 20, (1967) 181-187.
- Davis, J.A. "Clustering and hierarchy in interpersonal relations: Testing two graph theoretic models on 742 sociomatrices". *American Sociological Review*, 35, (1970) 843-851.
- Davis, James A. "The Davis/Holland/Leinhardt studies: An overview". In Paul W. Holland and Samuel Leinhardt (eds.), *Perspectives on Social Network Research*. New York: Academic Press, 1979, pp. 51-62.
- Davis, J.A., Leinhardt, S. "The structure of positive interpersonal relations in small groups". En Berger, Zelditch y Anderson *Sociological Theories in Progress, Vol.2*. Boston: Houghton Mifflin, 1972.
- Davis, J.A., *The logic of causal order*, Beverly Hills, Sage, 1985
- Davydov, A.A., "Theory of Harmony of Proportions and Functions in Social Systems". *Systems Research* 9(2), (1992) 19-25.
- Dawes, R.M., *Fundamentos y técnicas de la construcción de escalas de actitudes*, Mexico, Limusa, 1976
- De Meur, G.; Gassner, M.; Hubaut, X. "A mathematical model for political polarization". *European Journal of Political Research*, vol. 13, (1985) s. 409-420.
- Debreu, Gerard *Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*. New Haven, CT: Yale University Press, 1959, 1971.
- Degen, U., J. Friedrich, E. Sens & W. Wagner, "Zur Anwendung der kybernetischen Systemtheorie in den Sozialwissenschaften". In: G. Fehl, M. Fester & N. Kuhnert (eds.), *Planung und Information*. Gütersloh, 1972, 10ff.
- Delany, John "Social networks and efficient resource allocation: Computer models of job vacancy allocation through contacts", in Wellman and Berkowitz (eds.). *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University, 1988, pp. 430-451.
- Del Campo, S., *La sociología científica moderna*, Madrid, IEP, 1969
- Del Campo, S., *Los indicadores sociales a debate*, Buenos Aires, Euroamerica, 1972
- Deutsch, K. W., *The Nerves of Government: Models of Political Communication and Control*. New York, The Free Press of Glencoe, 1963.
- Deutsch, K. W., "Toward a Cybernetic Model of Man and Society". In: Buckley, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist: A Sourcebook*. Chicago, Aldine, 1968, 387-400.
- DeVillé, P.R., "Dependent Development: A Multi-level System Approach with Reference to Mexico's Development". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 165-184.
- DeVillé, Ph., "Equilibrium versus reproduction: some queries about dynamics in social systems theory". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 155-173.
- Dhaouadi, Mahmoud "IBN Khaldun: the founding father of eastern sociology". *International Sociology*, vol. 5, nr. 3, (1990) s. 319-336.
- Diamantides, N.D., "International migration as a dynamic process". *Kybernetes* 23 (5), (1994) 37-55.
- Dijkstra, W. & J. van der Zouwen, "Testing auxiliary hypotheses behind the interview". *Annals of Systems Research* 6, (1977) 49-63.
- Dijkstra, W. & J. van der Zouwen, "Role playing in the interview: towards a theory of artifacts in the survey-interview". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 59-83.

- van Dijkum, C., "The Methodology of Interdisciplinary Handling of Problems". In: D.J. DeTombe & C. van Dijkum (eds.), *Analyzing Complex Societal Problems: A Methodological Approach*. München, Hampp, 1996, 29-41.
- van Dijkum, C., "From cybernetics to the science of complexity". *Kybernetes* 26 (6/7), (1997) 725-737.
- Dimitrov, V.D., "Social choice and self-organization under fuzzy management". *Kybernetes* 6(3), (1977) 153-156.
- Dodd S.C. *Dimensions of society: A Quantitative Systematics for the Social Sciences*. New York: Macmillan, 1942.
- Dodd S.C. "Diffusion is predictable: testing probability models for laws of interaction". *Am. Sociol. Rev.*, 20, (1955) 392-401.
- Dogan, Mattei "Limits to Quantification in Comparative Politics", en M. Dogan, y A. Kazancigil (compiladores), *Comparing Nations*, Oxford, Blackwell, 1994.
- Dogan, Mattei "Political Science and the Other Social Sciences", en R. Goodin y H.D. Klingemann (compiladores), *A New Handbook of Political Science*, Oxford University Press, 1996, págs. 97-130.
- Dogan, M. "Las nuevas ciencias sociales: grietas en las murallas de las disciplinas". *Revista internacional de ciencias sociales*, Septiembre. Vol. 153, (1997).
- Dogan, Mattei, y Pahre, Robert *Creative Marginality: Innovation at the Intersections of Social Sciences*. Boulder, Colorado, Westview Press, 1990.
- Doran, J.E. and Hodson, F.R. *Mathematics and Computers in Archaeology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975.
- Doreian, P. "A note on the detection of cliques in valued graphs". *Sociometry*, 32, (1969) 237-242.
- Doreian, P., *Las matemáticas y el estudio de las relaciones sociales*, Barcelona, Vicens-Vives, 1973
- Doreian, Patrick "On the connectivity of social networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 3, (1974) 245-258.
- Doreian, P., *Modeling social process*, New York, Elsevier, 1976
- Doreian, P. "On the evolution of group and network structure". *Social Networks*, 2, (1980) 235-252.
- Doreian, Patrick "Estimating linear models with spatially distributed data". In Samuel Leinhardt (ed.), *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1981, pp. 359-388.
- Doreian, Patrick "Equivalence in a social network". *Journal of Mathematical Sociology*, 13, (1988) 243-282.
- Doreian, P., Hummon, N.P. "Models of stratification processes". *Qual. Quant.*, 8, (1974) 327-45.
- Dowty, D.R., Wall, R.E. and Peters, S. *Introduction to Montague Semantics*. Boston: D. Reidel, 1981.
- Dreitzel, H.P. (ed.) *Recent Sociology No. 2: Patterns of Communicative Behavior*. New York: Macmillan, 1970.
- Dubin *Theory building*. New York: Free Press, 1969.
- Duke, Vic; Edgell, Stephen "The operationalisation of class in british sociology". *The British Journal of Sociology*, vol. XXXVIII, no. 4, (1987) s. 445.
- Duncan, O.D., *Introduction to structural equations models*, New York, Academic Press, 1975
- Durkheim, E., *Las reglas del método sociológico*, Madrid, Akal, 1972
- Duverger, M., *Métodos de las Ciencias Sociales*, Barcelona, Ariel, 1962
- Easton, D., *The Political System*. New York, 1953.
- Easton, D., *A Framework for Political Analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1965.
- Easton, D., *A Systems Analysis of Political Life*. New York, Wiley, 1965.
- Easton, David, y Schelling, Corinne F., *Divided Knowledge Across Disciplines and Across Cultures*. Newbury Park, California, Sage, 1991.
- Einstein, Albert *Ideas and Opinions*. New York: Crown, 1954, [1933].
- Einstein, Albert and Infeld, Loepold *The Evolution of Physics*. New York: Simon and Schuster, 1938.

- Eisenstadt, S.N. with M. Curelaru *The Form of Sociology – Paradigms and Crises*. New York: Wiley, 1976.
- Elster, J. *Explaining Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Emerson, Richard M. "Exchange theory". In Joseph Berger, Morris Zelditch, Jr. and Bo Anderson (eds.), *Sociological Theories in Progress, Vol. II*. Boston: Houghton Mifflin, 1972.
- Emerson, Richard M. "Social exchange theory". *Annual Review of Sociology*, 2, (1976) 335-361. Inkeles, Alex, Coleman, James and Smelser, Neil (eds.).
- Emery, F.E. (ed.), *Systems Thinking*. Harmondsworth, Penguin Books, 1969.
- Emery, F.E. & E.L. Trist, "Socio-technical systems". In: Emery, *Systems Thinking*. Harmondsworth, Penguin Books, 1969, 281-296.
- Emirbayer, Musafa and Jeff Goodwin "Network analysis, culture, and the problems of agency". *American Journal of Sociology*, 99, (1994) 1411-54.
- Emshoff, J. R., *Analysis of Behavioral Systems*. New York, Macmillan, 1971.
- Epstein, S.L., "Learning to Play Two-Person Games". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 149-162.
- Erbring, Lutz and Young, Alice A. "Individuals and social structure: Contextual effects as endogenous feedback". *Sociological Methods and Research*, 7, (1979) 396-430.
- Erikson, Bonnie "The relational basis of attitudes", in Wellman and Berkowitz (eds.), *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 99-122.
- Erickson, B.H. and Nosanchuk, T.A. "Applied network sampling". *Social Networks*, 5, (1983) 367-382.
- Erickson, B.H., Nosanchuk, T.A. and Lee, E. "Network sampling in practice: Some second steps". *Social Networks*, 3: 127-136.
- Estes, W.K. "Toward a statistical theory of learning". *Psychological Review*, 57, (1950) 106.
- Etzioni, A., "Toward a Theory of Societal Guidance". *American Journal of Sociology* 73(2), (1967) 173-187.
- Etzioni, A., *The Active Society. A Theory of Societal and Political Processes*. London, Collier-Macmillan, 1968a.
- Etzioni, A., "Toward a Theory of Guided Societal Change". *Social Casework* 49 (6), (1968b) 335-338.
- Etzioni, A., "On Changing Societies". *Current Sociology* 23(1), (1975) 39-47.
- Everett, M.G. "Graph theoretic blockings K-Plexes and K-cutpoints". *Journal of Mathematical Sociology*, 9, (1982) 75-84.
- Everett, Martin G. "A graph theoretic blocking procedure for social networks". *Social Networks*, 4, (1982) 147-167.
- Everett, M.G. "Ebloc: A graph theoretic blocking algorithm for social networks". *Social Networks*, 5, (1983) 323-346.
- Everett, Martin and Juhani Nieminen "Partitions and homomorphisms in directed and undirected graphs". *Journal of Mathematical Sociology*, 7, (1980) 91-111.
- Everitt, B.S., *An introduction to latent variable models*, London, Chapman and hall, 1984
- Fan, David P. *Predictions of public opinion from the mass media. Computer Content Analysis and Mathematical Modeling*. New York: Greenwood Press, 1988.
- Fararo T.J. "Nature of mathematical sociology". *Soc. Res.*, 36, (1969) 75-92.
- Fararo, Thomas J. *Mathematical Sociology: An Introduction to Fundamentals*. New York, NY: John Wiley, 1973.
- Fararo, T.J. "An introduction to catastrophes". *Behavioral Science*, 23, (1978) 291-317.
- Fararo, T.J. "Biased networks and social structure theorems". *Social Networks*, 3, (1981) 137-159.
- Fararo, T.J. "Biased networks and the strength of weak ties". *Social Networks*, 5, (1983) 1-12.
- Fararo, T.J. "Catastrophe analysis of the Simon-Homans model". *Behavioral Science*, 29, (1984) 212-216.

- Fararo, T.J. *The Meaning of General Theoretical Sociology: Tradition and Formalization*. New York: Cambridge University Press, 1989.
- Fararo, T.J. and Doreian, P. "Tripartite structural analysis". *Social Networks*, (in press), (1984).
- Fararo, T.J. and Skvoretz, J. "Institutions as production systems". *Journal of Mathematical Sociology*, 10, (1984) 117-182.
- Fararo, T. J.& J. Skvoretz, "Action and Institution, Network and Function: The Cybernetic Concept of Social Structure". *Sociological Forum* 1(2), (1986) 219-250.
- Fararo, T.J. and Skvoretz, J. "The biased net theory of social structures and the problem of integration". In J. Berger and M. Zelditch, Jr. (eds.), *Sociological Theories in Progress. Volume Three*. Pittsburgh, PA: The University of Pittsburgh Press, (forthcoming).
- Fararo, T.J. and Sunshine, M. *A Study of a Biased Friendship Net*. Syracuse, NY: The Syracuse University Youth Development Center and Syracuse University Press, 1964.
- Favre, Pierre "Retour à la question de l'objet : faut-il disqualifier la notion de discipline", *Politix*, 29, 1, (1995) págs. 141-157.
- Feinberg, S.E. and Wasserman, S. "Categorical data analysis of single sociometric relations", in S. Leinhardt (ed.) *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1981.
- Feinberg, S.E. and Wassermann, S. "An exponential family of probability densities for directed graphs". *Journal of the American Statistical Association*, 76, (1981) 33-51.
- Fernandez, Roberto M. and Roger V. Gould "A Dilemma of State Power: Brokerage and Influence in the National Health Policy Domain". *American Journal of Sociology*, 99, (1994) 1455-91.
- Festinger, L. "The analysis of sociograms using matrix algebra". *Hum. Relat.*, 2, (1949) 153-58.
- Festinger, L. "Informal social communication". *Psychological Review*, 57, (1950) 271-282.
- Festinger, L. "The relevance of mathematics to controlled experimentation in sociology". *International Social Science Bulletin*, 6, (1954) 622-627.
- Festinger, L.; Katz, D., *Los métodos de investigación en las Ciencias Sociales*, Buenos Aires, Paidós, 1972
- Fiksel, Joseph "Dynamic evolution in societal networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 7, (1980) 27-46.
- Fischer, Claude *To Dwell among Friends: Personal Networks in Town and City*. Chicago: University of Chicago Press, 1982.
- Fishburn, Peter C. *The Theory of Social Choice*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1973.
- Fiskel, Joseph "Dynamic evolution in societal networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 7, (1980) 27-46.
- Flament, C. *Applications of graph theory to group structure*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1963.
- Fletcher, C., *Beneath the surface. An account of the styles of sociological research*, New York, Routledge, 1974
- Fogel, R. W. and Engerman, S. *Time on the Cross*. Boston: Little, Brown, 1974.
- Forcese, D.P. ; Richer, S., *Stages of social research contemporary perspectives*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1970
- Forrester, J.W., *Urban dynamics*. Cambridge (Mass.), MIT-Press, 1969.
- Forrester, J. W., "Understanding the Counterintuitive Behavior of Social Systems". *Technology Review*, 73 (3), (1971) pp. 52-68
- Foster, B.L. "Minority traders in Thai village social networks". *Ethnic Groups*, 2, (1980) 221-240.
- Foster, C.C., Rapoport, A. and Orwant, C. "A study of a large sociogram: II". *Behavioral Science*, 8, (1963) 56-65.
- Fourier, C. *Théorie des quatre mouvements et des destinées générales*. Lyon, 1808.
- Fox, J., *Linear statistical models*, New York, Wiley, 1984
- Frank, O. "Structure inference and stochastic graphs". *FOA-Reports*, 3, (1969) 1-8.
- Frank, O. *Statistical Inference in Graphs*. Stockholm: Research Institute of national Defense, 1971.
- Frank, O. "Survey sampling in graphs". *Journal of Statistical Planning and Inference*, 1, (1977a) 235-264.

- Frank, O. "Estimation of graph totals". *Scandinavian Journal of Statistics*, 4, (1977b) 81-89.
- Frank, O. "A note on Bernoulli sampling in graphs and Horvitz-Thompson estimation". *Scandinavian Journal of Statistics*, 4, (1977c) 178-180.
- Frank, O. "Sampling and estimation in large social networks". *Social Networks*, 1, (1978) 91-101.
- Frank, O. "Estimating a graph from triad counts". *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 9, (1979) 31-46.
- Frank, Ove "Transitivity in stochastic graphs and digraphs". *Journal of Mathematical Sociology*, 7, (1980) 199-213.
- Frank, Ove "A survey of statistical methods for graph analysis". In Samuel Leinhardt (ed.), *Sociological Methodology*, San Francisco: Jossey-Bass, 1981, pp 110-155.
- Frank, Ove, Maureen Hallinan, and Krzysztof Nowicki "Clustering of dyad distributions as a tool in network modeling". *Journal of Mathematical Sociology*, 11, (1985) 47-64.
- Frank, O. and Harary, F. "Balance in stochastic signed graphs". *Social Networks*, 2, (1979) 155-163.
- Franklin, Joel *Methods of Mathematical Economics: Linear and Nonlinear Programming, Fixed-Point Theorems*. New York, NY: Springer-Verlag, 1980.
- Freeman, J., Hannan, M.T. "Growth and decline processes in organization". *Am. Sociol. Rev.*, 40, (1975) 211-28.
- Freeman, Linton *Bibliography on Social Networks*. Montiello, IL: Council of Planning Librarians, Exchange Bibliographies, 1976.
- Freeman, L.C. "A set of measures of centrality based on betweenness". *Sociometry*, 40, (1977) 35-41.
- Freeman, L.C. "Segregation in social networks". *Sociological Methods and Research*, 6, (1978) 411-429.
- Freeman, Linton "Centrality in social networks: Conceptual clarification". *Social Networks*, 1, (1979) 215-39.
- Freeman, Linton C. "Turning a profit from mathematics: The case of social networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 10, (1984) 343-360.
- Freeman, Linton C., Roeder, Douglas and Mulholland, Robert R. "Centrality in social networks: II. Experimental results". *Social Networks*, 2, (1980) 119-141.
- Freese, L. *Formal theorizing. Annual Review of Sociology*. Palo Alto, CA: Annual Reviews, 1980a.
- Freese, L. (ed.) *Theoretical Methods In Sociology: Seven Essays*. Pittsburgh, PA: The University of Pittsburgh Press, 1980b.
- Freese, Lee and Sell, Jane *Constructing axiomatic theories*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1980.
- French Jr., John R.P. "A formal theory of social power". *Psychological Review*, 63, (1956) 181-194.
- Friedell, M.F. "Organizations as semilattices". *Am. Sociol. Rev.*, 32, (1967) 46-53.
- Frieden, J. A., y Lake, D. A. *International Political Economy*. Nueva York, St-Martin's Press, 1987.
- Friedkin, Noah E. "A formal theory of social power". *Journal of Mathematical Sociology*, 12, (1986) 103-126.
- Friedman, H. "Are distributions really structures? A critique of the methodology of Max Weber". *Connections*, 2, (1979) 72-80.
- Friedman, James W. *Oligopoly and the Theory of Games*. Amsterdam: North-Holland, 1977.
- Friedman, S. R. "Game theory and labor conflict: Limits of rational choice models". *Sociological Perspectives*, 26, (1983) 375-397.
- Friedmann, Harriet "Form and substance in the analysis of the world economy", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 304-326.
- Friedrich, J. & E. Sens, "Systemtheorie und Theorie der Gesellschaft: Zur Gegenwartigen Kybernetik-Rezeption in den Sozialwissenschaften". *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 28 (1), (1976) 27-47.

- Fuchs, Stephan; Ward, Steven "The sociology and paradoxes of deconstruction: a reply to agger". *American Sociological Review*, vol. 59, nr. 4, (1994) s. 506 ff.
- Fuller, W.A., *Introduction to statistical time series*, New York, Wiley, 1976
- Fursey, P.H., *The scope and method of sociology*, New York, Harper, 1953
- Galanter, E. "The direct measurement of utility and subjective probability". *American Journal of Psychology*, 75, (1962) 208-220.
- Galaskiewicz, Joseph "The structure of community interorganizational networks". *Social Forces*, 57, (1979) 1346-1364.
- Galaskiewicz, Joseph and Marsden, Peter V. "Interorganizational resource networks: Formal patters of overlap". *Social Science Research*, 7, (1978) 89-107.
- Galaskiewicz, Joseph and Stanley Wasserman "Change in a Regional Corporate Network". *American Sociological Review*, 46, (1981) 475-84.
- Gale, David *The Theory of Linear Economic Models*. New York, NY: McGraw-Hill, 1960.
- Galilei, Galileo *Dialogues Concerning Two New Sciences (tr. Henry Crew and Alfonso de Salvio)*. New York: Dover Publications, Inc., 1954 [1665].
- Galton, F. and Watson, H.W. "On the probability of extinction of families". *Journal of the Anthropological Institute*, 4, (1875) 138-144.
- Galtung, J. "Rank and social integration: A multidimensional approach". In J. Berger, M. Zelditch, Jr. And B. Anderson (eds.), *Sociological Theories in Progress, Volume One*. New York: Houghton-Mifflin, 1966.
- Galtung, J., *Teoría y métodos de la investigación social*, Buenos Aires, Eudeba, 1971
- Gans, Herbert J. "Sociology in america: the discipline and the public". *American Sociological Review*, vol. 54, nr. 1, (1989) s. 1.
- García Ferrando, M. "La sociología matemática hoy: usos y abusos" *Revista Española de la Opinión Pública*, 45, (1976), pp. 77-90. Voz "Sociología matemática".
- Garcia Ferrando, M., *Sobre el método*, Madrid, CIS, 1979
- Garcia Ferrando, M., *Socioestadística*, Madrid, CIS, 1984
- Garcíá-Olivares, A., "Self-organisation and intermittency in social systems: Towards a science of complexity". *Kybernetes* 22(3), (1993) 9-19.
- Garfinkel, Harold *Studies in Ethnomethodology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1967.
- Garson, G.D., "Social science computer simulation: Its history, design, and future". *Social Science Computer Review* 12(1), (1994) 55-82.
- Geertz, C. *The Interpretation of Cultures*. New York: Basic Books, 1973.
- Gelbaum B.R. y March J.G. *Mathematics for the social and behavioural sciences*. Philadelphia: Saunders, 1969.
- Gelovani, V. A. "Strategic stability analysis through mathematical modeling". *International Political Science Review*, vol. 11, nr. 2, (1990) s. 243-260.
- Gerstein, D.R. "The coming renaissance of functional theory". *Contemporary Sociology*, 8, (1979) 204-211.
- Geurts, J.L.A., "Systeemleer, model en methode in de sociologie". *Sociologische Gids* 21(4), (1974) 209-224.
- Geyer, F., "Alienation and General Systems Theory". *Sociologia Neerlandica* 10, (1974) 18-40.
- Geyer, F., "Two separate realities: dyadic communication problems resulting from interpersonal differences in internal complexity". In: Klir, *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 873-890.
- Geyer, R.F., *Alienation Theories: A General Systems Approach*. Oxford, Pergamon, 1980.
- Geyer, F., "Political alienation and environmental complexity reduction". *Kybernetes* 19(2), (1990) 11-31.

- Geyer, F., "Modern forms of alienation in high-complexity environments; A systems approach". *Kybernetes* 20(2), (1991a) 10-28.
- Geyer, F. (ed.), *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991b.
- Geyer, F., "Autopoiesis and Social Systems". *International Journal of General Systems* 21(2), (1992b) 175-184 and 259-260.
- Geyer, F., "The challenge of sociocybernetics". *Kybernetes* 24(4), (1995) 6-32.
- Geyer, F., "Virtual Communities in Cyberspace". *Kybernetes* 25(4), (1996) 60-66.
- Geyer, F., "The promise of sociocybernetics: Solving problems in social science", *Kybernetes* 26(6-7), (1997) 634-638.
- Geyer, R. F. & J. van der Zouwen (eds.), *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982.
- Geyer, F. & J. van der Zouwen (eds.), *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986.
- Geyer, F. & J. van der Zouwen (eds.), *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990.
- Geyer, F. & J. van der Zouwen, "Cybernetics and social science: Theories and research in sociocybernetics". *Kybernetes* 20(6), (1991) 81-92.
- Geyer, F. & J. van der Zouwen, "Norbert Wiener and the social sciences". *Kybernetes* 23(6/7), (1994) 46-61.
- Gharajedaghi, J., "Social Dynamics: Dichotomy or dialectic". *Human Systems Management* 4, (1983).
- Gibson, Q., *La lógica de la investigación social*, Madrid, Tecnos, 1968
- Giddens, Anthony *New Rules of the Sociological Method*. New York: Basic Books, 1976.
- Giddens, Anthony *Studies in Social and Political Theory*. New York: Basic Books, 1977.
- Giddens, Anthony *Central Problems in Social Theory*. Berkeley, CA: University of California Press, 1979.
- Gierer, A., "Systems Aspects of Socio-economic Inequalities in Relation to Developmental Strategies". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 23-34.
- van Gigch, J. P., *Applied General Systems Theory*. New York, Harper & Row, 1974.
- Gigh, V., *Applied general systems theory*, New York, Harper y Row, 1976
- Giglioli, P.P. (ed.) *Language and Social Context*. New York and London: Penguin Books, 1972.
- Gilham, Steven "State, law and modern economic exchange". In David Willer and Bo Anderson (eds.), *Networks, Exchange and Coercion*. New York: Elsevier/Greenwood, 1981.
- Gilles, E.-D., *Struktur und Dynamik soziologischer Systeme*. München, Oldenbourg, 1974.
- Gilles, E.-D., "Structure and dynamics of sociological systems". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 63-89.
- Giner, S., Lamo, E. y Torres, C. *Diccionario de Sociología*. Madrid, Alianza, 1998
- Ginsberg, R.B. "Semi-Markov processes and mobility". *J. Math. Sociol.*, 1, (1971) 233-62.
- Gittler, Joseph B. (ed.) *Review of Sociology, Analysis of a Decade*. Wiley, New York, 1957.
- Glass, G.V. ; otros, *Design and analysis of time series experiments*, Doulder, U. Press, 1975
- Goffman, E. *Forms of Talk*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1981.
- Goldberg, Samuel I. *Probability in Social Science*. New York, NY: Birkhauser, 1983.
- Golderberger, A.S. ; Duncan, O.D., *Structural equations models in the Social Sciences*, New york, Seminar Press, 1974
- Goldman, A.I. *A Theory of Human Action*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1970.

- Goldsmith, E., *The Stable Society; Its Structure and control: Towards a Social Cybernetics*. Wadebridge, The Wadebridge Press, 1978.
- Goldthorpe, John H. "Rational action theory for sociology". *British Journal of Sociology*, vol. 49, no. 2, (1998) pp. 167-192.
- Goodin, Robert, y Klingeman, Hans-Dveter (compiladores), *A New Handbook of Political Science*. Oxford University Press, 1996.
- Gornev, G.P., "The creativity question in the perspective of autopoietic systems theory". *Kybernetes* 26 (6/7), (1997) 738-750.
- Gottlieb, Benjamin H. (ed.) *Social Networks ans Social Support*. Beverly Hills: Sage, 1979.
- Gottman, J.M., *Time series analysis: a comprehensive introduction for social scientists*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1981
- Gould, Roger, V. "Multiple Networks and Mobilization in the Paris Commune, 1871". *American Sociological Review*, 56, (1991) 716-29.
- Gould, Roger, V. "Collective Action and Network Structure". *American Journal of Sociology*, 58, (1993) 182-96.
- Gould, Roger V. "Trade Cohesion, Class Unity, and Urban Insurrection: Artisinal Activism in the Paris Commune". *American Journal of Sociology*, 98, (1993) 721-54.
- Gould, Stephen Jay *The Mismeasure of Man*. New York, NY: W.W. Norton, 1981.
- Grandmont, Jean-Michel *Temporary Equilibrium: Selected Readings*. New York, NY: Academic Press, 1988.
- Granovetter, Mark "The strength of weak ties". *American Journal of Sociology*, 78, (1973) 1360-80.
- Granovetter, Mark "Network sampling: Some first steps". *American Journal of Sociology*, 81, (1976) 1287-1303.
- Granovetter, M. "Thereshold models of collective behavior". *American Journal of Sociology*, 83, (1978) 1420-1443.
- Granovetter, Mark "The strength of weak ties: A network theory revisited". In Peter V. Marsden and Nan Lin (eds.), *Social Structure and Network Analysis*. Beverly Hills: Sage, 1982, pp. 105-130.
- Granovetter, Mark "Economic action and social structure: the problem of embeddedness". *American Journal of Sociology*, 91, (1985) 481-510.
- Granovetter, Mark *Getting a Job*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.
- Grathoff, R. (ed.) *The Theory of Social Action: The Correspondence of Alfred Schütz and Talcott Parsons*. Bloomington and London: Indiana University Press, 1978.
- Graybill, F.A., *Introduction to matrices with applications in statistics*, Belmont, Nadsworth, 1979
- Green, P.E. ; Carroll, J.D., *Mathematical tools for applied multivariate analysis*, New York, Academic Press, 1976
- Green, D.P., Shapiro, I. *Pathologies of Rational Choice Theory. A Critique of Applications in Political Science*. New Haven & London: Yale University Press, 1994.
- Greenstein, Fred, I., y Polbsy, Nelson, W. (compiladores) *Handbook of Political Science*. Reading: Addison-Wesley Colorado, 1975.
- Greenwood, E., *Sociología experimental*, Mexico, F.C.E., 1951
- Greer, S., *The logic of social inquiry*, Chicago, Aldine, 1970
- Greven, M. T., "Zur Konstitutionsproblematik Politischer Theorie am Beispiel der Kybernetischen Systemtheorie". *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 26(1), (1974) 70-90.
- Gremy, J.P., *La simulation sur ordinateur des phenomènes sociaux*, Paris, ISHA, 1970
- Griliches, Zvi and Intriligator, Michael D., eds. *Handbook of Econometrics*. New York, NY: Elsevier Science, 1983, 2 Vols.
- Grinker, R. R. (ed.), *Toward a Unified Theory of Human Behavior: An Introduction to General Systems Theory*. (2nd ed.). New York, Basic Books, 1967.

- Grofman, B., S.L. Feld & G. Owen, "Evaluating the Competence of Experts, Pooling Individual Judgements into a Collective Choice, and Delegating Decision Responsibility to Subgroups". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 221-238.
- Gross, B.M., "The Coming General System Model of Social Systems". *Human Relations* 20, (1967) 357-374.
- Gross, Llewellyn (ed.) *Symposium on Sociological Theory*. New York, Row – Peterson, 1959.
- Gross, Maurice *Mathematical Models in Linguistics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1972.
- Guetzkow H. *Simulation in social science: readings*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, 1962.
- van Gunsteren, H., *The Quest for Control*. London, Wiley, 1976.
- Gutman, H. G. *Slavery and the Numbers Game: A Critique of "Time on the Cross"*. Urbana: University of Illinois Press, 1975.
- Guttman, Louis ““What is Not What” in theory construction”. In Robert M. Hauser, David Mechanic, Archibald O. Haller and Taissa S. Hauser (eds.), *Social Structure and Behavior*. New York: Academic Press, 1982, pp. 331-348.
- Gutzmann, G. & W. Loh, “Formalistische Kritik an Kybernetischer Sozialwissenschaft; Oder wie M.T. Greven die Voraussetzungen seiner Kritik mit seinem kritisierten Gegenstand teilt”. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 27 (2), (1975) 318-326.
- Habermas, J. *Theorie des Kommunikativen Handelns. 2 vols.* Frankfurt: Suhrkamp, 1981.
- Habermas, J. & N. Luhmann, *Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie - Was leistet die Systemforschung?* Frankfurt am Main, Suhrkamp, 1971.
- Haberstroh, C. J., “Control as an Organizational Process”. *Management Science* 6, (1960) 165-171
- Hage, J., *Communication and Organizational Control: Cybernetics in Health and Welfare Settings*. New York, Wiley, 1974.
- Hage, P. and Harary F. “Mediation and power in Melanesia”. *Oceania*, 52, (1981) 124-135.
- Hage, Per and Frank Harary *Structural models in anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Haggerty, T. R., *Beer's Cybernetic Viable System Model: A Test of its Application in Selected Secondary Schools*. Ph.D.-thesis, State University of New York at Buffalo, 1988.
- Hakim, C., *Secondary analysis in social research*, London, Allen and Unwin, 1982
- Halaby, & Charles, N. “Action and Information in the Job Mobility Process: The Search Decision”. *American Sociological Review*, 53, (1988) 9-25.
- Halfpenny, P. *Positivism and Sociology: Explaining Social Life*. London: Allyn and Unwin, 1982.
- Hall, John A. “They do things differently there, or, the contribution of british historical sociology”. *British Journal of Sociology*, vol. 40, nr. 4, (1989) s. 544-564.
- Haller, Max “The challenge for comparative sociology in the transformation of Europe”. *International Sociology*, vol. 5, nr. 2, (1990) s. 183-204.
- Halliday, Terence C., y Janowitz, Morris (compiladores) *Sociology and its Publics. The Forms and Fates of Disciplinary Organization*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
- Halliday, Terence C. "Introduction: Sociology's Fragile Professionalism", en Halliday and Janowitz, *Sociology and its Publics. The Forms and Fates of Disciplinary Organization*. Chicago: University of Chicago Press, 1992, págs. 3-42.
- Hallinan, M.T. *The Structure of Positive Sentiment*. Amsterdam: Elsevier, 1974.
- Halsey, A. H. “Sociology as political arithmetic (the glass memorial lecture)”. *British Journal of Sociology*, vol. 45, nr. 3, (1994) s. 427 ff.
- Hamblin, P.L., Jacobsen, R.B., Miller, J.L.L. *A Mathematical Theory of Social Change*. New York: Wiley, 1973.

- Handa, J. "Risk, Probabilities, and a new theory of cardinal utility". *Journal of Political Economy*, 85, (1977) 97-122.
- Hanken, A.F.G., *Cybernetics and Society: An Analysis of Social Systems*. Tunbridge Wells, Abacus, 1981.
- Hannan, M.T., Freeman, J. "The population ecology of organizations". *Am. J. Sociol.*, 82, (1977) 929-64.
- Hannan, M.T. and Tuma, N.B. "Methods for temporal analysis". *Annual Review of Sociology*, Volume 5, (1979).
- Hanneman, R. A., *Computer-assisted Theory Building: Modeling Dynamic Social Systems*. Newbury Park CA., Sage, 1988.
- Hand, D.J., *Discrimination and classification*, London, Wiley, 1981
- Hammond, P.E., *Sociologists at work*, New York, Basic Books, 1964
- Handson, N.R., *Patterns of discovery*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1965
- Harary, Frank "On the notion of balance of a signed graph". *Michigan Mathematical Journal*, 2, (1954) 143-146.
- Harary, Frank "On local balance and N-balance in signed graphs". *Michigan Mathematical Journal*, 3, (1955) 37-41.
- Harary, Frank *Graph Theory*. Reading, MA: Addison Wesley, 1969.
- Harary, Frank "Demiarcs: An atomistic approach to relational systems and group dynamics". *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 1, (1971) 195-205.
- Harary, F. and Kabell, J.A. "A simple algorithm to detect balance in signed graphs". *Mathematical Social Science*, 1, (1980) 131-136.
- Harary, F. and Norman, R.Z. *Graph Theory as a Mathematical Model In Social Science*. Ann Arbor, MI: University of Michigan, 1953.
- Harary, F., Norman, R.Z., Cartwright, D. *Structural models: an introduction to the theory of directed graphs*. New York: Wiley, 1965.
- Harary, Frank and Helene J. Kummel "Matrix measures for transitivity and balance". *Journal of Mathematical Sociology*, Vol 6, (1979) 199-210.
- Harary, R., Ross, I. "A procedure for clique detection using the group matrix". *Sociometry*, 20, (1957) 205-15.
- Harbordt, S., *Computersimulation in den Sozialwissenschaften*. Rororo, Reinbek bei Hamburg, 1974.
- Hardin, G., "The Cybernetics of Competition: A Biologist's View of Society". *Perspectives in Biology and Medicine* 7, (1963) 61-84.
- Harre, H., *The explanation of social behavior*, Oxford, Blackwell, 1973
- Harris, M., *Problems in measuring change*, Wisconsin, U. Wisconsin Press, 1963
- Hartigan, J.A., *Clustering algorithms*, New York, Wiley, 1975
- Hayes, A.C. "A semi-formal explication of Talcott Parsons' Theory of Action". *Sociological Inquiry*, 50, (1980) 39-56.
- Hayes, A.C. "Structure and creativity: The use of transformational-generative models in action theory". *Sociological Inquiry*, 51, (1981) 219-239.
- Hayes, A.C. *The presuppositions of sociological theorizing*. Paper presented to the Annual Meetings of the American Sociological Association, Detroit, September 1983, (n.d.).
- Hayes, Patrick *Mathematical methods in the social and managerial sciences*. New York: Wiley, 1975.
- Harré, R. and Secord, P. *The Explanation of Social Behavior*. Totowa, NJ: Littlefield, 1973.
- Harsanyi, J.C. *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*. New York: Cambridge University Press, 1977.
- Heath, A. *Rational Choice and Social Exchange*. New York: Cambridge University Press, 1976.

- Heckathorn, Douglas D. "A paradigm for bargaining and a test of two bargaining models". *Behavioral Science*, 23, (1978) 73-85.
- Heckathorn, D.D. "A unified model for bargaining and conflict". *Behavioral Science*, 25, (1980) 261-284.
- Heckathorn, D.D. "Formal Historical analysis: Quantitative and nonquantitative approaches". *Social Science Journal*, 20, (1983a) 1-16.
- Heckathorn, D.D. "Extensions of power-dependence theory: The concept of resistance". *Social Forces*, 61, (1983b) 1206-1231.
- Heckathorn, D.D. "Valid and invalid interpersonal comparisons. Reply to Emerson, Cook, Gillmore, and Yamagishi". *Social Forces*, 61, (1983c) 1248-1259.
- Heckathorn, D. "Mathematical theory construction in sociology: Problems and prospects". *Journal of Mathematical Sociology*, 10, (1984) 295-323.
- Heckathorn, D.D. "A formal theory of social exchange". *Current Perspectives in Social Theory*. Vol. 5, (in press a).
- Heckathorn, D.D. *Power and trust in social exchange. Advances in Group Process: Theory and Research*. Vol. 2. Greenwich, CN: Jai Press, (in press b).
- Hedstrom, P. *Structures of Inequality: A Study of Stratification within Work Organizations*. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1988.
- Hedstrom, P. "Organizational Differentiation and earnings Dispersion". *American Journal of Sociology*, 97, (1991) 96-113.
- Hedstrom, P., Swedberg, R. "Social Mechanisms". *Acta Sociologica*, 39, (1996) 281-308.
- Heider, F. "Attitudes and cognitive organization". *Journal of Psychology*, 21, (1946) 107-112.
- Heider, Fritz "On balance and attribution", in Holland, P. and S. Leinhardt *Perspectives on Social Network research*. New York: Academic Press, 1979, pp: 11-24.
- Heil, G.H. and White, H.C. "An algorithm for finding simultaneous homomorphic correspondences between graphs and their image graphs". *Behavioral Science*, 21, (1976) 26-35.
- Heims, S. J. *The Cybernetics Group*. Cambridge MA., MIT Press, 1991.
- Heise, D.R. *Causal Analysis*. New York: Wiley, 1975.
- Heise, D.R. *Understanding Events: Affect and the Construction of Social Action*. New York: Cambridge University Press, 1979.
- Heise, David R. "Computer assistance in qualitative sociology". *Social Science Computer Review*, vol. 10, nr. 4, (1992) s. 531-543.
- Hejl, P. M., *Sozialwissenschaft als Theorie selbstreferentieller Systeme*. Frankfurt, Campus, 1982.
- Helbing, Dirk "A mathematical model for behavioral changes by pair interactions and its relation to game theorie". *Angewandte Sozialforschung*, jg. 18, 1993/94, nr. 3, (1994) s. 117 ff.
- Helbing, D. & W. Weidlich, "Quantitative Soziodynamik: Gegenstand, Methodik, Ergebnisse und Perspektiven". *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozial-Psychologie* 47 (1), (1995) 114-140.
- Hellevik, O., *Introduction to causal analysis: exploring survey data by crossstabulation*, London, Allen and Unwin, 1984
- Hempel, C. G. "Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science". *International Encyclopedia of Unified Science*, vol. 2, n° 7, (1952).
- Hempel, C.G., *La explicación científica*, Buenos Aires, Paidos, 1979
- Henderson, James M. and Quant, Richard E. *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. New York: McGraw Hill, 1958.
- Henry, N.W. McGinnis, R., Tegtmeyer, H. W. "A finite model of mobility". *J. Math. Sociol.*, 1(1971) 107-18.

- Henshel, R. L., "Disciplinary prestige and the accuracy of social predictions as a deviation-amplifying feedback". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 143-158.
- Henshel, R. L., "The boundary of the self-fulfilling prophecy and the dilemma of social prediction". *The British Journal of Sociology* 33(4), (1982) 511-528.
- Henshel, R. L., "Credibility and confidence loops in social prediction". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 31-58.
- Henshel, R.L., "Hypothesis testing for positive feedback models: some uses of a modified Poisson distribution for loops involving the self-fulfilling prophecy". *Kybernetes*, 26(6/7), (1997) 769-786.
- Herndon, James F. (ed); Bernd Joseph L. (ed) *Mathematical applications in political science*. Charlottesville: The University Press of Virginia, 1971.
- Hernes, G. "The process of entry into first marriage". *Am. Sociol. Rev.*, 37, (1972) 173-82.
- Heylighen, F., E. Rosseel & F. Demeyre (eds.), *Self-steering and Cognition in Complex Systems; Toward a New Cybernetics*. New York, Gordon and Breach, 1990.
- Heyse, D.R., *Causal analysis*, New York, Wiley, 1975
- Hindess, B., *The use of official statistics in sociology*, London, Mc Millan, 1973
- Hindess, B., *Philosophy and methodology in the social sciences*, Harvester, Hassocks, 1977
- Hinkle, R.C. ; Hinkle G.J., *The development of modern sociology*, New York, Random House, 1954
- Hinrichsen, D., "Some theses concerning the application of mathematical system theory in the social sciences". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 386-400.
- Hintikka, J. *Models for Modalities*. Dordrecht: Reidel, 1969.
- Hirsch, M.W. and Smale, S. *Differential Equations, Dynamical Systems, and Linear Algebra*. New York: Academic Press, 1974.
- Hirsig, R., *Menschliches Konformitätsverhalten - am Computer simuliert*. Basel, Birkhäuser, 1974.
- Hirsig, R., "System identification in behavioural science". *Kybernetes* 3, (1974).
- Hirsig, R., "Simulation of human conformity behavior by means of a dynamic process model". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 97-110.
- Hirsig, R., "Control analysis in behavioural science". *Kybernetes* 6(4), (1977) 257-264.
- Hirsig, R & J. von Burg, "Interactive Computer Games: A New Psychodiagnostic Instrument". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 173-179.
- Hirsig, R., S. Rauber, C. Marchand, U. Mattle, "Interactive computer games: an instrument in experimental psychological research". In Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 143-153.
- Hobbes, Thomas *Leviathan*. Oxford: Carendon Press, 1901 [1651].
- Hofstadter, D.R. *Godel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*. New York: Vintage, 1979.
- Hoivik, Tord and Nils Petter Gleditsch "Structural parameters of graphs: A theoretical investigation", in Blalock et al. (eds.) *Quantitative Sociology*. New York: Academic Press, 1975.
- Holland, Janet *Mathematical sociology. A selective annotated bibliography*. O.O.: O. Verl. 1969.
- Holland, Paul W., Laskey, Kathryn Blackmond and Leinhardt, Samuel "Stochastic blockmodels: First steps". *Social Networks*, 5, (1983) 109-137.
- Holland, P.W., Leinhardt, S. "A method for detecting structure in sociometric data". *Am. J. Sociol.*, 76, (1970) 492-513.

- Holland, Paul W. and Leinhardt, Samuel "Transitivity in structural models of small groups". *Comparative Group Studies*, 2, (1971) 107-124.
- Holland, P.W. and Leinhardt, S. "The structural implications of measurement error in sociometry". *Journal of Mathematical Sociology*, 3, (1973) 1-27.
- Holland, Paul W. and Samuel Leinhardt "Local structure in social networks", in David Heise (ed.) *Sociological Methodology*, San Francisco: Josey-Bass, 1976, pp. 1-45.
- Holland, Paul W. and Samuel Leinhardt "A dynamic model for social networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 5, (1977) 5-20.
- Holland, P.W. and Leinhardt, S. "An omnibus test for social structure using triads". *Sociological Methods and Research*, 7, (1978) 227-256.
- Holland, Paul W. and Samuel Leinhardt (eds.) *Perspectives on social network research*. New York: Academic Press, 1979.
- Holland, P.W. and Leinhardt, S. "An exponential family of probability distributions for directed graphs". *Journal of the American Statistical Association*, 76, (1981) 33-65.
- Holland and Steuer *Mathematical sociology: a selective annotated bibliography*. New York: schocken, 1970.
- Hollander, Paul (hg) *American and soviet society. a reader in comparative sociology and perception*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1969.
- Homans, G.C. *The Human Group*. New York: Harcourt, Brace and World, 1950.
- Homans, G.C., *The nature of social science*, New York, Harcourt Brece, 1967
- Homans, George "Commentary". In H. Turk and R. Simpson (eds.), *Institutions and Social Exchange*. Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1971.
- Homans, G.C. *Social Behavior: Its Elementary Forms*. Second revised ed. New York: Harcourt, Brace and World, 1974.
- Hoos, I. R., *Systems Analysis in Public Policy*. Berkeley, University of California Press, 1972.
- Hornung, B.R., "Qualitative Systems Analysis as a Tool for Development Studies; With Case Studies About Peru and Mexico". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 187-219.
- Hornung, B. R., *Grundlagen einer problemfunktionalistischen Systemtheorie gesellschaftlicher Entwicklung. Sozialwissenschaftliche Theoriekonstruktion mit qualitativen, computergestützten Verfahren*. Frankfurt am Main, Peter Lang, 1988.
- Hornung, B., "The construction of knowledge based systems for the analysis of development problems in health care systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA, Intersystems, 1990, 115-141.
- Hornung, B.R. & F.T. Adilova, "Conceptual modelling for technology assessment of IT systems - smart cards and health information systems". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 787-800.
- Horst, P., *Matrix algebra for social scientists*, New York, Rinehart, 1965
- Horts, P., *Factor analysis of data matrices*, New York, Rinehart, 1965
- House, James S. *Work Stress and Social Support*. Reading, MA: Addison –Wesley, 1981.
- Howard, Leslie "Work and community in industrializing India", in Wellman and Berkowitz (Eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 185-197.
- Howell, Nancy "Understanding simple social structure: Kinship units and ties", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 62-82.
- Howley, Amos H. "The logic of macrosociology". In: Blake, Judith ; Hagan, John (eds.): *Annual Review of Sociology*, vol. 18., (1992) s. 1ff
- Hubbell, Charles H. "An input-output approach to clique identification". *Sociometry*, 28, (1965) 377-399.

- Hubert, L.J. and Baker, F.B. "Evaluating the conformity of sociometric measurements". *Psychometrika*, 43, (1978) 31-41.
- Hubert, L.J. and Schultz, J.V. "Quadratic assignment as a general data analysis strategy". *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 29, (1976) 190-241.
- Huber, P.J., *Robust statistic*, New York, Wiley, 1981
- Huckfeldt, R.R., Kohfeld, C.W., Likens, T.W. *Dynamic modeling. An introduction*, Beverly Hills, Sage, 1983
- Hudson, H.C., *Classifying social data*, San Francisco, Jossey Bass, 1982
- Hughes, J.A., *Sociological analysis: methods of discovery*, London, Nelson, 1976
- Hummon, N.P. "A mathematical theory of differentiation in organizations". *Am. Sociol. Rev.*, 36, (1971) 297-303.
- Hummon, N.P., Doreian, P., Teuter, K. "A structural model of organizational change". *Am. Sociol. Rev.*, 40, (1975) 813-24.
- Hummon, N.P.; Fararo, T.J. "Actors and Networks as Objects". *Social Networks*, Vol.12, No,4, (1990) 1-26 pp.
- Hunter, John "Dynamic sociometry". *Journal of Mathematical Sociology*, 6, (1978) 87-138.
- Hyman, H.H., *Secondary analysis of sample surveys. Principles, procedures and Potentialities*, New York, Wiley, 1972
- Ibañez, J., *Del algoritmo al sujeto*, Madrid, Siglo XXI, 1985
- Ibañez, Jesús (1994). *El regreso del sujeto: la investigación social de segundo orden*. Madrid. Siglo XXI. 1994
- Imbert, Michel "The Cognitive Neurosciences", *International Social Science Journal*, 115, febrero (1988), págs. 73-84.
- Ingrao, Bruna and Israel, Giorgio *The Invisible Hand: Economic Equilibrium in the History of Science*. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.
- Jacob, H., *Using publishes data. Errors and remedies*, Beverly Hills, Sage, 1985
- Jacobsen, C. & R. Bronson, "Computer simulations and empirical testing of sociological theory". *Sociological Methods and Research* 23(4), (1995) 479-506.
- Jain, V., "Structural Analyses of General Systems Theory". *Behavioral Science*, Vol. 26, (1981), pp. 51-62.
- James, L.R., *Causal analysis: assumptions, models and data*, Beverly Hills, Sage, 1982
- Jenkins, G.M., *Practical experience with modeling and forecasting time series*, Gwilyn, Jenkins & Patterns, 1979
- Johannessen, J.-A., "Systemics applied to the study of organizational fields; developing a systemic research strategy". *Kybernetes* 25(1), (1996) 33-50.
- Johannessen, J.-A., "Aspects of causal processes in social systems. Discussions of methodology". *Kybernetes* 26(1), (1997) 30-51.
- Johannessen, J.-A., & Hauan, A., "Organizational cybernetics; The ecology of change in a Norwegian shipyard". *Kybernetes* 23(8), (1994) 11-26.
- James, D.E. and Throsby, C.D. *Introduction to Quantitative Methods in Economics*. New York, NY: John Wiley, 1974.
- Janowitz, Klaus "Unplugged Sociology". Alemann, H. Von; Vogel, A. (hrsg.): *Soziologische Beratung*. Opladen: Leske + Budrich, (1996) s. 313 ff.
- Johnsen, E.C. and McCann, H.G. "Acyclic triplets and social structure in complete signed digraphs". *Social Networks*, 3, (1982) 252-272.
- Jones, B. J. & J. G. Miller, "Alteration of information in channels: a cross-level analysis". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 85-93.

- Jutila, S.T., "Social Development as a Reflection of the Evolution and Use of Human Resources". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 35-58.
- Kade, G. & R. Hujer (Hrsg.), *Sozial-Kybernetik*. Düsseldorf, Econ, 1974.
- Kadushin, Charles "Power, influence and social circles: A new methodology for studying opinion makers". *American Sociological Review*, 33, (1968) 685-698.
- Kadushin, Charles "Social density and mental health". In Peter V. Marsden and Nan Lin (eds.), *Social Structure and Network Analysis*. Beverly Hills: Sage, 1982, pp. 147-158.
- Kandel, Denise "Homophily, selection, and socialization in adolescent friendships". *American Journal of Sociology*, 84, (1978) 427-436.
- Kanter, Rosabeth M. *Men and Women of the Corporation*. New York: Basic Books, 1977.
- Kaplowitz, S.A., Fink, E.L. and Bauer, C.L. "A dynamic model of the effect of discrepant information on unidimensional attitude change". *Behavioral Science*, 28, (1983) 233-250.
- Karlberg, M "Testing transitivity in graphs". *Social Networks*, Vol. 12, No, 4, (1990) 325-343 pp.
- Karlsson, G. *Social Mechanisms: Studies in Sociological Theory*. Glencoe, Ill: Free Press, 1958.
- Katz, D. & R.L. Kahn, "Common Characteristics of Open Systems". In: Emery, *Systems Thinking*. Harmondsworth, Penguin Books, 1969, 86-104.
- Kay, Paul (ed.) *Explorations in mathematical anthropology*. Cambridge: The M.I.T.-Press, 1971.
- Katzner, D.W., *Analysis without measurement*, Cambridge, U. Cambridge Prees, 1983
- Keats, R. and Urry, J. *Social Theory as Science*. Second ed. London: Routledge and Kegan Paul, 1982.
- Kefalas, A.G. & Smith, A.W., "State goal groups and private enterprise: A conceptual framework". *Kybernetes* 11(1), (1982) 27-38.
- Kemeny, J.G., Snell, J.L. *Finite Markov Chains*. New York: Van Nostrand, 1960.
- Kemeny, John G. and Snell, J. Laurie *Mathematical Models in the Social Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press, 1962.
- Kemeny, J.G., Snell, J.L. and Thompson, G.L. *Introduction to Finite Mathematics*. Second ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1966.
- Kempf, Wilhelm F. (ed); Repp, Bruno H. (ed) *Mathematical models for social psychology*. Bern: Huber, 1977.
- Kendall, Particia L. *The varied sociology of Paul F. Lazarsfeld*. New York: Columbia University Press, 1982.
- Kendall, P. and Lazarsfeld, P.F. "Problems of survey analysis". In R.K. Merton and P.F. Lazarsfeld (eds.), *Continuities in Social Research*. New York : Free Press, 1950.
- Kenkel, William F. *Society in Action*. Second Edition. New York: Harper and Row, 1980.
- Kennedy, Peter *A Guide to Econometrics*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985, (second edition).
- Khoury, Sarkis J. and Parsons, Torrence D. *Mathematical Methods in Finance and Economics*. New York, NY: Elsevier Science, 1981.
- Kickert, W. J.M., *Organisation of Decision-Making: A Systems-theoretical Approach*. Amsterdam, North Holland, 1979.
- Kiecolt, K.J. ; Nathan, L.E., *Secondary analysis of survey data*, Beverly Hills, Sage, 1985
- Kiel, L.D., "The nonlinear paradigm: Advancing paradigmatic progress in the policy sciences". *Systems Research* 9(2), (1992) 27-42.
- Kijima, M. *Markov processes for stochastic modeling* London, Chapman & Hall, 1997
- Killworth, P. and Bernard, H.R. "Catij: A new sociometric and its application to a prison living unit". *Human Organization*, 33, (1974) 335-350.
- Killworth, P. and Bernard, H.R. "A model of human group dynamics". *Social Science Research*, 5, (1976a) 173-224.

- Killworth, P. and Bernard, H.R. "Informant accuracy in social network data". *Human Organization*, 35, (1976b) 269-286.
- Killworth, P. and Bernard, H.R. "The reverse small-world experiment". *Social Networks*, 1, (1978) 159-192.
- Killworth, P. and Bernard, H.R. "Informant accuracy in social network data III: A comparison of triadic structures in behavioral and cognitive data". *Social Networks*, 2, (1979) 19-46.
- Kim, Ki Hang and Roush, Fred W. *Mathematics for Social Scientists*. New York, NY: Elsevier Science, 1980.
- Kim, Ki Hang and Roush, Fred W. *Introduction to Mathematical Consensus Theory*. New York, NY: Marcel Dekker, 1980.
- Kimpton, Lawrence A. "The Social Science Today", en L. White (compilador), *The State of the Social Sciences*, Chicago: Chicago University Press, 1956.
- Klabbers, J.H.G., "General system theory and social systems; a methodology for the social sciences". *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie* 30, (1975) 493-514.
- Klabbers, J.H.G. (1979), The process of model building and analysis of social systems. In: Progress in cybernetics and systems research, Vol. 4. Hemisphere, Washington DC.
- Klabbers, J. H.G., "Improvement of (self-)steering through support systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 64-88.
- Klapp, O. E., "Opening and Closing in Open Systems". *Behavioral Science* 20(4), (1975) 251-257.
- Klein, Ervin *Mathematical Methods in Theoretical Economics: Topological and Vector Space Foundations of Equilibrium Analysis*. New York, NY: Academic Press, 1973.
- Klir, G. J., (ed.), *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978.
- Knoke, David and Rogers, David L. "A blockmodel analysis of interorganizational relations". *Sociology and Social Research*, 64, (1979) 28-52.
- Knoke, David and Ronald S. Burt "Prominence", Chapter 10 in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Knoke, D. and J. H. Kuklinski *Network analysis*. Beverly Hills: Sage, 1981.
- Kohn, Melvin L. (ed) *Cross-national research in sociology*. Newbury Park/London/New Delhi: Sage Publications, 1989.
- Korm, F., *Conceptos y variables en la investigación social*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1969
- Kosaka, K. *Models of images of stratification. Research report. Department of Sociology*. Osaka, Japan: St. Andrew's University, 1984.
- Krackhardt, D. *A social network analysis of the effects of employee turnover: A longitudinal field study*. Ph.D. Dissertation, University of California, Irvine, 1984.
- Krackhardt, David *Graph theoretical dimensions of informal organizations*. Washington, D.C. presented at the Academy of Management meetings, 1989.
- Kraus, S. & D. Lehmann, "Knowledge Acquisition in Negotiation Games". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 163-172.
- Krausz, Ernest *Sociology in Britain. A survey of research*. London: Batsford Limited, 1969.
- Kreckel, Reinhart "Sociology in east german universities: decomposition and reconstruction". *Soziologie*, Special Edition 3, (1994) s. 240 ff.
- Kressley, K. M., "Societal Closure and International Mass Communications: Testing the Deutsch Hypothesis". *Journal of Politics* 39(2), (1977) 464-471.
- Kripke, Saul "Outline of a theory of truth". *The Journal of Philosophy*, 72, (1975) 690-716.
- Krippendorff, K. (ed.), *Communication and Control in Society*. New York, Gordon and Breach, 1979.

- Krippendorff, K., "Reconstructing (some) Communication Research Methods". In: Steier, *Research and Reflexivity*. London, Sage, 1991, 115-142.
- Krippendorff, K., "A second-order cybernetics of otherness". *Systems Research* 13(3), (1996) 311-328.
- Krishnan, P. Ed. *Mathematical Models of Sociology. Sociol. Rev. Monograph 24*. Staffordshire: England, Keele Univ. Press, 1977.
- Kruskal, Joseph B. and Wish, Myron *Multidimensional Scaling*. Beverly Hills: Sage, 1978.
- Kruskal, William (ed.) *Mathematical sciences and social sciences*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1970.
- Kuhn, A., *Unified Social Science: A System-based Introduction*. Homewood Ill, The Dorsey-Press, 1975.
- Kuhn, A., *The Logic of Social Systems*. San Francisco, Jossey-Bass, 1976.
- Kuhn, T.S., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, F.C.E., 1975
- Kuhn, T.S., *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, Madrid, Tecnos, 1978
- Kuper, Adam y Kuper, J. *The social science encyclopedia*. Routledge, London, 1996.
- Kwakernaak, H., "Stochastic System and Control Theory". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 24-55.
- Lachenmeyer, C.W., *El lenguaje de la sociología*, Barcelona, Labor, 1976
- Lambert, Richard D. "Blurring the Disciplinary Boundaries: Area Studies in the United States", en Easton, D. y Schelling, C.S. (compiladores), *Divided Knowledge Across Disciplines and Across Cultures*. Newbury Park, California, Sage, 1991.
- Lamo de Espinosa, E. *Juicios de valor y ciencia social; una crítica interna del avalorismo*, Valencia, Fernando Torres, 1975
- Lamo de Espinosa, E. *La sociedad reflexiva*, Madrid, CIS, 1990.
- Land, K.C. "Mathematical formalization of Durkheim's theory of division of labor". In E. Borgatta and G. Bohrnstedt (eds.), *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1970.
- Land, K. C. "Some exhaustible Poisson process models of divorce by marriage cohort". *J. Math. Sociol.*, 1, (1971) 213-32.
- Land, K.C. "Comparative statics in sociology: including a mathematical theory of growth and differentiation in organizations". En Blalock, H.M. et al *Quantitative Sociology, International Perspectives on Mathematical and Statistical Modeling*. New York: Academic, 1975.
- Land, Kenneth C. (ed.); Rogers, Andrei (ed.) *Multidimensional mathematical demography*. New York: Academic Press, 1982.
- Land, K.C., Spilerman, S., (eds.) *Social Indicator Models*, New York: Russell Sage, 1975.
- Landau, H.G. "On dominance relations and the structure of animal societies: 1. Effect of inherent characteristics". *Bull. Math. Biophys.*, 13, (1951) 1-19.
- Langman, L., "Differentiation, Development and Mobilization: a Systems View of Mexico's Rural Political Economy". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 115-134.
- Langman, L., "Family and social systems: A cybernetic approach". *Kybernetes* 13 (3), (1984) 185-193.
- Langman, L., "The family: a 'sociocybernetic' approach to theory and policy". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 26-43.
- Lankford, Philip M. "Comparative analysis on clique identification methods". *Sociometry*, 37, (1974) 287-305.
- Laponce, Jean "Political Science: an Import-Export Analysis of Journals and Footnotes", *Political Studies*, 3, (1980) págs. 401-419.

- Laszlo, E., "Uses and limitations of the cybernetic modeling of social systems". In: Krippendorff, *Communication and Control in Society*. New York, Gordon and Breach, 1979, 249-260.
- Laszlo, E., "Cybernetics in an evolving social system". *Kybernetes* 13(3), (1984) 141-145.
- Laszlo, E., "Systems and societies: the basic cybernetics of social evolution". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 145-171.
- Laszlo, E; Laszlo, A "The contribution of the systems sciences to the humanities". *Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 14, No. 1, (1996) Pg. 5-19.
- Lave, C.A., March, J.G. *An introduction to Models in the Social Sciences*. New York: Free Pres, 1975.
- Laumann, Edward O. *Bonds of Pluralism: The Form and Substance of Urban Social Networks*. New York: Wiley, 1973.
- Laumann, Edward O. "Network analysis in large social systems: Some theoretical and methodological problems". In Paul W. Holland and Samuel Leinhardt (eds.), *Perspectives on Social Network Research*. New York: Academic Press, 1979, pp. 379-423.
- Laumann, Edward O. and Marsden, Peter V. "The analysis of oppositional structures in political elites: Identifying collective actors". *American Sociological Review*, 44, (1979) 713-732.
- Laumann, Edward O. and Peter V. Marsden "Microstructural analysis in interorganizational systems". *Social Networks*, 4, (1982) 329-48.
- Laumann, Edward O., Peter V. Marsden, and Joseph Galaskiewicz "Community-elite Influence Structures: Extension and Replication of a Network Approach". *American Journal of Sociology*, 83, (1977) 594-631.
- Laumann, Edward O., Peter V. Marsden and David Prensky "The boundary specification problem in network analysis", in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983, pp. 18-34.
- Laumann, Edward O. and Pappi, Franz U. *Networks of Collective Action*. New York: Academic Press, 1976.
- Laumann, Edward O., et al. *The Social Organization of Sexuality: Sexual Practices in the United States*. Chicago: University of Chicago Press, 1994.
- Lazarsfeld, P.F., ed. *Mathematical Thinking in the Social Sciences*. New York: Free Press, 1954.
- Lazarsfeld P.F. "A conceptual introduction to latent Structure Analysis", en Lazarsfeld (ed.) *Mathematical thinking in the social sciences*. New York. Free Press, 1954.
- Lazarsfeld, P.F., Henry, N.W. *Latent Structure Analysis*. Boston: Houghton Mifflin, 1968.
- Lazarsfeld P.F. y Henry N.W. *Readings in mathematical social science*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1968.
- Lazarsfeld, Paul F. and Menzel, Herbert "On the relation between individual and collective properties". In Amitai Etzioni and Edward W. Lehman (eds.), *A Sociological reader on Complex Organizations*, Third Edition. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1980, pp. 508-521.
- Lazarsfeld, P.F. and Rosenberg, M. (eds.) *The Language of Social Research*. New York: The Free Press, 1955.
- Lazarsfeld, Paul F. (ed.); Sewell, William H. (ed.); Wilensky, Harold L. (ed.) *The uses of sociology*. New York: Basic Books, 1967.
- Lazarsfeld, P.F. ; Pasanella, A.K. ; Rosenberg, M., *Continuities in the language of social research*, New York, Free Prees, 1972
- Lazarsfeld, P.F. ; Reitz, J.G., *An introduction to applied sociology*, New York, Elsevier, 1975
- Lee, K.W., "A study of the breakdown of the state socialist system: a systems approach". *Systems Research and Behavioral Science* 14(6), (1997) 393-398.
- Lee, Raymond M. "Problems in field research". *Teaching Sociology*, vol. 15, no. 2, (1987) s. 151.
- Lee, W. *Decision Theory and Human Behavior*. New York: Wiley, 1971.

- Lehman, F.K. and Witz, K. "Prolegomena to a formal theory of kinship". IN P. Balanoff (ed.), *Genealogical Mathematics*. Paris: Mouton, 1974.
- Lehmann, E.L., *Testing statistical hypotheses*, New York, Wiley, 1959
- Leik, Robert K. *Methods, logic and research of sociology*. New York: Bobbs-Merrill, 1972.
- Leik, Robert K., Meeker,B.F. "Graphs, matrices, and structural balance", in Leik and Meeker, *Mathematical Sociology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975, pp. 53-73.
- Leik, R.K., Meeker, B.F. *Mathematical Sociology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1975.
- Leinhardt, Samuel (ed.) *Social networks: A developing paradigm*. New York: Academic Press, 1977.
- Lemaine, G.; Macleod, R.; Mulkey, M., y Weigast, P. (compiladores) *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, Paris: Mouton, 1976.
- Lenski, Gerhard E. "American social classes: Statistical strata or social groups?" *American Journal of Sociology*, 58, (1952) 139-144.
- Lenzer, G. (ed.) *Auguste Comte and Positivism: The Essential Writings*. New York: Harper and Row, 1975.
- Leonard, A., "Modelling Response to Catastrophe Using Beer's VSM: Viability for Effective Action". *Kybernetes* 22(6), (1993) 77-90.
- Leontief, W. *Input-Output Economics*. New York, NY: Oxford University Press, 1966.
- Lerner, Daniel, (ed.) *Quantity and Quality, Hayden Colloquium on Scientific Method and Concept*. The Free Press, Glencoe, Illinois, 1961.
- Lerner, Daniel and Lasswell, Harold D. (eds) *The Policy Sciences, Recent Developments en Scope and Method*. Stanford University Press, 1951.
- Levine, Joel H. "The sphere of influence". *American Sociological Review*, 37, (1972) 14-27.
- Levine, Joel H. and John Spadaro "Occupational mobility: A structural model", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 452-476.
- Levi-Strauss, c. "The mathematics of man". *International Social Science Bulletin*, 6, (1954) 581-590.
- Lewin, K., "Feedback Problems of Social Diagnosis and Action". In: Buckley, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist: A Sourcebook*. Chicago, Aldine, 1968, 441-444.
- Lidz, V. "Transformational theory and the internal environment of action systems". In K. Knorr-Cetina and A.V. Cicourel (eds.), *Advances in Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro- and Macro-sociologies*. 1981.
- Light, Donald and Keller, Suzanne *Sociology*. Third Edition. New York: Knopf, 1982.
- Lilienfeld, R. ,*The Rise of Systems Theory; An Ideological Analysis*. New York, Wiley, 1978 (esp. ch. 7 "Systems Thinking in the Social Sciences", 196-224).
- Lilienfeld, R., *Teoría de los sistemas. Orígenes y aplicaciones a las ciencias sociales*, México, Trillas, 1984
- Lin, Nan, Ensel, Walter M. and Vaughn, John C. "Social resources and strength of ties: Structural factors in occupational status attainment". *American Sociological Review*, 46, (1981) 393-405.
- Lind, J.D. "The organization of coercion in history: A rationalist-evolutionary theory". In R. Collins (ed.), *Sociological Theory*. San Francisco: Jossey-Bass, 1983.
- Lindenberg, Siegwart "Marginal utility and restraints on gain maximization: The discrimination model of rational, repetitive choice". *Journal of Mathematical Sociology*, 7, (1980) 289-316.
- Lindenberg, Siegwart "Sharing groups: Theory and suggested applications". *Journal of Mathematical Sociology*, 9, (1982) 33-62.
- Lipp, W., "Autopoiesis biologisch, Autopoiesis soziologisch. Wohin führt Luhmann's Paradigma Wechsel?" *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 39, (1987) 452-470.
- Lippett, Ronald, "Kurt Lewin", en *International Encyclopedia of the Social Sciences*, 9, 1968, págs. 266-271.
- Lodge, M., *Magnitude scaling: quantitative measurement of opinions*, Beverly Hills, Sage, 1982

- Loether, H.J. ; Mc Tavish, D.G., *Inferential statistics for sociologist*, Boston, Allyn and Bacon, 1974
- Lorrain, Francoise and Harrison C. White. "The structural equivalence of individuals in social networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 1, (1971) 49-80.
- Lotka, A.J. *Théorie analytique des associations biologiques. Vols. 1, 2.* Paris: Herman, 1934&1939.
- Lotka, Alfred *Elements of Mathematical Biology*. New York: Dover, 1956.
- Loubser, J. et al. (eds.) *Explorations in General Theory in Social Science*. New York: Free Press, 1976.
- Luce, R.D. "Connectivity and generalized cliques in sociometric group structure". *Psychometrika*, 15, (1950) 169-190.
- Luce, R.D., Perry, A.D. "A method of matrix analysis of group structure". *Psychometrika*, 14, (1949) 95-116.
- Luce, R. Duncan and Raiffa, Howard *Games and Decisions*. New York: Wiley and Sons, 1957.
- Luce RD, Bush RR y Galanter E. (eds.) *Handbook of mathematical psychology*. 3 vol. New York. Wiley, 1963.
- Luce RD, Bush RR y Galanter E. (eds.) *Reading in mathematical psychology*. 2 vol. New York. Wiley, 1963.
- Luchins, Abraham S., Luchins, Edith H., *Logical Foundations of Mathematics for Behavioral Scientists*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1965.
- Luckmann,T. (ed.) *Phenomenology and Sociology*. London and New York: Penguin Books, 1978.
- Luhmann, N., "Soziologie als Theorie sozialer Systeme". *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 29, (1967) 615-644.
- Luhmann, N., "Einfache Sozialsysteme". *Zeitschrift für Soziologie* 1(1), (1972) 51-65.
- Luhmann, N., "Systemtheorie, Evolutionstheorie und Kommunikationstheorie". *Sociologische Gids* 3, (1975) 154-168
- Luhmann, N., "Temporalization of complexity". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics: an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 95-111.
- Luhmann, N., *The Differentiation of Society*. New York, Columbia University Press, 1982a.
- Luhmann, N., "The World Society as a Social System". *International Journal of General Systems* 8, (1982b) 131-138;
- Luhmann, Niklas, *Soziale Systeme; Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 1984.
- Luhmann, N., "Society, Meaning, Religion - Based on Self-Reference". *Sociological Analysis* 46, (1985) 5-20.
- Luhmann, N., "The autopoiesis of social systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 172-192.
- Luhmann, Niklas "The representation of society within society". *Current Sociology*, vol. 35, no. 2, (1987) s. 101.
- Luhmann, N., *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt, Suhrkamp, 1992.
- Luhmann, N., "Membership and motives in social systems". *Systems Research* 13(3), (1996) 341-348.
- Luhmann, N., "The control of intransparency". *Systems Research and Behavioral Science* 14(6), (1997) 359-371.
- Lüschen, Günther "25 years of german sociology after world war II: Institutionalization and Theory". *Soziologie*, Special Edition 3, (1994) s. 11 ff.
- Mac Iver, R.M., *Causación social*, México, F.C.E., 1949
- Mc Dowall ; Otros, *Interrumped time series analysis*, Beverly Hills, Sage, 1980
- Madge, J., *The origins of scientific sociology*, New York, Free Press, 1966
- Madge, J., *Métodos de investigación sociológica*, Buenos Aires, Paidos, 1969

- Makarov, V.I. and Rubinov, A.M. *Mathematical Theory of Economic Dynamics and Equilibria*. New York, NY: Springer-Verlag, 1977.
- Maki, Daniel P. and Thompson, Maynard *Mathematical Models and Applications with Emphasis on the Social, Life, and Management Sciences*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1973.
- Mandel, M.J. *Roles and networks: A local approach. A.B. Honors Thesis*. Cambridge, MA: Department of Applied Mathematics, Harvard College, 1978.
- Mandel, Michael J. "Local roles and social networks". *American Sociological Review*, 48, (1983) 376-386.
- Mandel, M.J. and Winship, C. *Roles, positions and networks*. Paper presented at the American Sociological Association Meetings, Boston, MA, 1979.
- Manderscheid, R. W., "Mental health service delivery systems in the United States". *Kybernetes*, 13 (3), (1984) 195-198, also in Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 44-54.
- Mann, M. *Sociology*. London, Macmillan, 1983.
- Mann, P., *Métodos de investigación sociológica*, Madrid, A. del Toro, 1969
- March, James G. And Olsen, Johan P. *Ambiguity and Choice in Organizations*. Bergen, Norway: Universitetsforlaget, 1976.
- Marsden, Peter V. "Models and methods for characterizing the structural parametres of groups". *Social Networks*, 3, (1981) 1-27.
- Marsden, Peter V. "Brokerage behavior in restricted exchange networks". In Peter V. Marsden and Nan Lin (eds.), *Social Structure and Network Analysis*. Beverly Hills: Sage, 1982, pp. 201-218.
- Marsden, Peter "Restricted access in networks and models of power". *American Journal of Sociology*, 88, (1983) 686-716.
- Marsden, Peter V. "Methods for the characterization of role structures in network analyses". Forthcoming in Linton C. Freeman, A. Kimball Romney and Douglas R. White (eds.), *Research Methods in Social Networks Analysis*. Chicago: Nelson-Hall, 1984.
- Marsden, Peter V. and Campbell, Karen E. "Measuring tie strength". *Social Forces*, 63: forthcoming, (1984).
- Marsden, Peter V. and Laumann, Edward O. "The social structure of religious groups: A replication and methodological critique". In Samuel Shye (ed.), *Theory Construction and Data Analysis in the Behavioral Sciences*. San Francisco: Jossey-Bass, 1978, pp. 81-111.
- Marsden, Peter and Nan Lin (eds.) *Social structure and network analysis*. Beverly Hills: Sage, 1982.
- Marsh, Robert M. *Comparative sociology. A codification of cross-societal analysis*. New York: Harcourt, Brace & World, 1967.
- Martel, M.U. "Academencia Praecox: The aims, merits, and scope of Parsons' multisystemic language rebellion (1958-1968)". In H.Turk and R.L. Simpson (eds.), *Institutions and Social Exchange*. Indianapolis and New York: Bobbs-Merrill, 1971.
- Martel, M.U. and Hayes, A.C. "Some new directions for action theory". *Sociological Inquiry*, 49, (1979) 77-82.
- Martindale, D. "Limits to the uses of mathematics in the study of sociology", en Charlesworth J.C. (ed) *Mathematics and the social sciences*. Philadelphia: American academy of Political and Social Sciences, 1963.
- Marwell, Gerald, Pamela Oliver, and Ralph Prahl "Social Networks and Collective Action: A Theory of the Critical Mass. III". *American Journal of Sociology*. 94, (1988) 502-34.
- Marx, Karl "Theses on Feuerbach". In *The German Ideology* (tr. Pascal). New York: International Publishers, 1970 [1846].
- Marx, Karl *Grundrisse* (tr. M. Nicolaus). New York: Vintage Books, 1973 [1857].

- Masani, P.R., "The Cybernetics of Labor". In: Geyer, *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 103-110.
- Masani, P.R., "Homo peccator in public administration". *Kybernetes* 26(2/3), (1997) 334-366.
- Massarik R. "Magic, models, man and the cultures of mathematics". In F. Massarik and P. Ratoosh (eds.), *Mathematical Explorations in Behavioral Science*. Homewood, Ill.: R.D. Irwin and Dorsey Press, 1965.
- Massarik F. y Ratoosh P. (eds.) *Mathematical explorations in behavioral science*. Homewood, Ill: Irwin-Dorsey, 1965.
- Masuch, M., "Steering societies?" *Kybernetes* 13(3), (1984) 133-139.
- Masuch, M., "The planning paradox". In: Geyer & van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 89-99.
- Matalon B. "Mathematiques et causalite en sociologie". *Revue Francaise de sociologie*. Voll viii. (1967) 367-402.
- Mattesich, R., *Instrumental Reasoning and Systems Methodology; An Epistemology of the Applied and Social Sciences*. Dordrecht, Reidel, 1978.
- Mattesich, R., "The Systems Approach: Its Variety of Aspects". *Journal of the American Society for Information Science*, (1982) 393-394
- Maturana, H., "Man and society". In: F. Benseler et al. (eds.), *Autopoiesis, Communication, and Society. The Theory of Autopoietic System in the Social Sciences*. Frankfurt & New York, Campus Verlag, 1980.
- Mayer T. "Mathematical sociology: Some educational and organizational problems of an emergent Sub-discipline". *International Journal of Math. Educ. In Sci. and Tech.*, 2, (1971) 217-232.
- Mayer, T.F. "Models of intragenerational mobility". See Berger, Zeldithc & Anderson *Sociological Theories in Progress*, Vol. 2. Boston: Houghton Mifflin, 1972.
- Mayer, T.F. *Mathematical Models of Group Structure*. Indianapolis: Bobbs Merrill, 1975.
- Mayer, Thomas F. "Parties and networks: Stochastic models for relationship networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 10, (1984) 51-103.
- Mayhew, B.H. "System size and ruling elites". *Am. Sociol. Rev.*, 38, (1973) 468-75.
- Mayhew, B.H. "Baseline models of sociological phenomena". *Journal of Mathematical Sociology*, 9, (1984) 259-281.
- Mayhew, B.H., Levinger, R.L. "On the emergence of oligarchy in human interaction". *Am. J. Sociol.*, 81, (1976) 1017-49.
- Mayhew, L.H. "Introduction". In L.H. Mayhew (ed.), *Talcott Parsons on Institutions and Social Evolution*. Chicago: University of Chicago Press, 1982.
- Maynard, Douglas W. and Wilson, Thomas P. "On the reification of social structure", in Scott G. McNall and Gary N. Howe (eds.), *Current Perspectives in Social Theory*, Vol. 1. Greenwich, CT: JAI Press, 1980, pp. 287-322.
- Mayntz, R., "Anwendung der Kybernetik in der Soziologie". In: H. Frank (ed.), *Kybernetische Maschinen*, Frankfurt, 1964, 379-385.
- Mazur, M., "Cybernetic theorems on feedback in social processes". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 29-39.
- McCallister, Lynne and Claude S. Fischer "A procedure for surveying personal networks", in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983, pp. 75-88.
- McFarland, D.D. "Intragenerational social mobility as a Markov Process: including a time-stationary Markovian model that explains observed declines in mobility rates over time". *Am. Sociol. Rev.*, 35, (1970) 463-75.

- McFarland, D.D. *Notes on the history of mathematization in sociology; antecedentes institutionalización y crecimiento*. Presented at the Eighth World Congr. Int. Sociol. Assoc., Toronto. August, 1974, Mimeographed.
- McFarland, David D. and Brown, Daniel "Social distance as a metric: A systematic introduction to smallest space analysis". In Edward O. Laumann, *Bonds of Pluralism*. New York: Wiley Interscience, 1973, pp. 213-253.
- McGinnis, R. "A stochastic model of mobility". *Am. Sociol. Rev.*, 33, (1968) 712-21.
- McPhee, W.N. *Formal theories of mass behavior*. Glencoe: Illinois, Free Press, 1963.
- Mead, Margaret "Anthropology Among the Sciences", *American Anthropologist*, 63(3), (1961) págs. 475-482.
- Meehan, E. J. *Explanation in Social Science; A System Paradigm*. Homewood, Ill., Dorsey Press, 1968.
- Meeker, B. F. "Decisions and exchange". *American Sociological Review*, 36, (1971) 485-495.
- Mehan, Hugh B. and Wood, H. Lawrence *The Reality of Ethnomethodology*. New York: Wiley, 1975.
- Medina Echavarría, J. *La sociología como ciencia social concreta*, Madrid, Ediciones Cultura Hispánica, 1980.
- Medina, E. *Conocimiento y sociología de la ciencia*, Madrid, CIS, 1989.
- Menzies, K., *Sociological theory in use*, Londres, Routledge and Kegan, 1982
- Merelman, Richard M. "On Social Psychological Handy Work: An Interpretative Review of the Handbook of Social Psychology", *American Political Science Review*, LXIXI, 3, (1977) págs. 1109-1120.
- Merton, Robert K. *Social Theory and Social Structure*. New York: Free Press, 1957.
- Merton, Robert K. *On theoretical sociology. Five essays, old and new*. New York: The Free Press, 1967.
- Merton, Robert K. *The sociology of science. Theoretical and empirical investigations*. Chicago, London: University of Chicago Press, 1973.
- Merton, Robert K. (ed); Gaston, Jerry (ed) *The sociology of science in Europe*. London, Amsterdam: Feffer & Simons, 1977.
- Merton, Robert K. (ed.); Broom, Leonard (ed.); Cottrell, Leonard S. (ed.) *Sociology today*. New York: Basic Books, 1959.
- Mesarovic, M. D. & A. Reisman (eds.), *Systems Approach and the City*. Amsterdam, North-Holland, 1972.
- Messick, David M., ed. *Mathematical Thinking in Behavioral Sciences*. New York, NY: W.H. Freeman. Readings from *Scientific American*, 1968.
- Midttun, A., "Neoclassical markets, Keynesian macroeconomics and negotiated political economy as transaction and governance systems: limits to clean models in a messy world". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 175-197.
- Mill, J. S. *A System of Logic*. London: Longmans, Green and Co., 1967 [1843].
- Miller, J.G. ; Editor, *Experiments in social process*, New York, Mc Graw Hill, 1950
- Miller, P.M. ; Wilson, M.A., *Dictionary of social science methods*, Chichester, Wiley, 1983
- Miller, G.A., Galanter, E. and Pibram, K.H. *Plans and the Structure of Behavior*. New York: Holt, 1960.
- Miller, J. G., "The Nature of Living Systems". *Behavioral Science* 21(5), (1976) 295-319.
- Miller, J. G., "Living Systems: The Supranational System". *Behavioral Science* 21, (5), (1976a) 320-468.
- Miller, J.G., "Can systems theory generate testable hypotheses? From Talcott Parsons to Living Systems Theory". *Systems Research* 3(2), (1986) 73-84.
- Milling, P.M., "Quality Management in a Dynamic Environment". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 125-136.
- Mills, C.W., *La imaginación sociológica*, México, F.C.E., 1969

- Mingers, J., "A comparison of Maturana's autopoietic social theory and Giddens' theory of structuration". *Systems Research* 13(4), (1996) 469-482.
- Minor, Michael J. "Panel data on ego networks: A longitudinal study of former heroin addicts", chapter 4 in Burt and Minor (eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Minor, Michael J. "New directions in multiplexity analysis", Chapter 11 in Burt and Minor (Eds.) *Applied network analysis: A methodological introduction*. Beverly Hills: Sage, 1983.
- Minsky,M. "A framework for representing knowledge". In P. Winston (ed.), *The Psychology of Computer Vision*. New York: McGraw-Hill, 1975, pp. 21-277.
- Mintz, Beth and Michael Schwartz "Interlocking directorates and interest group formation". *American Sociological Review*, 46, (1981) 851-69.
- Mintz, Beth and Michael Schwartz *The power structure of American business*. Chicago: University of Chicago Press, 1985.
- Mirkin, Boris G. *Group Choice Silver Spring*. MD: V.H. Winston, 1979.
- Misheva, V. "Systems interpretation of the concept of alienation". *Kybernetes* 26 (6/7), (1997) 801-815.
- Mitchell, Clyde *Social networks in urban situations: Analyses of personal relationships in central African towns*. Manchester: Manchester University Press, 1969.
- Mitchell, J. Clyde "The concept and use of social networks". In J. Clyde Mitchell (ed.), *Social Networks in Urban Situations*. Manchester, U.K.: Manchester University Press, 1969, pp. 1-50.
- Mizruchi, Mark S. "Similarity of Political Behavior among American Corporations". *American Journal of Sociology*, 95, (1989) 401-24.
- Mizruchi, Mark S., Peter Mariolis, Michael Schwartz, and Beth Mintz "Techniques for disaggregating centrality scores in social networks", in Nancy Tuma (ed.) *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1986, pp. 26-48.
- Mochty, L.J., "Theoretical and Empirical Analysis of Monitoring Systems as Applied to Routine Business Activities". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA, Intersystems Publications, 1991, 137-147.
- Mokken, R.J. "Cliques, clubs and clans". *Methoden en Data Nieuwsbrief*, 2, (1977) 34-51.
- Monane, J. H., *A Sociology of Human Systems*. New York, Appleton-Century-Crofts, 1967.
- Montague, R. *Formal Philosophy*. New Haven: Yale University Press, 1974.
- Moore, R.W., *Introduction to the use of computer package for statistical analysis*, Englewood Cliffs, Prentice Halls, 1978
- Mora, M., *Medición y construcción de índices*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1971
- Morgan, D. and Rytina, S. "Comment on "Network sampling: Some first steps" by Mark Granovetter". *American Journal of Sociology*, 83, (1977) 722-729.
- Morgan, G., "Rethinking Corporate Strategy: A Cybernetic Perspective". *Human Relations* 36(4), (1983) 345-360.
- Mosteller, F. ; Tukey J.W., *Data analysis and regression*, Reading, Addison-Wesley, 1977
- Mosterin, J., *Conceptos y teorías en la ciencia*, Madrid, Alianza, 1984
- Müller, Georg "Prestige as a challenge to the profit maximizer. A mathematical model of status dynamics". *Angewandte Sozialforschung*, jg. 20, 1996/1997, nr. 1/2, (1996) s. 91 ff.
- Müller, N., "Systems theories in the social sciences". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 9-21.
- Müller, N., "Problems of planning connected with the aspect of reflexivity of social processes". *Quality and Quantity* 10, (1976b) 17-38.
- Müller-Benedict (1997), Bedingungen Selbstorganisatorischer Sozialer Prozess; Ein Vergleich Formaler Modelle von Kollektiven Aktionen. ZUMA-Nachrichten Nr. 41, 21, 44-72.

- Mullins N.C. *The art of theory: construction and use*. New York. Harper and Row, 1971.
- Mullins, N.C. *Theories and Theory Groups in Contemporary American Sociology*. New York: Harper and Row, 1973.
- Münch, R. "Talcott Parsons and the Theory of Action I. The structure of the Kantian Core". *American Journal of Sociology*, 86, (1981) 709-739.
- Münch, R. "Talcott Parsons and the Theory of Action II. The continuity of the development". *American Journal of Sociology*, 87, (1982) 771-826.
- Myrdal, G., *La objetividad en la investigación social*, México, F.C.E., 1970
- Nadel, S.F. *The Foundations of Social Anthropology*. New York: The Free Press, 1951.
- Nadel, S.F. *The Theory of Social Structure*. London: Cohen and West, 1957.
- Nadel, S.F., "Social Control and Self-Regulation". *Social Forces* 31, (1953) 265-273.
- Nagel, E. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Exploration*. New York: Harcourt, Brace and World, 1961.
- Nagel, E., *The structure of science*, New York, Harcourt, 1961
- Navarro, M. "Apuntes para una teoría de la cultura económica", en VV. AA. *Escritos de Teoría Sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, 1992, pp. 777-798.
- Navarro, M., "Tendencias de desigualdad en el consumo" en J.F. Tezanos y R. Sánchez Morales (ed.), *Tecnología y sociedad en el nuevo siglo*, Madrid, ed. Sistema, 1998, pp.375-399.
- Negoita, C.V., "Fuzzy models for social processes". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 283-291.
- Negoita, C.V., "Cybernetics and society". *Kybernetes* 11(2), (1982) 97-101.
- Negoita, C.V., "On The Cybernetics of Human Systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 285-293.
- Negrotti, M., "Funzionalismo e Cibernetica in Sociologia: Questioni Metodologiche". *Sociologia* 4(3), (1970) 123-136.
- Negrotti, M., *Cibernetica dei sistemi sociali; stabilità e mutamento*. Università di Parma, 1983.
- Nett, R., "Conformity-Deviation and the Social Control Concept". *Ethics*, 64, (1953) 38-45.
- Neumann, J. ; Morgenstern, O., *The theory of games and economic behavior*, Princeton, U. Princeton Press, 1944
- Neustadtl, Alan and Dan Clawson "Corporate Political Groupings: Does Ideology Unify Business Political Behavior?". *American Sociological Review*, 53, (1988) 172-90.
- Newell, A. and Simon, H.A. *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
- Nielsen, F., Rosenfeld, R.A. "Substantive Interpretations of Differential Equation Models". *American Sociological Review*, 46, (1981a) 159-174.
- Nielsen, F., Rosenfeld, R.A. "Interpreting Linear Differential Equation Models". *American Sociological Review*, 46, (1981b) 935-937.
- Nieminen, J. "On the centrality in a directed graph". *Social Science Research*, 2, (1973) 371-378.
- Nieminen, J. "On centrality in a graph". *Scandinavian Journal of Psychology*, 15, (1974) 322-336.
- Nikaido, Hukukane *Convex Structures and Economic Theory*. New York, NY: Academic Press, 1968.
- Nishisato, Shizuhiko *Analysis of categorical data: dual scaling and its applications*. Toronto u.a.: University of Toronto Press, 1980.
- Norris, J. R. *Markov chains*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998
- Nowakowska, M. "A formal theory of actions". *Behavioral Science*, 18, (1973) 393-416.
- Nowakowska, M., "A theory of social change". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 1, 79-103.

- Newton, Isaac *Principia* (tr. A. Motte). Berkeley: University of California Press, 1966 [1729].
- O, Myeung-Ho, "Demand, Capacity, and Decay: A Control Systems Formulation". *Comparative Political Studies* 7(4), (1975) 460-477.
- Oberschall, Anthony (hrsg) *The establishment of empirical sociology*. New York et al.: Harper & Row, 1972.
- Oberschall, Anthony "Social exchange and choice". In R.K. Merton, J.S. Coleman and P.H. Rossi (eds.), *Qualitative and Quantitative Social Research*. New York: Free Press, 1980, pp. 158-175.
- Oberschall, Anthony *A theory of social structure*. Presented at the Polish-American conference on Qualitative and Quantitative Approaches to Social Theory, University of Chicago, November, 1983.
- Ofshe, R. and Lee, M.T. "What are we to make of all this?" *Social Psychology Quarterly*, 46, (1983) 63-65.
- Olinick, Michael *An Introduction to Mathematical Models in the Social and Life Sciences*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1978.
- Oliver, Melvin "The Urban Black Community as Network: Toward a Social Network Perspective". *Sociological Quarterly*, 29, (1988) 623-645.
- Oommen, T.K. "Internationalization of sociology: a view from developing countries". *Current Sociology*, vol. 39, nr. 1, (1991) s. 67-84.
- Opp, K.D., *Kybernetik und Soziologie*, Neuwied, 1970.
- Oppenheim, Rosa "The mathematical analysis of style: a correlation-based approach". *Computers and the Humanities*, vol. 22, , nr. 4, (1988) s. 241.
- Ordeshook, Peter C., (ed.) *Game Theory and Political Science*. New York, NY: New York University Press, 1978.
- Osgood, C. ; Otros, *The measurement of meaning*, Urbana, U. Illinois Press, 1957
- Ostrom, C.W., *Time series analysis. Regression techniques*, Beverly Hills, Sage, 1977
- Oud, J.H.L., *Systeem-methodologie in sociaal-wetenschappelijk onderzoek* , Ph.D. dissertation, Catholic University of Nymegen. Nijmegen, Alfa, 1978.
- Owen, R., "Variety and Constraint in Cultural Adaptation". In: Buckley, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist: A Sourcebook*. Chicago, Aldine, 1968, 415-419.
- Padgett, John F. and Christopher K. Ansell "Robust Action and the Rise of the Medici, 1400-1434". *American Journal of Sociology*, 98, (1993) 1259-1319.
- Pardi, F., "Dall'autoregolazione all'autoreferenza: il ruolo dei media comunicativi nelle nuove teorie sistemiche". *Studi di Sociologia* 24(2), (1986) 201-214.
- Pardiñas, F., *Metodología y técnicas de investigación en las Ciencias sociales*, México, Siglo XXI, 1969
- Paris-Steffens, J.R. Kurtz, N.R. Mcphee, W.N. y Rose E. *Formal theory in the behavioural sciences: a bibliography*. Boulder: Colorado, Institute of Behavioral Sciences, University of Colorado, 1966.
- Parkman, R., *The cybernetic society*. New York, Pergamon, 1972.
- Parsons, T. *The Structure of Social Action*. New York: The Free Press, 1937.
- Parsons, T. *The Social System*. New York: The Free Press, 1951.
- Parsons, Talcott "Some considerations on the theory of social change". *Rural Sociology*, 26, (1961) 219-239.
- Parsons, T. *Sociological Theory and Modern Society, Ch. 1, Durkheim's contribution to the theory of integration of social systems*. New York: The Free Press, 1967.
- Parsons, T., "Social Systems". In: D. L. Sills (ed.), *International Encyclopedia of the Social Sciences*. Macmillan and Free Press, Vol. 15, 1968, 458-473.
- Parsons, T. "Culture and social system revisited". In L. Schneider and C. Bonjean (eds.), *The Idea of Culture in the Social Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.

- Parsons, T. *Social Theory and Modern Society*. New York: Free Press, 1977.
- Parsons, T. *Action Theory and the Human Condition*. New York: Free Press, 1978.
- Parsons, T., "Concrete Systems and 'Abstracted' Systems". *Contemporary Sociology* 8, (1979) 696-705.
- Parsons, T., "Action, Symbols and Cybernetic Control". In: I. Rossi (ed.), *Structural Sociology. Theoretical Perspectives and Substantive Analyses*. New York, 1982, 49-65.
- Parsons, T. and Shils, E.A. (eds.) *Toward a General Theory of Action*. Cambridge: Harvard University Press, 1951.
- Pask, G., "The Meaning of Cybernetics in the Behavioral Sciences". In: J. Rose (ed.), *Progress in Cybernetics*. New York, Gordon and Breach, 1969.
- Pask, G., "A conversation theoretic approach to social systems". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 1, 15-26.
- Pavlidou, M. T., "Dynamic Control of Hierarchical Public Systems". In: Klir, *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 811-819.
- Pearson, K., *The grammar of science*, London, Black, 1911
- Peay, E.R. "Hierarchical clique structures". *Sociometry*, 37, (1974) 54-65.
- Peay, E.R. "Nonmetric grouping: Clusters and cliques". *Psychometrika*, 40, (1975) 297-313.
- Peay, Edmund R. "A note concerning the connectivity of social networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 4, (1976) 319-321.
- Peay, Edmund R. "Structural models with qualitative values". *Journal of Mathematical Sociology*, 8, (1982) 161-192.
- Perez de Guzman, T., "Reflexivity and feed-before: from sociology to systemics". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 751-768.
- Pergler, P. & W. Buckley, "A systems framework for social control processes". In: Krippendorff, *Communication and Control in Society*. New York, Gordon and Breach, 1979, 261-266.
- Phillips, D.L., *Knowledge from what? Theories and methods in social research*, Chicago, Rand Mc Nally, 1971
- Phillips, D.L., *Abandoning methods*, San Francisco, Jossey-Bass, 1973
- Phillips, B.S. *Social Research: Strategy and Tactics*. New York: Macmillan, 1976.
- Piaget, Jean "The Place of the Sciences of Man in the System of Sciences", en UNESCO, *Main Trends of Research in the Social and Human Sciences*, vol. 1., 1970.
- Piaget, J. ; Lazarsfeld, P., *Tendencias de la investigación en las Ciencias sociales*, Madrid, Alianza, 1973
- Pilcher, Jane "Mannheim's sociology of generations: an undervalued legacy". *British Journal of Sociology*, vol. 45, nr. 3, (1994) s. 481 ff.
- Poincare, H.J., *Science et méthode*, Paris, Flammarion, 1969
- Pollner, M., *Mundane reason: reality in everyday and sociological discourse*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1987
- Pool, I. de S. and Kochen, M. "Contacts and influence". *Social Networks*, 1, (1978) 5-51.
- Popenoe, David *Sociology*. Fifth edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1983.
- Popper, K.R., *La lógica del descubrimiento científico*, Madrid, Tecnos, 1982
- Powers, C.H. and Hanneman, R.A. "Pareto's theory of social and economic cycles: A formal model and simulation". In R. Collins (ed.), *Sociological Theory*. San Francisco: Jossey-Bass, 1983.
- Powers, W.T. *Behavior: The Control of Perception*. Chicago: Aldine, 1973.
- Prais, S.J. "Measuring social mobility". *J. R. Stat. Soc.*, A118, (1955) 56-66.
- Prewo, R., J. Ritsert & E. Stracke, *Systemtheoretische Ansätze in der Soziologie; Eine kritische Analyse*. Reinbek bei Hamburg, Rowohlt, 1973.
- Probst, G.J.B., *Selbst-Organisation; Ordnungsprozess in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht*. Berlin, Parry, 1987.

- Proctor, C.H. "The variance of an estimate of linkage density from a simple random sample of graph nodes". *Proceedings of the Social Statistics Section of the American Statistical Association*, (1967) 342-343.
- Pugh, G.E. *The Biological Origin of Human Values*. New York: Basic Books, 1977.
- Pugh, G.E. *Values and the theory of motivation*. Report No. 97. Arlington, VA: Decision-Science Applications, 1978.
- Pye, Lucian W. (compilador) *Political Sciences and Area Studies: Rivals and Partners?*, Bloomington, Indiana University Press, 1975.
- Quine, W.V. *Word and Object*. Cambridge, MA: MIT Press, 1960.
- Quine, W.V. *From a Logical Point of View*. New York: Harper and Row, 1961.
- de Raadt, J.D.R., "The Implications of Beer's Viable System Model for Organisational Adaptation: A Study in an Insurance Organisation". *General Systems* 30, (1987) 9-13.
- de Raadt, J.D.R., "A cybernetic approach to information systems and organizational learning". *Kybernetes* 20(1), (1991) 29-48.
- Rabinow, Paul and Sullivan, William M. (eds.) *Interpretive Sociology: A Reader*. Berkeley, CA: University of California Press, 1979.
- Rader, Trout *Theory of Microeconomics*. New York, NY: Academic Press, 1972.
- Ragin, Charles C. *Fuzzy-Set Social Science*. The University of Chicago Press, 2000.
- Raiffa, Howard *The Art and Science of Negotiation*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- Rama Chellappa A. (ed.) *Markov random fields : theory and application*, Boston Academic Press, 1993
- Rapoport, A. "Spread of information through a population with sociostructural basis". *Bull. Math. Biophys.*, 15, (1953) 523-34.
- Rapoport A. "Uses and limitations of mathematical models in Social Science" en Gross, L. (ed.) *Symposium on sociological Theory*. New York: Row-Peterson, 1959.
- Rapoport, A. *Fights, Games, and Debates*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press, 1960.
- Rapoport, A. "Mathematical models of social interaction", in R. Luce, R. Bush and E. Galanter (eds.), *Handbook of mathematical psychology*, Vol. II. New York: Wiley, 1963, pp. 493-579.
- Rapoport, A. *N-Person Game Theory*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1970.
- Rapoport, A., "Critiques of Game Theory". *Behavioral Science* 4, (1959) 49-66.
- Rapoport, A., "Reality-simulation: a feedback loop". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 123-141.
- Rapoport, A., "Two Approaches to General System Theory". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 267-283.
- Rapoport, A. *Mathematical Models in the Social and Behavioral Sciences*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1983.
- Rapoport, Anatol "Contributions of experimental games to mathematical sociology". In: Andreß, h.-j. (hg.): *Theorie - Daten - Methoden*. München: Oldenbourg, 1992, S. 165 176.
- Rapoport A. y Chammah A.M. *Prisoner's Dilemma: a study of conflict and Cooperation*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1965.
- Rapoport, A. and Horvath, N.J. "A study of a large sociogram: I". *Behavioral Science*, 6, (1961) 279-291.
- Rashevsky, N. *Mathematical Theory of Human Relations*. Bloomington: Principia Press, 1947.
- Rashevsky, N. *Mathematical biology of social behavior*. Chicago: University of Chicago Press, 1951.
- Rashevsky, N. *Looking at History through Mathematics*. New York: MIT Press, 1968.
- Rastogi, P.N., "Structure, Function and Process: A Cybernetic Approach to Social Phenomena". *Sociological Bulletin* 22(2), (1973) 309-320.

- Rastogi, P.N., "Cybernetic study of societal systems (Part 1); Theory and methodology". *Kybernetes* 6(2), (1977) 95-105.
- Rastogi, P.N., "Cybernetic study of societal systems (Part 2); The course of Indian society 1970-80". *Kybernetes* 7(2), (1978a) 117-129.
- Rastogi, P.N., *The Behaviour of Societal System*. Simla, Indian Institute of Advanced Study, 1978b.
- Rastogi, P.N., *Cybernetic analysis of Indian societal system; a study of its course (1961-80), crises, and conditions for development*. New Delhi, Centre for Policy Research, 1978c.
- Rastogi, P.N., "Dynamic Analysis in Sociology: Some Misconceptions (A Rejoinder)" *Sociological Bulletin* 31(1), (1982) 94-100.
- Rastogi, P.N., "Explanation, prediction and problem-solving in social systems: A social cybernetic analysis of ethnic tensions in national societies". *Kybernetes* 12, (1983) 197-203 & 249-255.
- Rastogi, P.N., "Policy analysis for rural poverty - An empirical study". *Kybernetes* 15(3), (1986) 165-172.
- Rastogi, P.N., "Explanation, prediction, problem-solving and decision-making in social systems". *Kybernetes* 17(1), (1988a) 33-45.
- Rastogi, P.N., "Cybernetic Paradigm for the Study of Indian Society". *The Journal of Sociological Studies* 7, (1988b) 34-47.
- Reichenbach, H., *Experience and prediction. An analysis of the foundations and the structure of knowledge*, Chicago, Aldine, 1938
- Reiter, Stanley, (ed.) *Studies in Mathematical Economics*. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1986.
- Reynolds P.D. *A primer in theory construction*. Indianapolis: Bobbs-merril, 1971.
- Rhee, Y. P., "A Dynamic Model for the Analysis of System Breakdown in Developing Societies". *General Systems* 29, (1985/86) 105-113.
- Rhee, Y.P., "Functional linkage between democracy and market in capitalist systems". *Systems Research and Behavioral Science* 14(6), (1997) 385-391.
- Richards, W. & G. Lindsey, "Social network analysis: an overview of recent developments". In: Krippendorff, *Communication and Control in Society*. New York, Gordon and Breach, 1979, 59-71.
- Richardson, G.P., *Feedback Thought in Social Science and Systems Theory*. Philadelphia PA., University of Pennsylvania Press, 1991.
- Richardson, L.F. *Arms and Insecurity*. Pittsburgh: Boxwood Press, 1960.
- Rienhoff, O., "Cybernetic Modelling Versus "Total" Medical Information Systems Within Health Care Planning of Developing Countries". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality: A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 105-112.
- Rigney, Daniel, y Barnes, Dona "Patterns of Interdisciplinary Citation in the Social Sciences", *Social Science Quarterly*, 61, (1980) págs. 114-127.
- Rodríguez, J.A. *Análisis estructural y de redes*, Madrid, Centro de Investigaciones sociológicas, 1995
- Rodríguez Zúñiga, L. "El desarrollo de la teoría sociológica", en: Salustiano del Campo (ed). *Tratado de Sociología*. Madrid, Taurus, 1984
- Robb, F.F., "Are Institutions Entities of a Natural Kind? A Consideration of the Outlook for Mankind". In: C.V. Negoita (ed.), *Cybernetics and Applied Systems*. New York, Marcel Dekker, 1992, 149-162.
- Robbins, S. S., & T. A. Oliva, "The Empirical Identification of Fifty-One Core General Systems Theory Vocabulary Components".
- Robinson, M., *Groups*. Chichester, Wiley, 1984.

- Robinson, M., "Pay bargaining in worker's co-operatives". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 85-114.
- Roberts, Fred S. *Graph Theory and Its Applications to Problems of Society*. Philadelphia, PA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1978.
- Rogers, Everett M. "Network analysis of the diffusion of innovations", in P. Holland and S. Leinhardt (eds.) *Perspectives on social network research*, 1979, pp. 137-164.
- Rogers, E.M. and Kincaid, D.L. *Communication Networks: Towards a Paradigm for Research*. New York: Free Press, 1981.
- Rogers, L. C. G. *Diffusions, Markov processes, and martingales*, Cambridge, Cambridge University Press, cop. 2000
- Rose, J., "Soft systems methodology as a social science research tool". *Systems Research and Behavioral Science* 14(4), (1997) 249-258.
- Rose, A.M., *Theory and methods in the sociological sciences*, Minneapolis, U. of Minnesota, 1954
- Rosenfeld, R. A., Nielsen, F. "Inequality and Careers". *Sociological Methods & Research*, 12, (1984) 279-321.
- Rosnow, R.L., *Paradigms in transition. The methodology of social inquiry*, Oxford, Oxfrod U. Press, 1981
- Ross, I.C., Harary, F. "A description of strengthening and weakening members of a group". *Sociometry*, 22, (1959) 139-47.
- Ross, Sh.M. *Stochastic processes*, New York, John Wiley & Sons, cop. 1996
- Rosseel, E. & van der Linden, G., "Self-monitoring and self-steering in social interaction: Theoretical comments and an empirical investigation". *Kybernetes* 19(1), (1990) 18-33.
- Rossi, Peter H. "On sociological data". In Smelser, Neil J. (hg.): *Handbook of Sociology*. Newbury Park: Sage, 1988, s. 131-154.
- Roth, A.E. *Axiomatic Models of Bargaining*. New York: Springer-Verlag, 1979.
- Roth, P.A., *Meaning and methods in the social sciences: a case of methodological pluralism*, Londres, Cornell, 1987
- Roy, William "The Interlocking Directorate Structure of the United States". *American Sociological Review*. 42, (1983) 248-57.
- Ruloff, D., *Konfliktlösung durch Vermittlung: Computersimulation zwischenstaatlicher Krisen*. Basel, Birkhäuser, 1975.
- Ruloff, D., "Simulation and gaming: the analysis of conflict and cooperation in the field of international relations". In: Bossel et al., *Systems Theory in the Social Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 1976, 519-533.
- Ruscoe, G.C., R.L. Fell, K.T. Hunt, S.I. Merker & L. R. Peter, "The Application of Living Systems Theory to 41 US Army Battalions". *Behavioral Science* 30(1), (1985) 7-50.
- Russel, B., *La perspectiva científica*, Barcelona, Ariel, 1969
- Ryan, A. ; Editor, *The philosophy of social explanation*, London, Oxford U. Press, 1973
- Saaty, T. L., "Theory of Measurement of Impacts and Interactions in Systems". In: Cavallo, *Systems Methodology in Social Science Research, Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982, 94-110.
- Sailer, Lee Douglas "Structural equivalence: Meaning and definition, computation and application". *Social Networks*, I, (1978) 73-90.
- Samuelson, Paul *Foundations of Economic Analysis*. New York: Atheneum, 1965.
- Sanders, W.B., *The sociologist as detective*, New York, Praeger, 1974
- Sassone, Peter G. and Schaffer, William A. *Cost-Benefit Analysis: A Handbook*. New York, NY: Academic Press, 1978.
- Sato, Ryuzo *Theory of Technical Change and Economic Invariance: Application of Lie Groups*. New York, NY: Academic Press, 1981.

- Savas, E.S., "Cybernetics in City Hall; An understanding of how the principles of cybernetics can guide fundamental improvements in urban government". *Science* (1970), 168, (3935), May 29, 1066-1071.
- Sayer, A., *Method in social science: a realist approach*, London, Hutchinson, 1984
- Scarf, Herbert *The Computation of Economic Equilibria*. New Haven, CT: Yale University Press, 1973.
- Schäfers, Bernhard (ed.) *Sociology in Germany. Development - Institutionalization - Theoretical disputes*. Edited on occasion of the XIIIth World Congress of Sociology. Opladen: Leske + Budrich, 1994.
- Schiffman, Susan S., Reynolds, M. Lance and Young, Forrest W. *Introduction to Multidimensional Scaling*. New York: Academic Press, 1981.
- Schimank, U., "Der mangelnde Akteurbezug systemtheoretischer Erklärungen gesellschaftlicher Differenzierung – Ein Diskussionsvorschlag". *Zeitschrift für Soziologie* 14(6), (1985) 421-434.
- Schoeck, H. *Diccionario de sociología*. Barcelona, Ed Herder, 1981.
- Schotter, A.. *The Economic Theory of Social Institutions*. New York: Cambridge University Press, 1981.
- Schrodt, P.A., *Microcomputer methods for social scientist*, London, Sage, 1984
- Schutz, A. *The Phenomenology of the Social World*. Evanston,I11.: Northwewstern University Press, 1967.
- Schutz, J.V. and Hubert, L.J. "Data analysis and the connectivity of ramdon graphs". *Journal of Mathematical Psychology*, 10, (1973) 421-428.
- Schwartz, Jonathan M. "Tracking-down the nordic spirit in thorstein Veblen's sociology". *Acta Sociologia*, vol. 33, nr. 2, (1990) s. 115-124.
- Schweitzer, A.L.M., "Sociologie en cybernetica". *Mens en Maatschappij* 38(5), (1963) 351-367.
- Scott, B., "Inadvertent pathologies of communication in human systems". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 824-836.
- Scott, John *Social Network Analysis: A Handbook*. Newbury Park, CA: Sage Publications, 1991.
- Sedbrook, T., "Exploring dynamic group processes with GAIA - Groups of adaptive inferencing agents". *Kybernetes* 23(5), (1994) 12-26.
- Sedelow, W.A. *Algorithm and empire: The new imperialism as an abstract-machine-theory instantiation*. Paper presented at the Fifth Annual European Studies Conference, omaha, Nebraska, 1980.
- Sedelow, W.A. and Sedelow, S.Y. (eds.) *Computers in Language Research: Formalization in Literary and Discourse Analysis*. The Hague: Mouton, 1983.
- Seidman, Stephen B. "Structural consequences of individual position in nondyadic social networks". *Journal of Mathematical Psychology*, 29, (1985) 367-386.
- Seidman, S.B. and Foster, B. "A graph-theoretic generalization of the clique concept". *Journal of Mathematical Sociology*, 6, (1978a) 139-154.
- Seidman, Stephen B. and Foster, Brian "A note on the potential for genuine cross-fertilization between anthropology and mathematics". *Social Networks*, 1, (1978b) 65-72.
- Selznick, P., "Foundations of the theory of organizations". *American Sociological Review* 13, (1948) 25-35.
- Senghaas, D., "Kybernetik und Politikwissenschaft". *Politische Vierteljahrsschrift* 7, (1966) 252ff.
- Senghaas, D., "Sozialkybernetik und Herrschaft". In: Kade & Hujer, *Sozial-Kybernetik*. Düsseldorf, Econ, 1974, 240-257.
- Shenas, D.G., "An investigation of the ethical standards of information systems academicians". *Kybernetes* 23(8), (1994) 27-46.
- Shepard, Jon M. *Sociology*. St. Paul: West, 1981.
- Shils, Edward "Center and periphery". In Edward Shils, *Center and Periphery: Essays In Macrosociology*. Chicago: University of Chicago Press, 1975, pp. 3-16.
- Shubik M. (ed.) *Game theory and related approaches to social behavior*. New York. Wiley, 1964.
- Shubik, M. *Game Theory in the Social Sciences*. Cambridge: MIT Press, 1982.

- Shye, B. ; Editor, *Theory construction and data analysis in the behavioral sciences*, San Francisco, Jossey-Bass, 1978
- Sidman, M., *Tácticas de investigación científica*, Barcelona, Fontanella, 1973
- Sierra Bravo, R. *Ciencias sociales. Análisis estadístico y modelos matemáticos*, Madrid, Paraninfo, 1981.
- Sierra Bravo, R. *Ciencias sociales. Epistemología, lógica y metodología*, Madrid, Paraninfo, 1983.
- Silcock, H. "The phenomenon of labour turnover". *J. R. Stat. Soc.*, A117, (1954) 429-40.
- Simmel, Georg *The Sociology of Georg Simmel* (tr. and ed. Kurt Wolff). New York: Free Press, 1964 [1917].
- Simon, H.A. "Some Strategic Considerations in the Construction of Social Science Models". En P.F. Lazarsfeld (ed.) *Mathematical Thinking in the Social Sciences*, Glencoe,Ill: Free Press, 1954, pp. 388-415.
- Simon, H. *Models of man*. New York: Wiley, 1957.
- Simon, H.A., *Administrative Behavior, A Study of Decision Making*. New York, The Free Press, 1976a.
- Simon, H. A., "Simulation of large-scale systems by aggregation". In: Geyer & Van der Zouwen, *Socioybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 2, 113-122.
- Simon, H. "The meaning of causal ordering". In R.K. Merton, J.S.Coleman, and P.H. Rossi (eds.), *Qualitative and Quantitative Social Research: Papers in Honor of Paul F. Lazarsfeld*. New York: Free Press, 1979.
- Simon, T. W., "Control Systems and Teleological Systems". *Behavioral Science* 20(5), (1975) 325-330.
- Simon, J.L., *Basic research methods in social science. The art of empirical investigation*, New York, Tandom House, 1969
- Simulation in sociology*. Archives Européennes de sociologie. Vi, 1965, n°1.
- Sirgy, M.J., "Toward a general systems theory of social behavior: a psychocybernetic perspective". *Systems Research* 4(2), (1987) 93-110.
- Skipper, James K. *The profession of sociology: syllabus and selective bibliography*. Washington: American Sociological Association, 1980.
- Skvoretz, J. "Languages and grammars of action and interaction: Some further results". Forhcoming in *Behavioral Science*, (n.d.).
- Skvoretz, J. "Salience, heterogeneity and consolidation of parameters: civilizing Blau's primitive theory". *American Sociological Review*, 48, (1983) 360-375.
- Skvoretz, J. and Fararo, T.J. "Languages and Grammars of action and interaction: A contribution to the formal theory of action". *Behavioral Science*, 25, (1980) 9-22.
- Skvoretz, J., Fararo, T.J. and Axten, N. "Role programme models and the analysis of institutional structure". *Sociology*, 14, (1980) 49-67.
- Skyttner, L., "General living systems theory: a basis of dynamic simulation". *Kybernetes* 26(8/9), (1997) 885-892.
- Smith, A.W. & Kefalas, A.G., "A five-stage model for developing managers and countries: A social systems approach". *Kybernetes* 12(4), (1983) 235-241.
- Smith, H.W., *Strategies of social research. The methodological imagination*, Englewood Cliff, Prentice Hall, 1972
- Snow, R.M. & E. Leach, "The institutionalization of the aesthetic: Systemic contradiction in the organization of creativity". *Systems Research* 13(1), (1996) 25-31.
- Singer, B., Spilerman, S. "Social Methodology 1973-74" in H.L. Cosner, (ed.) San Francisco: Jossey – Bass, 1974, pp. 365-401.
- Singer, B., Spilerman, S. "Representation of social processes by Markov models". *Am. J. Sociol.*, 82, (1976) 1-54.
- Smelser, Neil J. (compilador) *Handbook of Sociology*, Sage Publications, 1988.
- Smith, Barbara Herrnstein, and Arkady Plotnitsky (eds.) *Mathematics, Science, and Postclassical Theory*. Duke University Press, 1997.

- Smith, David A. and Douglas R. White *Structure and dynamics of the global economy: Network analysis of international trade 1965-1980*, University of California, Irvine, mimeo, (n.d.).
- Smith, Dennis *Discovering facts and values: the historical sociology of Barrington moore*. Sociology, Cambridge: University Press, 1987.
- Snyder, David and Edward L. Kick "Structural position in the world system and economic growth 1955-1970: A multiple-network analysis of transnational interactions". *American Journal of Sociology*, 84, (1979) 1096-1126.
- Sobel, M.E. "Causal Inference in the Social and Behavioral Sciences". En Arminger, G., Clogg, C.C., Sobel, M.E. (eds.) *Handbook of Statistical Modeling for the Social and Behavioral Sciences*, New York: Plenum Press, 1995, pp. 1-38.
- Sociological Forum*, Vol. 12, Special Issue: Mathematics in Thinking About Sociology, 1997.
- Sorensen, Aa.B. "A model for occupational careers". *Am. J. Sociol.*, 80, (1974) 44-57.
- Sorensen, Aa.B. "The structure of intragenerational mobility". *Am. Sociol. Rev.*, 40, (1975) 456-71.
- Sorensen, Aa.B. "The structure of inequality and the process of attainment". *Am. Sociol. Rev.*, 42, (1977) 965-78.
- Sorensen, Aa. B. "Mathematical models in sociology". *Annual Review of Sociology*, 4, (1978) 345-371.
- Sorensen, Aa.B. "A Model and a Metric for the Analysis for the Intragenerational Status Attainment Process". *American Journal of Sociology*, 85, (1979) 361-384.
- Sorensen, Aa.B. "Theoretical Mechanisms and the Empirical Study of Social Processes". En Hedstrom, P., Swedberg, R. (eds.) *Social Mechanisms: An Analytical Approach to Social Theory*, Cambridge: Cambridge University Press, 1998, pp. 238-266.
- Sorensen, Aa.B., Sorensen, A. "Mathematical Sociology: A Trend Report and a Bibliography". *Current Sociology*, (1975) pp. 23. The Hague: Mouton.
- Sorensen, Aa.B., Hallinan, M.T. "A sotochastic model for change in group structure", *Soc. Sci. Res.*, 5, (1976) 43-61.
- Sorensen, Aa.B., Hallinan, M.T. "A reconceptualization of school effects". *Sociol. Ed.*, 50, (1977) 273-89.
- Sorokin, P.A. *Fads and Foibles in Modern Sociology*. Chicago, Henry regnery Company, 1956.
- Spilerman, S. "The causes of racial disturbance: a comparison of alternative explanations". *Am. Sociol. Rev.*, 35, (1970) 627-49.
- Spilerman, S. "The analysis of mobility processes by the introduction of independent variables in a Markov Chain". *Am. Sociol. Rev.*, 37, (1972a) 277-94.
- Spilerman, S. "Extensions of the mover – stayer model". *Am. J. Sociol.*, 78, (1972b) 599-626.
- Stark, Rodney and William Sims Bainbridge "Networks of faith: Interpersonal bonds and recruitment to cults and sects". *American Journal of Sociology*, 85, (1980) 1376-95.
- Starr, Ross M. *General Equilibrium Models of Monetary Economics: Studies in the Static Foundation of Monetary Theory*. New York, NY: Academic Press, 1989.
- Steier, Frederick (ed.), *Research and Reflexivity*. London, Sage, 1991.
- Steier, F., "Reflexivity and Methodology: An Ecological Constructionism". In: Steier, *Research and Reflexivity*. London, Sage, 1991, 163-185.
- Sternberg, S., Capecchi, V., Kloek, T., Leenders, C.T. (eds) *Mathematics and Social Sciences, Proceedings of the Seminars of Menthon – Saint – Bernard (1960), and Gösing (1962)*, Mouton, Paris, 1965.
- Stigum, Brent P. *Toward a Formal Science of Economics: The Axiomatic Method in Economics and Econometrics*. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.
- Stinchcombe A.L. *Constructing social theories*. New York. Harcourt, Brace and world, 1968.
- Stojanovic, R., "Systems approach to socio-economic planning". *Kybernetes* 6(1), (1977) 27-37.

- Stolte, John and Emerson, Richard "Structural inequality: Position and power in network structures". In R. Hamblin and J. Kunkle (eds.), *Behavioral Theory in Sociology*. New Brunswick: Transaction Books, 1977.
- Stone, Richard *Mathematics in Social Sciences and Other Essays*. London, Chapman and Hall, 1966.
- Stouffer, S.A. ; Otros, *Measurement and prediction*, Princeton, Princeton U. Press, 1950
- Straffin, Philip D., Jr. *Topics in the Theory of Voting*. New York, NY: Birkhauser, 1980.
- Straus, M., "A General Systems Theory Approach to a Theory of Violence Between Family Members". *Social Science Information* 12, (1970) 105-125.
- Strauss, D. "Clustering on colored lattices". *Journal of Applied Probability*, 14, (1977) 135-143.
- Strauss, D. and Freeman, L.C. "Stochastic modeling and the analysis of structural data". In L.C. Reeman, D.R. White and A.K. Romney (eds.), *Research Methods in Social Networks Analysis*. Chicago: Nelson Hall (in press), 1984.
- Stunkel, K.R., "Lewis Mumford and the Cybernetics of Work". In: Geyer (ed.), *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 115-124.
- Suppes, P. *Introduction to Logic*. Princeton: Van Nostrand, 1957.
- Suppes, P. And Atkinson, R.C. *Markov Learning Models for Multiperson Interactions*. Palo Alto, CA: Standford University Press, 1960.
- Sutherland, J. W., "System Theoretic Limits on the Cybernetic Paradigm". *Behavioral Science* 20(3), (1975) 191-200.
- Sutherland, J.W., *Societal Systems: Methodology, Modelling, and Management*. New York, North-Holland, 1978.
- Swanson, G.A., K.D. Bailey & J.G. Miller, "Entropy, social entropy and money: A Living Systems Theory perspective". *Systems Research and Behavioral Science* 14(1), (1997) 45-65.
- Synott, Anthony "Truth and goodness, mirrors and masks - Part I: a sociology of beauty and the face". *British Journal of Sociology*, vol. 40, nr. 4, (1989) s. 607-636.
- Szacki, Jerzy "The History of Sociology and Substantive Sociological Theories", en Bottomore, T.; Nowak, S., y Sokolowska, M. (compiladores), *Sociology: The State of the Art*, Londres, Sage, 1982, págs. 359-374.
- Sztompka, P. *System and Function: Toward a Theory of Society*. New York: Academic Press, 1974.
- Taibleson, M.T. "Distinguishing between contagion, heterogeneity and randomness in stochastic models". *Am. Sociol. Rev.*, 39, (1974) 877-80.
- Tamayo, M., *El proceso de la investigación científica. Fundamentos de investigación*, México, Limusa, 1981
- Tanur, Judith M., et al., (eds.) *Statistics: A Guide to Political and Social Issues*. San Francisco, CA: Holden-Day, 1977.
- Tarski, A. *Introduction to logic and to the methodology of deductive sciences*. New York. Oxford University Press, 1946.
- Tepperman, Lorne "Collective mobility and the persistence of dynasties", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 405-429.
- Teson, N. E., "Ultimate Reality and Meaning and the Social Cybernetics Approach". *Ultimate Reality and Meaning* 7(2), (1984) 117-132.
- Tezanos, J.F., *La explicación sociológica: Una introducción a la sociología*, Madrid, UNED, 1987
- Thompson, J.B. *Critical Hermeneutics: A Study in the Thought of Paul Ricoeur and Jürgen Habermas*. London and New York: Cambridge University Press, 1981.
- Thurstone, L. ; Chave, E.J., *The measurement of attitudes*, Chicago, U. of Chicago Press, 1929

- Tilly, Charles "Misreading, then reading, nineteenth-century social change", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 332-358.
- Tiryakian, E. "Post-Parsonian sociology". *Humboldt Journal of Social relations*, 7(1), (1980) 17-32.
- Toharia, J.J. "El funcionalismo normativista: la obra de Talcott Parsons" en J. Jiménez Blanco y C. Moya, *Teoría sociológica contemporánea*. Madrid, Tecnos, 1978.
- Toliver Sr, W.H., A.M. Polowy & D. Neal, "A Self-developing Community System: Theoretical and Operational Frameworks". In: Geyer & Van der Zouwen, *Dependence and Inequality; A Systems Approach to the Problems of Mexico and Other Developing Countries*. Oxford, Pergamon, 1982, 239-250.
- Tomasson, Richard F. *Comparative studies in sociology. An annual compilation of research*. Greenwich, Conn.: JAI Press, 1978.
- Torgerson, W.S., *Theory and methods of scaling*, New York, Wiley, 1958
- Toulmin, S. *The philosophy of science*. New York: Harper, 1960.
- Travers, Jeffrey and Stanley Milgram "An experimental study of the small world problem". *Sociometry*, 32, (1969) 425-443.
- Treiman, Donald J. "Industrialization and social stratification". In Edward O. Laumann (ed.), *Social Stratification: Research and Theory for the 1970s*. Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1970, pp. 207-234.
- Troitzsch, Klaus "Mathematical modelling and computer simulation of social processes: problems and a new solution". *BMS - Bulletin de Methodologie Sociologique*, nr. 40, (1993) s. 16-42.
- Tsivacou, I., "The rationality of distinctions and the emergence of power: A critical systems perspective of power in organizations". *Systems Research and Behavioral Science* 14(1), (1997) 21-34.
- Tuma, N. B. "Rewards, resources, and the rate of mobility". *Am. Sociol. Rev.*, 41, (1976) 338-60.
- Tuma, N.B., Hannan, M.T. *Social Dynamics: Models and Methods*. Orlando, FL: Academic Press, 1984.
- Turk, Herman "Interorganizational networks in urban society: Initial perspectives and comparative research". *American Sociological Review*, 35, (1970) 1-20.
- Turner, J. H., "A Cybernetic Model of Economic Development". *The Sociological Quarterly* 12(2), (1971) 191-207.
- Turner, J. H. "A Cybernetic Model of Legal Development". *Western Sociological Review* 5, (1974) 3-16.
- Turner, Jonathan "Returning to social physics". In S. McNall (ed.), *Current Perspectives in Social Theory*. New York: JAI Press, 1981.
- Turner, S.P., *Sociological explanation as traslation*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1980
- Turner, J.H. *The Structure of Sociological Theory*. Third ed. Homewood, IL: The Dorsey Press, 1982.
- Turner, J.H. and Beeghley, L. *The Emergence of Sociological Theory*. Homewood, IL: The Dorsey Press, 1981.
- Turner, M. E., "The statistical analysis of mutual causation". In: Krippendorff, *Communication and Control in Society*. New York, Gordon and Breach, 1979, 43-57.
- Turner, Ralph, "American Sociology in Search of Identity", *American Behavioral Scientist*, julio-agosto, 1990.
- Turner, Stephen "Who's afraid of the history of sociology?" *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie*, jg. 24, nr. 1, (1998) s. 3-10.
- Tversky, Amos; Coombs, Clyde H.; and Dawes, Robyn M. *Mathematical Psychology: An Elementary Introduction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1970.
- Tyree, Andrea, Semionov, Moshe and Hodge, Robert W. "Gaps and glissandos: Inequality, economic development and social mobility in 24 countries". *American Sociological Review*, 44, (1979) 410-424.

- Uehara, Edwina "Dual Exchange Theory, Social Networks, and Informal Social Support". *American Journal of Sociology*, 96, (1990) 521-57.
- Ullman-Margalit, Edna *The Emergence of Norms*. Oxford, U.K.: Clarendon Press, 1977.
- Umpleby, S. A., *Some Applications of Cybernetics to Social Systems*. Ph.D.-thesis University of Illinois at Urbana-Champaign, 1975.
- Utting, J. ; Hall, J., *The use of computers in university social sciences departaments*, London, SSRC, 1973
- Valade, Bernard "Sociology in quest of its past". *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie*, jg. 23, nr. 1, (1997) s. 9-14.
- van der Ploeg, Frederick, (ed.) *Mathematical Methods in Economics*. New York, NY: John Wiley, 1984.
- Van-Parijs, P., *Evolutionary explanation in the social sciences*, Totowa, Rowman and Littlefie, 1981
- Vickers, G., "Is Adaptability Enough?" *Behavioral Science* 4, (1959) 219-234.
- Volterra, V. *Lecons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie*. Paris: Gauthier – Villars, 1931.
- Von Neumann, J. and Morgenstern, O. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1947.
- Von Wright, G. H. *An Essay in Deontic Logic and the General Theory of Action*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1968.
- Von-Wright, G.H., *Explicación y comprensión*, Madrid, Alianza, 1979
- Walton, G.M. (ed.) "Symposium on "Time on the Cross"". *Explorations in Economic History*, 12, (1975).
- Wallace, W.L., *La lógica de la ciencia en sociología*, Madrid, Alianza, 1976
- Warfield, J.N., *Societal Systems; Planning, Policy and Complexity*. New York, Wiley, 1976.
- Wartofsky, M.W., *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza, 1973
- Washburn, D.K. and Crowe, Donald W. *Symmetries of Culture: Handbook of Plane Pattern Analysis*. Seattle, WA: University of Washington Press, 1988.
- Wasserman, S. "Models for binary directed graphs and their applications". *Advances in Applied Probability*, 10, (1978) 803-818.
- Wasserman, Stanley, and Katherine Faust *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- Wasserman, S. and Galaskiewicz, J. "Some generalizations of p1: External constraints, interactions and non-binary relations". *Social Networks* (in press), (1984).
- Watson, H.W. "On the probability of the extinction of families". *J. Anthropol. Inst. GB Ire.*, 4, (1874) 138-44.
- Webb, E.I. ; Otros, *Unobtrusive measures: nonreactive research in the social sciences*, Chicago, Rand Mc Nally, 1966
- Webb, S. ; Webb, B., *Methods of social study*, London, U. Cambridge Press, 1975
- Weber, Max "Economia y sociedad". México, FCE. 1969.
- Weber, M., *Ensayos sobre metodología sociológica*, Buenos Aires, Amorrortu, 1973
- Weil, A. "Appendix to Part I". IN C. Lévi-Strauss, *The Elementary Structures of Kinship*. Boston: Beacon Press, 1969 [1949].
- Weinberg, Elizabeth A. "Perestroika and soviet sociology". *British Journal of Sociology*, vol. 43, nr. 1, (1992) s. 1-10.
- Weinstein, M. A., "Creativity and the Cybernetic Hierarchy: Two Models of the Human Condition". *Social Science* 49(1), (1974) 11-18.
- Weisberg, S., *Applied linear analysis*, New York, Wiley, 1980
- Welford, A.T., *Sociedad, problemas y métodos de estudio*, Barcelona, Martínez Roca, 1966
- Wellman, Barry "The community question: The intimate networks of East Yorkers". *American Journal of Sociology*, 84, (1979) 1201-31.

- Wellman, Barry "Network analysis: Some basic principles", in Randall Collins (ed.), *Sociological Theory*. San Francisco: Jossey-Bass, 1983, pp. 155-200.
- Wellman, Barry "Networks as Personal Communities", in Wellman and Berkowitz (Eds.) *Social Structures: A Network Approach*. New York: Cambridge University Press, 1988, pp. 130-184.
- Wellman, Barry "Structural analysis: From method and metaphor to theory and substance", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 19-61.
- Wellman, Barry and S.D. Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- Wellman, Barry and S.D. Berkowitz "Introduction: Studyning social structures", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 1-14.
- Wellman, Barry, and Scot Wortley "Different Strokes from Different Folks: Community Ties and Social Support". *American Journal of Sociology*, 96, (1990) 558-88.
- Wellman, Barry, Peter J. Carrington, and Alan Hall "Networks as personal communities", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 130-184.
- Wells, R. ; Picou, J.S., *American sociology: theoretical and methodological structure*, Washington, University Press, 1981
- Wender, P. H., "Vicious and Virtuous Circles: The Role of Deviation Amplifying Feedback in the Origin and Perpetuation of Behavior". *Psychiatry* 31(4), (1968) 309-324.
- Weyl, H. (1952) Symmetry. Princeton: Princeton University Press.
- White, Douglas R. "Structural equivalence in social networks: Concepts and measurement of role structures". Forthcoming in Linton C. Freeman, A. Kimball Rommey and Douglas R. White (eds.), *Research Methods in Social Networks Analysis*. Chicago: Nelson-Hall, 1984.
- White, Douglas R. and Karl P. Reitz "Graph and semigroup homomorphisms on networks and relations". *Social Networks*, 5, (1983) 193-234. *Sociology*, 81, (1983) 730-780.
- White, Douglas R. and H. Gilman McCann "Cites and fights: Material entailment analysis of the eighteenth-century chemical revolution", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 359-379.
- White, H.C. *An Anatomy of Kingship*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1963.
- White, H.C. *Chains of opportunity: System Models of Mobility in Organizations*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1970.
- White, H.C. "Probabilities of homomorphic mappings from multiple graphs". *Journal of Mathematical Psychology*, 16, (1977) 121-134.
- White, Harrison "Varieties of markets", in Wellman and Berkowitz (eds.) *Social structures: A network approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, pp. 226-260.
- White, H.C., Boorman, S.A., Breiger, R.L. "Social structure from multiple networks. I: Blockmodels of roles and positions". *American Journal of Sociology*, 81, (1976) 730-80.
- White, Leonard, D. *The State of the Social Sciences*. The University of Chicago Press, 1956.
- White, L.A. and Dillingham, B. *The Concept of Culture*. Minneapolis: Burgess, 1973.
- Whitehead, A.N. and Russell, B. *Principia Mathematica*. Cambridge: Cambridge University Press, 1964 [1910].
- Wiener, N. *Cybernetics*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1948.
- Wiener, N., *The human use of human beings; cybernetics and society*. Boston, Houghton Mifflin, 1954.
- Wiener, Philip P. (ed.) *Readings in Philosophy of Science*. New York, Charles Scribner and Sons, 1953.
- Wildt, A.R. ; Antola, O.T., *Analysis of covariance*, Beverly Hills, Sage, 1979

- Wilson, E.B., *An introduction to scientific research*, New York, Mc Graw Hills, 1982
- Wilkins, L. T., "A Behavioural Theory of Drug Taking". *Howard Journal* 11(4), (1965) 6-17.
- Willer, David "The basic concepts of the elementary theory". In David Willer and Bo Anderson, *Networks, Exchange and Coercion*. New York: Elsevier/Greenwood, 1981a.
- Willer, David "Quantity and network structure". In David Willer and Bo Anderson (eds.), *Networks, Exchange and Coercion*. New York: Elsevier/Greenwood, 1981b.
- Willer, David "Structurally determined networks". In David Willer and Bo Anderson (eds.), *Networks, Exchange and Coercion*. New York: Elsevier/Greenwood, 1981c.
- Willer, David "Theory, experimentation and historical interpretation". In J. Berger and M.Zelditch (eds.) *Sociological Theories in Progress III*. Pittsburgh: The University of Pittsburgh Press, (forthcoming).
- Willer, D. "Analysis and composition as theoretic procedures". *Journal of Mathematical Sociology*, 10, (1984) 241-269.
- Willer, David and Anderson, Bo (eds.) *Networks, Exchange and Coercion*. New York: Elsevier/Greenwood, 1981.
- Willer, David and Hingers, Robert "Prevailing postulates of social exchange theory". In S. McNall (ed.), *Current Perspectives in Sociological Theory*. New York: St. Martin's Press, 1979.
- Willer, D., *Scientific sociology*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1973
- Willer, D. ; Willer, J., *Systematic empiricism: a critique of pseudoscience*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1973
- Wilson, Patrick, "Interdisciplinary Research and Information Overload", *Library Trends*, 2, otoño (1996), págs. 192-203.
- Wilson, Thomas P. "Conceptions of interaction and forms of sociological explanation". *American Sociological Review*, 35, (1970) 697-710.
- Wilson, Thomas P. "Qualitative "versus" quantitative methods in social research". Published as "Qualitative, oder' quantitative Methoden in der Sozialforschung." *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie Heft 3/* (1982) 487-508.
- Wilson, T.P. "On Interpreting Coefficients in Differential Equation Models". *American Sociological Review*, 46, (1981) 933-935.
- Wilson, T. "On the role of mathematics in the social sciences". *Journal of Mathematical Sociology*, 10, (1984) 221-239.
- Wilson, Thomas P. *Extensionalism, reflexivity, and science*. Unpublished manuscript. Department of Sociology, University of California, Santa Barbara, CA 93106, (ms).
- Wilson, Thomas P. And Zimmerman, Don H. "Ethnomethodology, sociology and theory". *Humboldt Journal of Social Relations*, 7, (1980) 52-88.
- Winch, P., *The idea of a social science*, Londres, Routledge, 1958
- Windelband, Wilhelm *A History of Philosophy, Vol. II*. New York: Harper and Row, 1958 [1901].
- Winograd, T. *Understanding Natural Language*. New York: Academic Press, 1972.
- Winship, Christopher and Michael Mandel "Roles and positions: A critique and extension of the blockmodeling approach", in Samuel Leinhardt (ed.) *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1983, pp. 314-344.
- Winton, C.A., *Theory and measurement in sociology*, Cambridge, Schenkman, 1974
- Witz, K. "Conference self-summary". In P.A. Balanoff (ed.), *Genealogical Mathematics*. Paris: Mouton, 1974.
- Witz, Klaus and John Earls "A representation of systems of concepts by relational structures", in Paul A. Ballonoff (ed.) *Mathematical models of social and cognitive structures: Contributions to the mathematical development of anthropology*, 1974, pp. 104-120.
- Wittgenstein, L. *Tractatus logico-Philosophicus*. Madrid. Alianza.1973

- Wolf, F.M., *Meta-analysis*, Beverly-Hills, Sage, 1985
- Wolfe, A.W. "The rise of network thinking in anthropology". *Social Networks*, 1, (1978) 53-64.
- Wonnacott, Ronald J. and Wonnacott, Thomas H. *Econometrics*. New York, NY: John Wiley, 1979 (second edition),
- Worrall, J. ; Currier, G. ; Lakatos, I., *The methodology of scientific research programmes*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1978
- Woodcock, A. y Davis, M. *Teoria de las catástrofes* Madrid, Catedra, 1986
- Wright, S., *Path coefficients and path regressions*, London, McMillan, 1974
- Wu, Lawrence "Local blockmodel algebras for analyzing social networks", in Samuel Leinhardt (ed.) *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass, 1983, pp. 272-313.
- Wüsthoff, H-J, *Handelnde Automaten oder automatenhaft Handelnde; zur Identifizierbarkeit von sozialen Prozessträgern und Informationsverarbeitungssystemen*. Duisburg, Verlag der Sozialwissenschaftlichen Kooperative, 1978.
- Yamagishi, Toshio and Karen S. Cook "Generalized Exchange and Social Dilemmas". *Social Psychology Quarterly*, 56, (1993) 235-48.
- Young, O.R. (ed.) *Bargaining: Formal Theories of Negotiation*. Urbana: University of Illinois Press, 1975.
- Young, P.V., *Métodos científicos de investigación social*, México, IIS, 1960
- Young, C. ; Savola, K.L. ; Phelps, E., *Inventory longitudinal studies in the social sciences*, London, Sage, 1991
- Zadeh, L. A., "Fuzzy Systems Theory: A Framework for the Analysis of Humanistic Systems". In: Cavallo, *Systems Methodology in Social Science Research; Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982, 25-41.
- Zarzowich, S.S., *Calidad de los datos estadísticos*, Roma, FAO, 1970
- de Zeeuw, G., "Speeding up Improvement". In G.E. Lasker (ed.) *Applied Systems and Cybernetics, Vol. 1*. New York, Pergamon, 1981, 93-98.
- de Zeeuw, G., "Analysis of Systems Support". In R. Tomlinson (ed.), *Systems Analysis*. London, Pergamon, 1984, 187-204.
- de Zeeuw, G., "Can social change be supported by inquiry?" *Kybernetes* 13(3), (1984b) 165-171.
- de Zeeuw, G., "Social change and the design of enquiry". In: Geyer & Van der Zouwen, *Socio-kybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 131-144.
- de Zeeuw, G., "Chaotic Interaction - Preparing for Survival". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 223-227.
- de Zeeuw, G., "Innovation and Increase of Competence". In: Geyer (ed.) *The Cybernetics of Complex Systems; Self-Organisation, Evolution, and Social Change*. Salinas, CA., Intersystems Publications, 1991, 229-238.
- de Zeeuw, G., "Knowledge acquisition in changing realities". *Kybernetes* 26(6/7), (1997) 837-847.
- Zeisel, H., *Dígalo con números*, México, F.C.E., 1962
- Zelditch, M., Jr. and Anderson, B. "On the balance of a set of ranks". In J. Berger, M. Zelditch, Jr. an B. Anderson (eds.), *Sociological Theories in Progress, Volume one*. New York: Houghton-Mifflin, 1966.
- Zeller, R.A. ; Carmines, E.G., *Measurement in the social sciences*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1980
- Zetterberg, Hans L. *On Theory and Verification in Sociology*. The Bedminster Press, New Jersey, 1963.
- Zetterberg, H., *Teoría y verificación en sociología*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1968
- Zipf, G.K. "The P1P2/D Hypothesis: On the intercity movement of persons". *American Sociological Review*, 11, (1946) 677-686.

- Zipf G.K. *Human behavior and the principle of least effort*. Reading. Mass. Addison-wesley, 1949.
- Znaniecki, F., *The method of sociology*, New York, Rinehart, 1954
- van der Zouwen, J., "A conceptual model for the auxiliary hypotheses behind the interview". *Annals of Systems Research* 4, (1974) 21-37.
- van der Zouwen, J., "Hypotheses behind the Sociological Interview: Test and Reformulation". In: Cavallo, *Systems Methodology in Social Science Research; Recent Developments*. Boston, Kluwer Nijhoff, 1982, 142-157
- van der Zouwen, J., "Self-steering and social hierarchy". *Kybernetes* 12(3), (1983) 193-195.
- van der Zouwen, J., "The impact of self-referentiality of social systems on research methodology". In: Geyer & Van der Zouwen, *Self-Referencing in Social Systems*. Salinas CA., Intersystems, 1990, 59-68.
- van der Zouwen, J., "Methodological problems with the empirical testability of sociocybernetic theories". *Kybernetes* 25(7/8), (1996) 100-108.
- van der Zouwen, J., "The validation of sociocybernetic models". *Kybernetes* 26 (6/7), (1997) 848-856.
- van der Zouwen, J. & W. Dijkstra, "Modelling Interaction Processes in Interviews: a Contribution of Systems Methodology". In: R. Trappi (ed.) *Cybernetics and Systems Research*. Amsterdam, North-Holland, 1982, 105-111.
- van der Zouwen, J., W. Dijkstra & J. van de Bovenkamp, "The control of interaction processes in survey interviews". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetic Paradoxes; Observation, Control, and Evolution of Self-steering Systems*. London, Sage, 1986, 55-63.
- van der Zouwen, J. & Geyer, F., "The sociocybernetic paradox: A short introduction". *Kybernetes* 13(3), (1984) 129-131.
- Zuckerman, Harriet, "The Sociology of Science", en Smelser, *Handbook of Sociology*, Sage Publications, 1988, págs. 511-574.
- Zwick, M., "Dialectics and catastrophe". In: Geyer & Van der Zouwen, *Sociocybernetics; an actor-oriented social systems approach*. Leiden, Nijhoff, 1978, Vol. 1, 129-154.