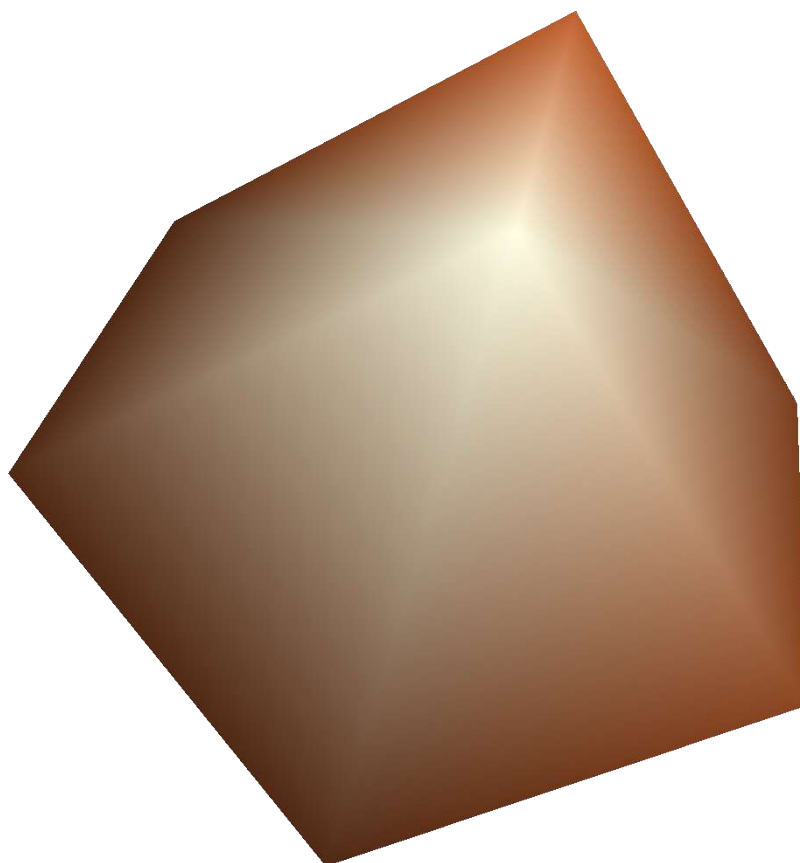


# El análisis de la realidad social

## Modelos estructurales de covarianzas

*Antonio Alaminos*



Observatorio Europeo de Tendencias Sociales - [www.obets.ua.es](http://www.obets.ua.es)





# **El análisis de la Realidad Social**

Modelos estructurales de covarianzas

Antonio Alaminos

El análisis de la realidad social – Modelos estructurales de covarianzas

---

Autor: Antonio Alaminos - ISBN: 84-609-4148-5 - Dep. Legal: A-92-2005

Licenciatura en Sociología

OBETS - Observatorio Europeo de Tendencias Sociales. Universidad de Alicante  
[www.obets.ua.es](http://www.obets.ua.es)

Diseño de cubierta: Oscar A. Santacreu

Esta obra está bajo una licencia  
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada de Creative  
Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.1/es/>

## Índice de contenido

1. La conciencia del sociólogo.....	3
1.1. Principios, reglas y procedimientos.....	3
1.1.1. Principios.....	4
1.1.2. Algunas reglas metodológicas.....	12
1.2. Elementos de la actividad científica.....	18
1.3. La lógica como pensamiento.....	37
1.4. Explicación y causalidad.....	40
1.5. La determinación teórica del orden explicativo.....	46
1.6. La argumentación.....	49
1.7. Los argumentos inductivos.....	55
1.8. El testado de hipótesis.....	59
1.9. Lógica de contradecir o falsar hipótesis.....	62
1.10. Lógica de confirmar o verificar hipótesis.....	67
2. Unidades de análisis, variables, medición.....	69
2.1. Latente y manifiesto.....	71
2.2. Medición.....	78
2.3. Los niveles de medición.....	82
2.4. Error de medición.....	91
2.5. Cifrados y transformaciones.....	96
3. Modelos estructurales de medición.....	99
3.1. Testado de bondad de ajuste.....	115
3.2. La explicación entre latentes.....	124
3.3. Modelos estructurales con variables observadas.....	127
3.4. La teoría de grafos y modelos estructurales.....	134
3.5. Estrategias de construcción de modelos estructurales.....	148
3.6. Sistemas supresores o de refuerzo.....	151
3.7. Notación de sistemas estructurales.....	155
3.8. Sistemas de ecuaciones.....	157
3.9. Presunciones.....	158
3.10. Transformaciones.....	159
3.11. Parámetros teóricos y estimados empíricos.....	162
3.12. Primera regla de descomposición.....	163
3.13. Segunda regla de descomposición.....	164
3.14. Los modelos recursivos y no recursivos.....	165
3.15. Identificación en modelos recursivos y no recursivos.....	169
3.16. La determinación del estado.....	172
3.17. Identificación del sistema.....	174

3.18. Condiciones de orden.....	175
3.19. Condiciones de rango.....	175
3.20. Los procedimientos de restricción.....	177
4. ANEXO.....	183
5. Bibliografía General.....	187

## 1. La conciencia del sociólogo

*"Los hombres aprenden de otros hombres lo que saben de sí mismos, del mundo en el que deben vivir y del mundo en el que desearían vivir"*

*Harlan Ellison. Dangerous Visions*

### 1.1. Principios, reglas y procedimientos

La metodología y las técnicas de investigación implican, simultáneamente, diferentes objetos de reflexión. Podemos distinguir, a grandes rasgos, tres referentes distintos que son objeto interés. En primer lugar, encontramos la reflexión centrada sobre las características que posee la realidad y que le hace cognoscible desde una determinada perspectiva cultural. Implica, por lo tanto, que pueda ser la realidad y en que medida es factible elaborar sobre ella un tipo concreto de conocimiento. Estaremos hablando de los *principios básicos* de la actividad científica, en la que se postulan principios como los de observación (empirismo), racionalidad (lógica) o experimentación (control). En otra posición encontramos aquellas *reglas metodológicas* que se afirman como axiomas y que proporcionan un referente de actuación en la actividad de investigación. Estaremos hablando del conocimiento en si mismo, y no de la relación de este con la realidad. Así, el principio de parsimonia es una regla que no afirma nada de la realidad, pero si de la actividad de conocer. Por ultimo, encontramos aquellos *procedimientos tecnológicos* que actúan como aproximación y traducción de la realidad. Así, los procedimientos de escalamiento, diseño de cuestionario, o análisis implican herramientas y orientaciones que trazan unas formas concretas de proceder con la investigación.

*“Porque los problemas auténticos no cambian. A fin de cuentas, ¿podemos escrutar el alma humana a través de un microscopio? Tal vez, pero en todo caso será ineludible emplear uno de éstos que son muy caros y tienen dos oculares. Sabemos que la computadora más avanzada del mundo no tiene un cerebro tan complejo como el de una hormiga. Ciertamente, lo mismo podríamos decir de la mayoría de nuestros parientes, pero no hemos de soportarles más que en las bodas o las grandes ocasiones. En todo momento dependemos de la ciencia. Si noto un dolor en el pecho, he de hacerme una radiografía. Pero ¿y si la radiación de los rayos X me crea un problema mayor? Supongamos que me tienen que operar. Y supongamos que mientras me dan oxígeno, a un interno se le ocurre encender un cigarrillo. La próxima cosa que ocurriría es que yo saldría proyectado en pijama sobre las torres de la Bolsa. ¿Para eso sirve la ciencia? Ciertamente, la ciencia nos ha enseñado cómo pasteurizar el queso. Lo cual puede ser divertido en compañía femenina, también es cierto. Pero ¿y qué pasa con la bomba H? ¿Habéis visto alguna vez lo que ocurre cuando una de esas cosas se cae al suelo accidentalmente? ¿Y dónde queda la ciencia cuando uno se interroga sobre los enigmas eternos? ¿Cómo se originó el cosmos? ¿Lleva en danza mucho tiempo? ¿Se formó la materia con una explosión o por la palabra de Dios? Y de ser este último el caso, ¿por qué no puso Él manos a la obra un par de semanas antes, cuando el clima era más templado? ¿Qué queremos dar a entender exactamente al decir "el hombre es moral"? A todas luces no se trata de un cumplido.”*

*W. Allen. Mi discurso a los graduados*

### **1.1.1. Principios**

El desarrollo de la actividad investigadora se desenvuelve dentro del marco determinado por unas asunciones de carácter epistemológico. Así, los científicos solo pueden asumir que el mundo existe, que existe un orden en él, que es percible a través de nuestros sentidos y que posible el conocimiento 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 contradichas por nuevas evidencias. La actividad científica es un proceso abierto, donde nada se da por definitivo. Existen varios principios claves que subyacen en



todo el proceso, siguiendo la afirmación que describe las presunciones del saber científico: empirismo (observación-sentidos), control (experimentación - verificación) y racionalidad (orden del mundo).

*"Ahora comprenderá lo que digo cuando afirmo que si la carta robada hubiera estado oculta en cualquier lado dentro del radio de la investigación del prefecto -en otras palabras, si el principio básico de su ocultamiento hubiera quedado limitado dentro de los principios del prefecto-, sin duda se la hubiese hallado".*

*E.A. Poe, La carta robada*

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, sabor, olor 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.

*ESCENA DECIMONOVENA  
SEGISMUNDO.*

*Es verdad, pues reprimamos  
esta fiera condición,  
esta furia, esta ambición,  
por si alguna vez soñamos;  
y sí haremos, pues estamos  
en mundo tan singular,  
que el vivir sólo es soñar;  
y la experiencia me enseña  
que el hombre que vive sueña  
lo que es hasta despertar.  
Sueña el rey que es rey, y vive  
con este engaño mandando,*

*disponiendo y gobernando;  
 y este aplauso, que recibe  
 prestado, en el viento recibe;  
 y en cenizas le convierte  
 la muerte (¡desdicha fuerte!):  
 ¿qué hay quien intente reinar  
 viendo que ha de despertar  
 en el sueño de la muerte?  
 Sueña el rico en su riqueza,  
 que más cuidados le ofrece;  
 sueña el pobre que padece  
 su miseria y su pobreza;  
 sueña el que a medrar empieza,  
 sueña el que afana y pretende,  
 sueña el que agravia y ofende,  
 y en el mundo, en conclusión,  
 todos sueñan lo que son,  
 aunque ninguno lo entiende,  
 Yo sueño que estoy aquí  
 de estas prisiones cargado,  
 y soñé que en otro estado  
 más lisonjero me vi.  
 ¿Qué es la vida? Un frenesí.  
 ¿Qué es la vida? Una ilusión,  
 una sombra, una ficción,  
 y el mayor bien es pequeño;  
 que toda la vida es sueño,  
 y los sueños, sueños son.*

*Calderón de la Barca. La vida es sueño.*

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 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.

Encontramos aquí una debilidad importante en la sociología actual, en la medida que las explicaciones sociológicas se apoyan sobre variables

e indicadores visibles directamente a los sentidos. La existencia e importancia de las variables latentes es indudable. No obstante, los conceptos y explicaciones tienden a permanecer en el ámbito de lo sensible y directamente mensurable. La consecuencia más evidente de esta limitación es una trivialización excesiva de las explicaciones sociológicas de los fenómenos sociales.

*"Pero, ¿qué sabría un pez de las grandes profundidades si una plancha de acero, desprendida de un pecio, le golpeará la nariz? Estamos sumergidos en un océano convencional de densidad casi impenetrable. A veces soy un salvaje descubriendo un objeto en la orilla de su isla, a veces soy como un pez de las profundidades y me duele la nariz".*

*Charles Fort. El libro de los condenados.*

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 Katzner, Cook y Crouch (1978) "La evidencia es lo fundamental. Si los resultados entre 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." El principio de empirismo en la ciencia también significa 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 esta más allá de la ciencia.

Esto que actualmente se considera un principio rector del conocimiento científico actual, es enunciado como una regla por Isaac Newton<sup>1</sup>, en sus reglas para la investigación de la naturaleza. "Regla cuarta. En la Física experimental, los teoremas derivados por inducción de

<sup>1</sup> Isaac Newton, "Principios matemáticos de la filosofía natural", 1687. Libro III.

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".

No obstante, tal y como destacara Adorno (1973), 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 quizá, 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 inhibitoria 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 asum 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 entorno 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 manipulan el propio

preguntar: es una de las más importantes de entre todas las que podría plantearse la ciencia social.”

*"El poeta, el pintor, el detective particular... todo aquel que agudiza nuestra percepción, tiende a ser antisocial: rara vez "bien adaptado", no puede acompañar a corrientes y tendencias. A menudo existe, entre los tipos antisociales, el extraño vínculo de su capacidad para ver los ambientes tales como son realmente. Esta necesidad de delimitar, de enfrentar al ambiente con cierto poder antisocial, resulta evidente en el famoso relato sobre "la vestidura nueva del rey". Los cortesanos "bien adaptados", con sus intereses creados, vieron al emperador magníficamente engalanado. El negro caballero "antisocial", (en otras versiones un niño, que es lo mismo), no habituado al viejo ambiente, vio con claridad que el rey "iba desnudo". El nuevo ambiente era claramente visible para él."*

*M. McLuhan, Q. Fiore. El medio es el masaje.*

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.** Se refiere, en los diseños experimentales, a la capacidad de controlar el proceso, donde el fenómeno en estudio se controla con otro no sujeto a una condición experimental. Previamente a que se publiquen los resultados de las investigaciones, se presume que han empleado procedimientos orientados a disminuir al máximo posible aquellos errores que pudieran sesgar la investigación. Tal como hemos afirmado, 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. No obstante, existen diversos procedimientos empleados en el transcurso de la investigación destinados a minimizar los sesgos. Así, la asignación aleatoria a grupos experimentales. Por ejemplo, los problemas del análisis de varianza con dos factores o más empleando datos de encuestas, y por eso mismo con

casos desiguales en cada celdilla. Este ideal de control del proceso de investigación es una referencia importante en la actividad denominada ciencia. El empleo de los procedimientos de control elimina las explicaciones confusas de los sucesos en estudio, y es uno de los rasgos principales por el que se diferencia el conocimiento científico del casual. 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.

**Racionalidad** (orden del mundo). El mundo es racional, posee orden y estructura: regularidad. Por lo tanto existen leyes que puedan ser determinadas. Una cuestión importante viene dada por como se percibe y se determina una regularidad que debe de ser el objeto de la investigación social (estructuras y procesos); determinada como consecuencia deductiva desde la teoría (condiciones de existencia de V. Pareto) o como exigencia del contexto histórico (M. Weber).

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 consecuciones regulares o los conjuntos relativamente estables. Y ello no solo en su manifestación epifenoménica, sino en sus dimensiones explicativas internas. Así, la necesidad de detectar uniformidades es una consecuencia de la destrivialización de la vida cotidiana, debido a la multidimensionalidad y latencia de las estructuras y procesos.

Es importante distinguir analíticamente entre el proceso de cambio que subyace y la diversidad de manifestación de los procesos sociales. Un conjunto de fenómenos sociales pueden ser generados por un mismo proceso social subyacente y que estos, no obstante, puedan covariar, no covariar, cancelarse mutuamente, etc. En definitiva, la multivariabilidad es la apariencia de un conjunto más limitado de dimensiones (tanto de estructuras como de procesos). A nivel conceptual esto toma contacto con la noción platónica donde la realidad es una pluralidad multiforme, en cierta forma degradada (en tanto que mezclada y superpuesta) de un referente o idea-forma que la simplifica y depura. Sobre esa línea habría mucho que argumentar desde la reflexión sociológica. Así, los tipos ideales de M. Weber (idea metodológica central de "Economía y

sociedad") son simplificaciones sociológicamente depuradas de distintas formas de manifestación histórica; es decir modelos latentes.

No evita Max Weber ("El político y el científico"), el aludir directamente a leyes. "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".

Este referirse a una realidad profunda o latente que explica la diversidad aparente, se encuentra presente en toda la sociología clásica, alcanzando quizás su forma más depurada en Wilfredo Pareto (1906):

*"7. 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 tienen 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. (...)*

*8. Una ley o una uniformidad no es verdadera sino bajo ciertas condiciones, que nos sirven precisamente para indicar cuáles son los 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.*

*9. 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 equivoco; 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.*

*10. No conocemos, ni podremos jamás conocer, un fenómeno concreto en todos sus detalles; siempre hay un residuo. (...).*

*11. Puesto que no conocemos enteramente ningún fenómeno concreto, nuestras teorías de esos fenómenos no son más que aproximadas. (...)"*.

Es posible ejemplificar esto afirmado por Pareto desde la conocida falacia ecológica de los agregados. El proceso de racionalización de Weber, daría cuenta de diferentes fenómenos sociales, actitudes, opiniones y estados de deseabilidad social (superstición mal vista pero practicada) como manifestaciones multivariantes, muchas de las cuales se cancelan. La pregunta última es el porque de ese proceso. Weber en tanto que economista ocupaba en su campo perceptual un área de interacción social especialmente racional. No obstante la misma disciplina genera su objeto: los economistas racionalizan las empresas, los mercados, los sociólogos la sociedad, etc

### **1.1.2. Algunas reglas metodológicas**

Las reglas metodológicas se refieren a los criterios que rigen el proceder de los científicos en la tarea de articular los conocimientos que dan lugar a la elaboración de "teorías". En su mayor parte, estas reglas son consecuentes lógicos de aquellos principios considerados en el apartado anterior. Como sucedía con el principio de "control" estos criterios generales encuentran limitaciones en su aplicabilidad o utilidad en ciencias como la sociología.

- Parsimonia.
- Abstracción.
- Generalidad.
- Neutralismo ético.
- Objetividad.
- Triangulación.
- Reducción de ruidos comunicacionales

**Parsimonia.** Para algunos filósofos principio, economía del pensamiento, etc. 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".*

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

Desde la tradición científica, una exposición bastante ejemplar viene propuesta por Isaac Newton<sup>2</sup> 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.

En el caso de la sociología, la carencia y limitaciones de las teorías explicativas aconsejan ampliar la presencia de variables intervinientes, en la medida que aún se precisa refinar y detallar las explicaciones de la sociedad.

**Abstracción.** Esto es consecuencia de que 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 comprensión más profunda

<sup>2</sup> Isaac Newton, "Principios matemáticos de la filosofía natural", 1687. Libro III.

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 si y no resultado de una intuición genial.

*"Del rigor en la ciencia.*

*... En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logro tal Perfeccion que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el mapa del imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, esos Mapas Desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartografos levantaron un Mapa del Imperio, que tenia el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Siguietes entendieron que ese dilatado Mapa era Inutil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y de los inviernos. En los desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el país no hay otra reliquia de las Disciplinas Geograficas."*

*J.L. Borges. El hacedor*

Isaac Newton<sup>3</sup> en sus reglas para la investigación de la naturaleza, propone una regla tercera, bastante útil en la investigación sociológica comparada. "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".

**Generalidad.** En general, 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. Continuando con Isaac Newton<sup>4</sup> en sus reglas para la 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".

<sup>3</sup> Isaac Newton, "Principios matemáticos de la filosofía natural", 1687. Libro III.

<sup>4</sup> Isaac Newton, "Principios matemáticos de la filosofía natural", 1687. Libro III.

**Neutralismo ético.** Por ello no existen explicaciones últimas en la actividad científica, y por ello no existen teorías falsas o verdaderas, sino solamente "útiles" para explicar una configuración de hechos.

**Objetividad.** 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. Este es, sin embargo, un debate estéril en la medida que difícilmente puede postularse una objetividad total por parte del 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.

*"-Dios es mudo -solía repetir con orgullo- y si consiguiéramos que el hombre se calle..."*

*Al Ser Auténtico, razonaba Neddleman, sólo podía llegarse los fines de semana y no sin antes pedir prestado un coche. El hombre, de acuerdo con Needleman, no era una "cosa" separada de la Naturaleza, sino envuelta "en la naturaleza", incapaz de ver su propio existir sin fingir primero indiferencia y después correr a toda prisa hasta el extremo opuesto de la habitación con la esperanza de vislumbrarse a sí mismo."*

*W. Allen. Recordando a Needleman*

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 (1967) "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". 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.

**Triangulación.** Las técnicas de investigación no son automáticamente aplicables en función al criterio de cual es el tema a estudiar, como es frecuente encontrar en la mayoría de los manuales de técnicas de investigación. Las estrategias posibles deben, así mismo, evaluar la sociedad o el segmento sobre el que se va a aplicar. En determinadas circunstancias, las condiciones sociales no aconsejan la realización de una encuesta social a pesar de lo conveniente que pudiera ser el cuantificar un concepto o describir una población. Si la sociedad no es receptiva, o no posee las condiciones sociales mínimas para aceptar el hecho mismo de la investigación, se impone el emplear otras estrategias de recolección de datos, ya sea de forma complementaria o alternativamente. Debemos recordar que el objetivo final no es exclusivamente la obtención de información, sino que ésta sea a su vez válida y fiable. Las decisiones que deben de tomarse para conseguir ese fin, no tienen porque verse limitadas a una sola opción, sino que puede conjugar simultáneamente diferentes aproximaciones técnicas al problema.

Este tipo de estrategia combinando diferentes métodos se denomina triangulación. Un ejemplo accesible es el de una persona que tiene una cita muy importante al día siguiente a primera hora. Al irse a dormir intentara asegurarse de que por la mañana se despertara a tiempo. Muy posiblemente no se quede tranquilo solamente con poner el despertador. Podría quedarse sin pilas. Lo más seguro es que intente varios procedimientos conjuntamente: con el despertador, programando la radio, llamando al despertador telefónico, o pidiendo a algún amigo que le llame por teléfono. Esa combinación de métodos por si fallara alguno es bastante semejante al concepto de "triangulación".

Básicamente, la triangulación consiste en la construcción de comprobaciones y equilibrios, dentro del diseño de la investigación, mediante diferentes estrategias de recolección de datos. Denzing explica del siguiente modo la lógica de la triangulación. "Cada método revela diferentes aspectos de la realidad empírica, por lo que deben de utilizarse múltiples métodos de observación. Esto es denominado triangulación. Ofrezco ahora como regla metodológica final el principio de que deben de emplearse múltiples métodos en cada investigación". Partiendo de esa idea originaria de triangulación, como el estudio de un mismo objeto mediante diferentes métodos, extiende el concepto hacia los diferentes aspectos de la investigación. Esa multiplicidad de métodos puede efectuarse a varios niveles, ya sea triangulando los datos, los investigadores, las teorías que los expliquen o los métodos que se empleen para recoger los datos.

**Reducción de ruido comunicacional.** Así, para que la **verificación/falsación** de teorías sea practicable, no solo 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 regla es intentar incrementar el carácter denotativo a nivel de significación, donde un concepto acote en la medida de lo posible, un significado. La corrección del carácter connotativo del lenguaje coloquial debe intentarse mediante una tarea de definición lo suficientemente estricta. Para ello, frecuentemente, se inventan nuevos términos (llamados constructos) que intentan elaborar un vocabulario altamente técnico.

Esta tarea de recreación de un lenguaje más técnico posee la ventaja de la precisión, al cortar la cadena de connotación propia del lenguaje cotidiano. Por otra parte, la creación de conceptos es una consecuencia de la detección de realidades sociales que necesitan ser identificadas. Ciertamente, el desarrollo de conceptos especiales viene motivado por su utilidad para comprender el mundo que nos rodea. Por ejemplo, la existencia del termino "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 son juzgados por su utilidad. En la actividad científica no debería existir dogmatismo con respecto a la pervivencia o importancia de los conceptos teóricos. Estos 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 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 estas.

Por último, los procedimientos vienen definidos por las diferentes estrategias de aproximación técnica a la realidad. En nuestro caso, las diferentes técnicas de modelado.

## **1.2. Elementos de la actividad científica**

Un modelo del método científico: la percepción del trabajo científico como un continuo es uno de los principales aciertos de las representaciones empleadas por Wallace en su modelo. Quizás una de las representaciones más acertadas del proceso lógico del trabajo científico es la expuesta por Wallace (1971). La actividad científica es descrita por Wallace como un proceso dinámico interactivo entre la realidad y los modelos o teorías que la explican. Wallace describe este proceso sobre la base de cinco componentes principales de información, donde el paso de uno a otro está regulado por un control de tipo metodológico, así como determinados procedimientos técnicos. Se contemplan seis controles de este tipo mediando en las actuaciones del investigador sobre la información. Descriptivamente, desde una teoría o modelo se generan deductivamente unas preguntas o hipótesis sobre la realidad social. Estas hipótesis, que plantean determinada información referida a los fenómenos sociales, son transformadas de modo que puedan ser cuantificadas o permitan la medición (operativización). Es el momento de recoger empíricamente los datos sobre la información que plantea la hipótesis. Esa información es tratada mediante análisis, produciendo generalizaciones empíricas. Estas generalizaciones son la base para testar estadísticamente las hipótesis de partida, de forma que se tome una decisión sobre su veracidad sobre la base de los datos recogidos en la realidad. Los resultados, ya sean rechazar o aceptar la hipótesis, deben ser integrados en la teoría. Un modelo que pretenda explicar una parte de la realidad social no puede presentar contradicciones patentes entre aquello que predice de la sociedad (mediante hipótesis) y lo que sucede. Realmente, el esquema de Wallace es un modelo y como tal, se refiere a la realidad observada desde un prisma teórico. Un modelo expresa las relaciones entre elementos que son percibidas por la teoría, siendo más una reproducción teórica de la realidad que una reproducción de esta. En ese sentido el modelo de Wallace padece de los inconvenientes que son propios de todo modelo, como es el grado elevado de abstracción en lo que se refiere a las contingencias de la praxis científica. Wallace reconoce que el modelo es solo eso, e incorpora

varios comentarios accesorios a su representación *"Debo subrayar que el proceso científico ocurre (1) a veces rápidamente y otras lentamente (2) con un alto grado de formalización y rigor o informal e intuitivamente (3) ya sea mediante la interacción de un equipo de investigadores o por uno solo de ellos trabajando en solitario (4) a veces sólo en su imaginación y otras realizándolo explícitamente"*. El grado de variación en los procedimientos es elevado, pero existe una estructura formal que integra todo el proceso en un sentido más amplio de la investigación. Para Wallace, tanto el punto de partida como el objetivo están representados por la Teoría. Cada parte del proceso es objeto por sí mismo de muchos trabajos e investigaciones, pero todas las actividades tienen como finalidad el mejorar la comprensión, explicación o predicción de la realidad social.

*"Sin embargo, tal vez sea el momento de tratar más detalladamente las cuestiones políticas y prácticas. ¿Cuál es la relación entre la radiotecnia y el sistema social? ¿Es ésta socialista o capitalista? Planteo esta cuestión porque, hace pocos días, el célebre italiano Marconi dijo en Berlín que la transmisión a distancia de imágenes por ondas hertzianas es un prodigioso regalo al pacifismo, anunciando el rápido fin de la era militarista. ¿Por qué habrá de ser así? Los fines de época han sido proclamados tantas veces que los pacifistas han acabado de mezclar los comienzos con los fines. ¡Se supone que el hecho de ver a gran distancia pondrá fin a las guerras! Desde luego, la invención de medios de transmitir una imagen animada a gran distancia es una tarea muy atractiva, pues era ofensivo para el nervio óptico que el nervio auditivo -gracias a la radio- ocupara una posición privilegiada a este respecto. Pero suponer que de esto deba resultar el fin de las guerras, es simplemente absurdo y muestra solamente que, en el caso de grandes hombres como Marconi, al igual que en el de la mayoría de las gentes especializadas -y hasta se puede decir que en la mayoría de las personas en general- el modo de pensamiento científico aporta una ayuda al espíritu, para hablar crudamente, no en todos los campos, sino sólo en pequeños sectores. De la misma manera que se disponen compartimentos estancos en el casco de un navío, para evitar que se hunda de un solo golpe en caso de accidente, existen incontables compartimentos estancos en el cerebro humano: en un campo o hasta en doce, podéis encontrar el espíritu científico más revolucionario, pero tras un compartimento yace el espíritu más estrecho de los filisteos. La gran fuerza del marxismo, como pensamiento generalizador de la experiencia humana, está en ayudar a derribar esos compartimentos interiores del espíritu gracias a la integridad de su análisis del mundo. Para volver a nuestro tema, ¿por qué el hecho de ver el enemigo liquidará la guerra? En los tiempos antiguos, cuando había guerra, los adversarios se alejaban, llevándolos a tirar sobre blancos fuera del alcance de la vista. Y si lo invisible se hace visible, esto significa*

*solamente que, también en este campo, la triada hegeliana ha triunfado, después de la tesis y la antítesis viene la "síntesis" de la exterminación mutua.*

*Recuerdo la época en que se escribía que el desarrollo de la aviación pondría fin a la guerra, porque el conjunto de la población sería precipitado en las operaciones militares, porque conduciría a la ruina de la economía y de la vida cultural de países enteros, etc. De hecho, la invención de una máquina volante más pesada que el aire abrió un nuevo y más cruel capítulo de la historia del militarismo. No cabe duda alguna de que actualmente también estamos abocados a comenzar un capítulo aún más espantoso. La técnica y la ciencia tienen su propia lógica, la lógica del conocimiento de la naturaleza y de su sometimiento a los intereses del hombre. Pero la técnica y la ciencia no se desarrollan en el vacío, sino en una sociedad humana dividida en clases. La clase dirigente, la clase poseedora domina la técnica y, a través de ella, domina la naturaleza. La técnica en sí no puede llamarse militarista o pacifista. En una sociedad en la que dirigente es militarista, la técnica está al servicio del militarismo.*

*Es indiscutible que la técnica y la ciencia minan poco a poco la superstición. Sin embargo, también en esto el carácter de clase de la sociedad impone reservas sustanciales. Tomad por ejemplo Estados Unidos: los sermones se retransmiten por radio, lo que significa que la radio sirve de medio de difusión de los prejuicios."*

*L. Trotski. Radio. Militarismo. Supersticiones*

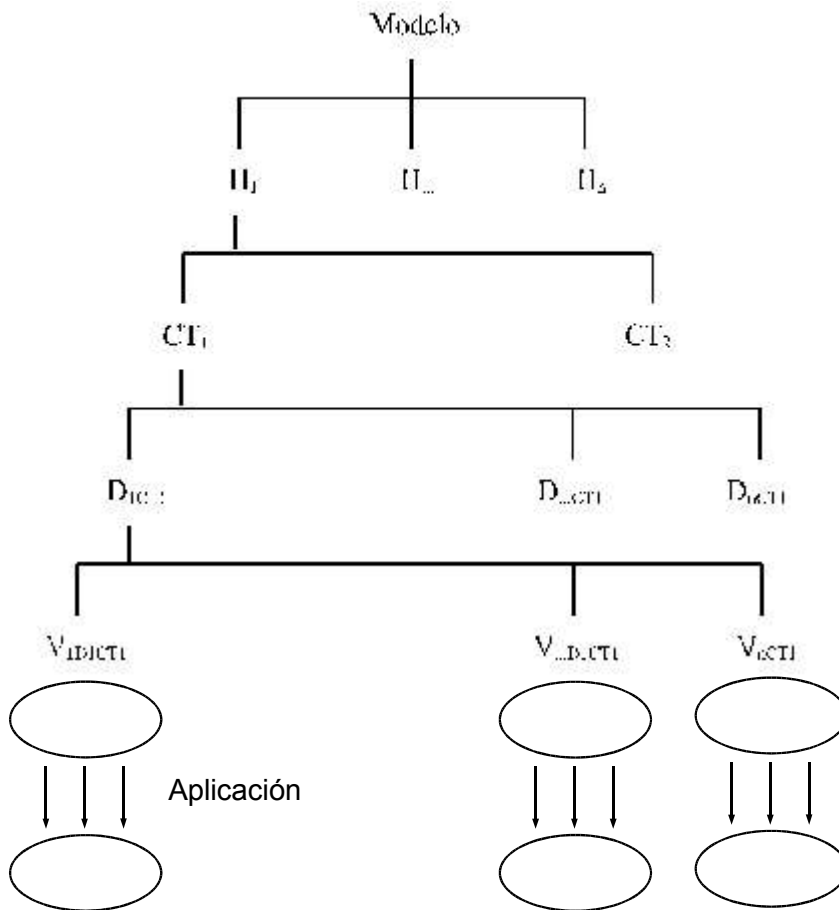
Un planteamiento interesante es aquel que presenta la teoría como un sistema basado en una selección de conceptos y relaciones. En esta posición se encuentra Hempel cuya definición de teoría ha sido ampliamente aceptada "Una teoría científica debe, por tanto, ser parecida a una compleja red espacial: sus términos son representados por los nudos, mientras que los hilos que conectan estos últimos corresponden, en parte, a las definiciones y, en parte, a las hipótesis derivadas fundamentales incluidas en la teoría. La totalidad del sistema flota como si estuviera por encima del plano de observación y queda anclado por las reglas de la interpretación. Estas podrían ser entendidas como cuerdas que no son parte de la red, pero unen determinados puntos de ésta en lugares específicos en el plano de la observación. En virtud de estas conexiones interpretativas, la red puede funcionar como una teoría científica: a partir de estos datos de observación, podemos ascender, a través de un hilo interpretativo, hasta algún punto de la red teórica, y luego proseguir, a través de las definiciones e hipótesis, hasta otros puntos,



desde los cuales otro hilo interpretativo permite un descenso al plano de la observación” (Hempel, 1952, 36). El entramado de proposiciones que constituyen el lenguaje teórico tienen como unidades esenciales los denominados conceptos teóricos, tales como “status”, “alienación”, “clase social”, “acción social”, “ideología”, etc. La relación propuesta entre ellos es lo que da pie a la generación de hipótesis.

La definición de Hempel, donde la teoría se convierte en una malla de conceptos y relaciones nos conduce directamente a la noción de modelo. Ciertamente no es una cuestión disputable la importancia de la teoría expresada bajo la forma de modelo. Como nos recuerda Forrester (1971) "Cada uno de nosotros emplea modelos constantemente. Todo el mundo, tanto en su vida privada como en los negocios, emplea instintivamente modelos para tomar decisiones. La imagen mental del mundo que le rodea y que lleva en la cabeza es un modelo. Nadie tiene una ciudad o un país o un gobierno dentro de su cabeza. Sólo tenemos una selección de conceptos y relaciones que empleamos para representar el sistema real. Una imagen mental es un modelo. Todas nuestras decisiones están tomadas sobre la base de modelos. La cuestión no es si emplear o ignorar los modelos. La cuestión es sólo una elección entre (modelos) alternativos."

Es decir, a partir de hipótesis deductivamente potentes se llega al establecimiento de leyes que pueden considerarse, según indica Mario Bunge (1969), como una “hipótesis científica confirmada que afirma una relación constante entre dos o más variables, cada una de las cuales representa, al menos parcial e indirectamente, una propiedad de sistemas concretos”. Un sistema de leyes entrelazadas por relaciones más o menos directas de deductibilidad constituyen una teoría. Y una ciencia no es sino un conjunto de teorías recíprocamente consistentes. Según el propio Bunge, las teorías se refieren a un sistema que tratan de explicar y contienen modelos que son representaciones idealizadas de este mundo real. Naturalmente, la diferencia entre modelo y teoría es suficientemente sutil como para que muchas veces se identifiquen ambos conceptos. Una teoría sobre el funcionamiento de un sistema, lleva estrechamente conectados uno o varios modelos que intenten reflejar las principales relaciones del sistema que se consideran relevantes en el contexto de esa teoría.



No obstante, hay que considerar que la medición es en sí misma una elaboración teórica importante. En el “modelo” de ajuste anterior apreciamos como el testado empírico lo es de relaciones. En el se comparan las relaciones observadas con las propuestas por el modelo, concluyendo si la teoría debe ser reconsiderada o simplificada en sus propuestas. Es evidente que el modo en que afecte la contrastación empírica del modelo propuesto dependerá de muchos factores.

**GOLOMB'S DON'TS OF MATHEMATICAL MODELLING:**

1. *Don't believe the 33rd order consequences of a 1st orden model.*

*CATCH PHRASE: 'Cum grano salis.'*

2. *Don't extrapolate beyond the region of fit.*

CATCH PHRASE: 'Don't go off the deep end.'

3. Don't apply any model until you understand the simplifying assumptions on which it is based, and can test their applicability.

CATCH PHRASE: 'Use only as directed'.

4. Don't believe that the model is the reality.

CATCH PHRASE: 'Don't eat the menu.'

5. Don't distort reality to fit the model.

CATCH PHRASE: 'The "Procrustes Method".'

6. Don't limit yourself to a single model: More than one may be useful for understanding different aspects of the same phenomenon.

CATCH PHRASE: 'Legalise polygamy.'

7. Don't retain a discredited model.

CATCH PHRASE: 'Don't beat a dead horse.'

8. Don't fall in love with you model.

CATCH PHRASE: 'Pygmalion'.

9. Don't apply the terminology of Subject A to the problems of Subject B if it is to the enrichment of neither:

CATCH PHRASE: 'New manes for old'

10. Don't expect that by having named a demon you have destroyed him.

CATCH PHRASE: 'Rumpelstiltskin.'

Arthur Bloch. *Murphy's law complete.*

La exposición de modelos en lenguaje matemático supone limitaciones y potencialidades. Entre las potencialidades es evidente la imposición de rigor en las formulaciones y argumentaciones. En las limitaciones, la imposición de un conjunto limitado y restrictivo de operaciones, adecuados a lo que la matemática permite. No debe olvidarse, no obstante que formular es proponer una forma acerca de la realidad social y sus relaciones.

- De hecho, a mí también me gustaría que lo explicase -dijo Hummin.

- ¿Sin matemáticas?- preguntó Seldon, curvando los labios en una sonrisa casi imperceptible.

- Se lo ruego -dijo Hummin.

- Bien... -Seldon se concentró en sí mismo para escoger un método de presentación-. Si se desea comprender algún aspecto del

*universo -empezó diciendo pasados unos momentos-, ayuda bastante simplificarlo todo lo posible e incluir únicamente aquellas propiedades y características que resultan esenciales para la comprensión. Si se desea determinar cómo cae un objeto, no hay que preocuparse de si es viejo o nuevo, rojo o verde, o de si tiene un olor o carece de él. Lo que se hace es eliminar todas esas cosas para no tener que complicar innecesariamente el asunto. La simplificación puede llamarse modelo o simulación, y puedes presentarla ya sea como una representación actual en una pantalla de ordenador o como una relación matemática. Si se considera la teoría primitiva de la gravitación no relativista...*

*- Prometiste que no habría matemáticas -le interrumpió inmediatamente Dors-. No intentes colarlas disimuladamente ahora calificando a una teoría de "primitiva".*

*- No, no. Utilizo la palabra "primitiva" en el único sentido de que ha sido conocida durante todo el período de tiempo que cubren nuestros archivos y registros, y de que su descubrimiento se halla tan envuelto en las neblinas de la antigüedad como el del fuego o el de la rueda. En cualquier caso, las ecuaciones para dicha teoría gravitacional contienen en sí mismas una descripción de los movimientos de un sistema planetario, de una estrella doble, de mareas y de muchas cosas más. Haciendo uso de esas ecuaciones, incluso podemos llegar a crear una simulación visual y conseguir que un planeta orbite a una estrella, o que dos estrellas orbiten la una alrededor de la otra, o crear sistemas bastante más complicados en un holograma tridimensional. Este tipo de simulaciones simplificadas hacen que la comprensión de un fenómeno resulte considerablemente más sencilla de lo que resultaría si tuviéramos que estudiar el fenómeno en sí. De hecho, sin las ecuaciones gravitacionales, nuestro conocimiento de los movimientos planetarios y de la mecánica celestial en general serían notablemente reducidos.*

*"A medida que se desea saber cada vez más cosas sobre cualquier fenómeno o a medida que un fenómeno se va volviendo más complejo, se necesitan ecuaciones cada vez más complejas y elaboradas y una programación más detallada, y lo que se acaba obteniendo es una simulación mediante ordenador que resulta cada vez más y más difícil de comprender.*

*- ¿Y no es posible crear una simulación de la simulación? -preguntó Hummin-. Entonces la complejidad descendería otro grado.*

*- En ese caso, se tendrían que eliminar algunas características del fenómeno que se desea incluir, y la simulación se vuelve inútil. La SMP,*

*es decir, la "simulación mínima posible", va adquiriendo complejidad más deprisa que el objeto que está siendo simulado, y llega un momento en el que la simulación alcanza al fenómeno. Hace miles de años quedó firmemente establecido que el universo como un todo no puede ser representado en toda su complejidad mediante ninguna simulación más pequeña que el mismo universo.*

*Isaac Asimov. Preludio a la fundación*

La sociología existe en la medida en que existe regularidad y estructura. Esto no implica o excluye la existencia del cambio y transformación. Toda sociedad es histórica, y en ese sentido, cambiante. No obstante, la posibilidad de conocer y más aún, de explicar, exige de una pauta o regularidad. Así, el cambio podrá ser objeto de estudio siempre que no sea de tipo aleatorio. Es importante advertir, asimismo, que esta regularidad no es de tipo "normativo", impuesta por unas "normas sociales". Debe diferenciarse entre diferentes fuentes de regularidad social, señalando los aquella que puede ser objeto de la investigación sociológica. Como señala E. Lamo "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"<sup>5</sup>.

El problema radica en que el sistema normativo puede hacer *comprensibles* 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"<sup>6</sup>. 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 agregado<sup>7</sup>, pues éstas no dependen *sólo* de las acciones. Del análisis,

<sup>5</sup> *Ibíd.*, p. 87.

<sup>6</sup> Von 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.

concluye E. Lamo<sup>8</sup>, se debe distinguir radicalmente el orden normativo del social. 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”. Así, “(la sociología) necesita que haya hechos sociales; pero si además quiere ser ciencia *nomotética* necesita que haya leyes sociales”<sup>9</sup>. 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 construccionismo social que inicia la sociología weberiana parte, pues, 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”<sup>10</sup>”.

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. Destaca en la noción de Pareto que el fenómeno es indisoluble de sus condiciones de realización pero también que un mismo proceso puede generar regularidades distintas, incluso contradictorias. En ese

<sup>7</sup> K. 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.

<sup>8</sup> E. Lamo de Espinosa, *La sociedad reflexiva*, op. cit., pp. 88-91.

<sup>9</sup> *Ibíd.*, p. 95.

<sup>10</sup> Max 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

sentido, M. Navarro destaca como la progresión de los esquemas de decisión instrumental adquieren una mayor complejidad conformen 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”<sup>11</sup>.

Para M. Navarro, la difusión 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 al 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”<sup>12</sup>. 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

<sup>11</sup> 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. 786.

<sup>12</sup> *Ibíd.* p.793

en acción) es importante el lugar del acento dinámico de la explicación científica: el impulso a producir explicaciones cada vez más finas”<sup>13</sup>. 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.

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 como<sup>14</sup> “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.

La característica distintiva en la sociología aplicada es el empleo de métodos formales para la construcción de modelos en el análisis de los fenómenos sociales. Así, T. Fararo en la introducción de su manual afirma como<sup>15</sup> “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 realidad social.

---

<sup>13</sup> J. Elster, *Tuercas y tornillos* Barcelona, Gedisa. 1996 p. 16

<sup>14</sup> P. von Morpurgo, *op. cit.*,

<sup>15</sup> T. Fararo, *Mathematical Sociology: an introduction to fundamentals*. New York, Wiley, 1973. p.15



En ese sentido, cabe recordar como una de 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"<sup>16</sup>. 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"<sup>17</sup>. En ese sentido, la noción de representación es uno de los núcleos importantes en la actividad de la sociología aplicada.

El estudio de modelos estructurales lleva asociado habitualmente el penetrar en el futuro, ya sea a efectos de control metodológico (como parte de un diagnóstico del ajuste), o como finalidad del modelado. Por ello, el modelar implica el descubrir pautas regulares y sistemáticas en los datos, de modo que nos permitan construir un modelo matemático que explique las relaciones conocidas entre los fenómenos sociales. A partir de ello, se intentará predecir el comportamiento futuro más probable en el fenómeno social.

No obstante, en este escenario de modelado, para que el futuro sea predecible debe de ser semejante al pasado en lo que se refiere a los factores que generan el comportamiento de la serie. Es decir, las reglas que rigen el cambio deben mantenerse estables en el futuro, dado que el "mecanismo" modelado se pone a funcionar para generar los valores futuros de la variable. Por lo tanto, cualquier cambio brusco en el medio donde se desenvuelve el "mecanismo", o en los elementos que componen el "mecanismo" podrán inducir a error. Podemos pensar que la eficacia del modelo dependerá, por lo tanto, de la "profundidad" en que estén operando sus reglas en el sistema social, por un lado, y del contexto "evolucionario" o "revolucionario" en el que se desarrolla el fenómeno social en estudio.

Un modelado elaborado sobre una realidad social epidérmica (epifenoménica), determinara un "mecanismo" con predicciones excesivamente contingentes. La eficacia del modelado de una estructura de covarianzas dependerá más de la reflexión sociológica que le concede

---

<sup>16</sup> Citado 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

<sup>17</sup> M. Allais, "La pasión por la investigación" en M. Szenberg (ed) Grandes economistas de Hoy, Madrid, Debate, 1994

un ámbito de existencia, determinando los "mecanismos" a revelar, que de las técnicas instrumentadas para acceder a ellos. En otro sentido, el proceso o fenómeno social en estudio puede desenvolverse en un entorno social en equilibrio dinámico o en profunda y rápida transformación. La posible existencia de discontinuidades (una guerra civil, una revolución, un golpe de estado, etc.) matiza las probabilidades futuras de realización del fenómeno social modelado. De este modo, un conjunto relacionado de variables o indicadores se modela según sus propias características, pero su futuro se evalúa por sus circunstancias o contexto.

La investigación sociológica recorrió un camino importante desde los diseños correlacionales, el análisis de regresión y el "análisis de senderos". 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 en psicología respondían a un mismo intento de modelado. Esta aproximación se consolidaría en una estrategia general de modelado denominado modelos estructurales de covarianzas. Los modelos estructurales se emplean tanto en la medición como en la 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 explicación (o causalidad) a un doble nivel, epistemológico y operativo.

Esta dinámica se vería muy influenciada por el impacto "operativo" de los nuevos métodos de computación, que ayudarían a generar modelos matemáticos de elevada sofisticación, como los desarrollados en la Escuela de Wisconsin. El motor del proceso no fue un salto cualitativo en los desarrollos de la sociología que exigiese de expresión matemática, sino un impacto tecnológico que operando sobre los procedimientos (que no sobre la teoría) intento arrastrar a ésta tras sí, enganchada en el atractivo de los modelos matemáticos.

Como podremos evaluar más adelante, la investigación primero nombra y después numera. Cuando existen números sin nombre (como en el análisis factorial exploratorio o modelos estructurales de medición) la desorientación está servida y el resultado queda disponible a las veleidades argumentales del investigador. De este modo, los desarrollos de la computación (numerología) sólo podía potenciar los procedimientos e indirectamente, el método "positivista" que se articula sobre dichos procedimientos. Indirectamente, en la medida que los nuevos

procedimientos no se vertebran claramente sobre él; de hecho, en términos funcionalistas, los procedimientos son denominados métodos, pero muy raramente se encontrará una articulación explícita entre investigación y teoría.

La tendencia iniciada en los años 70 iniciaba una autonomización del método (en los términos anteriores), que conduciría no ya al contraste de teorías (realmente difícil) sino de “resultados”. Es el refugio en el metodologismo que Coser (1975) denunciará y que Hope (1981<sup>a</sup>), recuperando a Lakatos, afirmaría como proceso ritual “El gran error de la construcción de modelos reside en concentrarse en cuestiones de ajuste y el examen de las desviaciones del modelo, con la exclusión de la investigación del significado del modelo en sí mismo, de manera que éste no constituye ya un instrumento de progreso, sino más bien el centro ritual de un proceso degenerativo”. No eran, en general, ideas sociológicas servidas con técnicas estadísticas, sino desarrollos estadísticos ilustrados con una sociología simplificada. La sociología matemática entendida en ese modo entró en crisis, evidentemente. Ya desde principios de los años 70 (Golthorpe, Hope, Bertaux y Kreckel en el coloquio de Constanza) y especialmente en su segunda mitad, surgen fuertes críticas que cuestionan el ateoricismo en que se mueven estos metodólogos y la no significatividad de los resultados obtenidos mediante modelos matemáticos muy elaborados sobre ideas sociológicas rudimentarias.

Destaca especialmente el discurso de Coser (1975) como presidente de la Asociación Americana de Sociología, donde crítica duramente la sustitución de ideas por números. En esa línea crítica aparecen varias aportaciones, como son los artículos de Crowder (1974), Bertaux (1967<sup>a</sup>), Burawoy (1977) y Horan (1978). Como ya comentábamos, la eclosión de modelos producidos por la primera “sociología matemática” era esencialmente una explosión inducida desde el desarrollo de otros ámbitos (estadística, computación, etc.) y que en esas condiciones, tendía a carecer de intereses propios y contenido.

*"Se trata, sencillamente, de una sana preocupación ante el trance por el que atraviesa el hombre moderno. (Quede aquí definido el hombre moderno como toda persona nacida después del edicto de Nietzsche "Dios ha muerto", y antes del éxito pop "I Wanna Hold Your Hand".) Tal "trance" puede enunciarse de una manera o de otra, si bien ciertos filósofos del lenguaje prefieren reducirlo a una ecuación matemática, fácil no ya de resolver sino de llevar en la cartera."*

*W. Allen. Mi discurso a los graduados*

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 explicación causal 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 de covarianzas. 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 ello. Los modelos estructurales de covarianzas pretenden explicar y no sólo describir.

Durkheim (1858-1917) presenta, una estrecha relación con la sociología matemática, y en especial con los modelos estructurales, 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 ecológica)<sup>18</sup>. 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

<sup>18</sup> H.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.

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 día<sup>19</sup>”.

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 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?”<sup>20</sup>.

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

---

<sup>19</sup> *Ibíd.*, pp. 204-205.

<sup>20</sup> *L'Année Sociologique*, vol. X. Reseñas: Jankelevitch *Nature et société*, pp. 171-174. Citado por S. Lukes, *op.*, cit., p. 401.

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 abrumba es la velocidad de la conferencia que, concentrada y concisa, aunque prolija, 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”<sup>21</sup>.

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”<sup>22</sup>

Adorno (1973) planteaba 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”. Adorno (1973) 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)

<sup>21</sup> Delprat, G. “L’enseignement sociologique a 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.

<sup>22</sup> P. F. Lazarsfeld, “La investigación social empírica y las relaciones interdisciplinarias”, Revista Internacional de Ciencias Sociales, vol. XVI, (1964), p. 620.

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.”

En palabras de Coleman<sup>23</sup> “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 1975<sup>24</sup>.

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 a las 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

---

<sup>23</sup> J. S. Coleman, *Introduction...op.*, cit., p. 4.

<sup>24</sup> L. A. Coser, “Presidential Address: Two methods in search of a Substance” *American Sociological Review*. December, vol.40 n°6, (1975), pp. 691-700.

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 de las mediciones antes de clarificar teóricamente lo qué vale la pena medir y lo qué no, así como tener claro que se 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 Kaplan<sup>25</sup> 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.

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.

---

<sup>25</sup> A. Kaplan, *The Conduct of Inquiry* San Francisco, Chandler 1964, p. 28.



*"Discuto especialmente la razón que sale del estudio matemático. las matemáticas son la ciencia de la forma y la cantidad; la razón matemática es sencillamente lógica aplicada a la observación de la forma y la cantidad. La gran falta está en pensar que aún las verdades de lo que se llama álgebra pura son verdades abstractas o generales. Y esta equivocación es tan grande que me admira que se la haya admitido universalmente. Los axiomas matemáticos no son axiomas de valor general. Lo que es cierto para la relación -de forma y cantidad- frecuentemente resulta falso aplicado, por ejemplo, a la moral. En esta última ciencia suele ser falso que la suma de las partes sea igual al todo. (...) Muchas otras verdades matemáticas sólo son tales dentro de los límites de la relación.*

*Pero el matemático, por hábito, argumenta basado en sus verdades finitas, como si fuesen de aplicación general, lo que la gente admite y cree."*

*E. A. Poe. La carta robada*

### **1.3. La lógica como pensamiento**

El planteamiento del problema a investigar debería sugerir qué observaciones contribuirían a ofrecer soluciones. Así, en primer lugar, el problema de investigación debería expresar o plantear una pregunta acerca de la relación entre dos o más variables (Kerlinger, 1973). Recordemos como el principio de empirismo exigía una posibilidad de contrastación empírica de las afirmaciones. Esto descarta en el establecimiento de preguntas (hipótesis) asuntos religiosos, morales o filosóficos, así como preguntas generales del tipo ¿qué causa A? ó ¿cuales son los efectos de B?. En segundo lugar, las variables deben de ser observables o al menos potencialmente observables. Consideremos, en ese sentido, las siguientes preguntas:

- ¿Producen las noticias de suicidios de personajes famosos un incremento en los suicidios nacionales?

- ¿Se incrementa la represión política en un país cuando se incrementa la inversión extranjera?

Las respuestas a dichas preguntas son las denominadas hipótesis, si bien las hipótesis pueden plantearse en términos distintos a sistemas de relaciones como es en el caso de distribuciones de variables. Una hipótesis viene definida como una relación esperada, pero sin confirmar,

entre dos o más variables, o una distribución esperada. Es factible generar hipótesis desde diferentes fuentes, que irían desde la teoría, la observación directa, intuiciones, etc. Algunas veces, la formulación de hipótesis es el resultado principal de una investigación previa, donde se determina y define el problema. En otros casos, una hipótesis o un conjunto de ellas puede, de forma no explícita, conducir toda una actividad investigadora. En principio, aún cuando las hipótesis pueden plantearse de modos diferentes, todas ellas especulan acerca de la naturaleza o la forma de una relación entre variables. Así, una hipótesis planteada adecuadamente indicara la naturaleza de la relación, es decir que variable predice a la otra, así como su forma, en que modo los cambios en una variable están relacionados con los cambios en la otra.

La noción de relación es central en la tarea inductiva (cuyo eje central es la hipótesis). No obstante, la discusión sobre la idea de causalidad ha sido crucial durante mucho tiempo. Tal y como destacara Stuart Mill en su *Sistemas de lógica*, “Siendo la noción de causa la raíz de toda la teoría de la inducción, es indispensable que esta idea sea fijada y determinada con la mayor precisión posible al principio de nuestra investigación. A la verdad, si la lógica inductiva exigiese para constituirse que las disputas tan largas y encarnizadas de las diferentes escuelas filosóficas sobre el origen y el análisis de la idea de causalidad fuesen decididamente terminadas, la promulgación o, por lo menos, la adopción de una buena teoría de la inducción podría ser considerada por mucho tiempo como desesperada. Pero, felizmente, la ciencia de la investigación de la verdad por la vía de la prueba es independiente de las controversias que perturban la ciencia del espíritu humano, y no está necesariamente obligada a proseguir el análisis de fenómenos intelectuales hasta este último límite, que sólo podría contentar a un metafísico.” En ese sentido, las hipótesis que especifican la forma de una relación se dicen que son testables, por que permiten, suponiendo que las variables sean medidas adecuadamente, determinar si la hipótesis es verdadera o falsa, o al menos si es probablemente verdadera o probablemente falsa. En la mayoría de los casos, el optar por formular una hipótesis testable en un tipo u otro no conduce a mundos incompatibles. Existen muchos modos de plantear hipótesis testables, si bien las más comunes en la actividad científica son las siguientes.

1. Afirmaciones planteadas “si, entonces”
2. Afirmaciones planteadas matemáticamente
3. Afirmaciones planteadas sobre continuidad
4. Afirmaciones planteadas sobre diferencias

1. “Si, entonces”. Este tipo de hipótesis plantea que si un fenómeno o condición sucede, entonces otro sucederá a su vez. Por ejemplo, “si una persona tiene un alto nivel de educación formal, entonces tendrá pocos prejuicios raciales”. Como veremos, en lógica este tipo de argumentos se denominan implicaciones. En resumen, una implicación consiste en la conexión entre dos afirmaciones simples, cada una de ellas indicando la presencia de una categoría o valor en una variable. En investigación social este tipo de implicaciones es bastante escasa.

2. Formulaciones matemáticas. En algunas ocasiones, la hipótesis adopta una formulación matemática explícita, indicando algún tipo de relación funcional. Por ejemplo,

$$y = f(x)$$

En cierto modo, una afirmación matemática es equivalente a una implicación lógica.

Así,  $y = f(x)$  afirma “si y sólo si  $x$  adopta este valor, entonces  $y$  adoptara este otro valor”.

3. Hipótesis de continuidad. Adoptara la forma “cuanto más grande (o menor) es  $X$ , más grande (o menor) es  $Y$ ”. En definitiva, afirma que los incrementos o decrementos en una variable ( $X$ ) están asociados con incrementos o decrementos en otra variable ( $Y$ ). Por ejemplo, “cuando los ingresos medios familiares crecen, el consumo familiar crece”.

4. Hipótesis de diferencias. Las afirmaciones de este tipo dicen que una variable difiere (adopta un valor diferente) según las categorías de otra variable. Eje. “Los hombres tienen más prejuicios que las mujeres”.

Las hipótesis planteadas en términos de continuidad o de diferencias dependen de la presencia de variables con niveles de medición discretos o continuos. Así, variables continuas pueden ser agregadas para crear categorías, (ingresos altos, medios y bajos) de tal forma que la hipótesis podrá ser de diferencias o de continuidad, según decida el investigador. Sin embargo, cuando alguna variable en la hipótesis es discreta dará origen a una hipótesis basada en diferencias.

Tanto las hipótesis expresadas como continuo o en base a diferencias, especifican claramente la forma de la relación. Sin embargo, ambos tipos son ambiguos acerca de la naturaleza de la relación. Es decir, no explicitan la posible dirección en la relación estructural postulada entre

las variables. Por ello, debe cuidarse el explicitar claramente que variable se considera causa y cual es efecto, o si la relación es recíproca, etc.

En términos de investigación científica las relaciones entre variables se plantean realmente en términos probabilísticos. Esto se refleja en el uso de las palabras “tiende” o “en general”. Parecería más correcto explicitar las hipótesis con estos correctores, en la medida que advierte sobre el carácter probabilístico de la afirmación. En esencia, las hipótesis se refieren a conceptos teóricos y sus relaciones, si bien su operativización exige, en la mayoría de los casos la sustitución de conceptos teóricos por variables.

#### **1.4. Explicación y causalidad**

Existe una dificultad evidente en establecer la noción de causalidad. En general, se consideran necesarias tres condiciones, Selltitz et al., (1959) 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 estructuralmente. La segunda de las condiciones impone una asimetría u orden estructural (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 estructuralmente. De suceder esto, la desaparición de esa causa común supondría la desaparición de la supuesta relación entre causa y efecto. Es evidente que la explicación estructural 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 estructural 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 Asher (1983) consista en operar sobre la base de que todas las variables están consideradas. En palabras de Blalock (1964) “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 aleatorización 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 establecer una serie de aclaraciones de las condiciones en que se plantea ese "producir" cambios en otra variable.

Estamos hablando de 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 estructural 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. 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 que se esta hablando y de que no se esta hablando. Sería inaceptable la ocultación de los casos atípicos o extremos y mantener la ficción de investigar la sociedad en conjunto.

No debe olvidarse que la transformación de la sociedad en información/datos implica una traducción de esta 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 estructural 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 estructural entre ambas. Un ejemplo de ello es cuando se presentan correlaciones espurias, 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 estructuralidad u orden de una asociación es un constructo teórico, que primero considera la asociación entre un conjunto de variables (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).

Esto es importante en la medida que la noción de estructura 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, ha 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 estructural intenta explicar la sociedad, pero en todo momento tiene el freno de lo que puede saber y en que 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 sociología matemática y, evidentemente, del análisis estructural.

Cuando en un análisis estructural 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.

*“Cuando bajé hacia las naves, acompañado de mis padres, mi orgullo de guerrero había sido desplazado en mi ánimo por una intolerable sensación de hastío, de vacío interior, de descontento de mí mismo. Y*

*cuando los timoneles hubieron alejado las naves de la playa con sus fuertes pértigas, y se enderezaron los mástiles entre las filas de remeros, supe que habían terminado las horas de alardes, de excesos, de regalos, que preceden las partidas de soldados hacia los campos de batalla. Había pasado el tiempo de las guirnaldas, las coronas de laurel, el vino en cada casa, la envidia de los canijos, y el favor de las mujeres. Ahora, serían las dianas, el lodo, el pan llovido, la arrogancia de los jefes, la sangre derramada por error, la cangrena que huele a almíbares infectos. No estaba tan seguro ya de que mi valor acrecería la grandeza y la dicha de los acaienos de largas cabelleras. Un soldado viejo que iba a la guerra por oficio, sin más entusiasmo que el trasquilador de ovejas que camina hacia el establo, andaba contando ya, a quien quisiera escucharlo, que Elena de Esparta vivía muy gustosa en Troya, y que cuando se refocilaba en el lecho de Paris sus estertores de gozo encendían las mejillas de las vírgenes que moraban en el palacio de Príamo. Se decía que toda la historia del doloroso cautiverio de la hija de Leda, ofendida y humillada por los troyanos, era mera propaganda de guerra, alentada por Agamemnon, con el asentimiento de Menelao. En realidad, detrás de la empresa que se escudaba con tan elevados propósitos, había muchos negocios que en nada beneficiarían a los combatientes de poco más o menos. Se trataba sobre todo -afirmaba el viejo soldado- de vender más alfarería, más telas, más vasos con escenas de carreras de carros, y de abrirse nuevos caminos hacia las gentes asiáticas, amantes de trueques, acabándose de una vez con la competencia troyana. La nave, demasiado cargada de harina y de hombres, bogaba despacio. Contemplé largamente las casas de mi pueblo, a las que el sol daba de frente. Tenía ganas de llorar. Me quité el casco y oculté mis ojos tras de las crines enhiestas de la cimera que tanto trabajo me hubiera costado redondear -a semejanza de las cimeras magníficas de quienes podían encargar sus equipos de guerra a los artesanos de gran estilo, y que, por cierto, viajaban en la nave más velera y de mayor eslora."*

#### *A. Carpentier. Semejante a la noche*

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 estructural 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.

Los modelos sociológicos son porosos a la realidad que los rodea. Esto nos conduce al concepto de "Control". La noción de control es



posiblemente la más alejada de la práctica de la investigación sociológica. 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 sociología, estos están, evidentemente vedados. La investigación sociológica se centra sobre todo en los diseños correlacionales y en todo caso, en los diseños cuasi-experimentales. En ese sentido, hablar de control es hablar de errores en la investigación. No obstante, 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 transcurso 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 actividad denominada ciencia. El empleo de los procedimientos de control elimina las explicaciones confusas de los sucesos en estudio, y es uno de los rasgos principales por el que difiere el conocimiento científico del casual. 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.

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 estructurales 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).

### **1.5. La determinación teórica del orden explicativo.**

Como hemos mencionado anteriormente, consideradas dos variables, éstas pueden mostrar una coordinación estadística de tal forma que covarían. 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 sus valores. De no existir covariación estadística, la subordinación

(relación estructural) entre variables pierde fundamento empírico. Analíticamente, podemos diferenciar cuatro posibilidades en ese orden estructural para el caso de dos variables<sup>26</sup>:

$$(1) \quad y_1 \longrightarrow y_2$$

En este caso, "y<sub>1</sub>" puede influir en "y<sub>2</sub>" pero no lo contrario.

$$(2) \quad y_1 \longleftarrow y_2$$

En este segundo caso, "y<sub>2</sub>" es la que influye en la variabilidad de "y<sub>1</sub>", siendo imposible, teóricamente lo contrario.

$$(3) \quad y_1 \longleftrightarrow y_2$$

Aquí las variables "y<sub>1</sub>" e "y<sub>2</sub>" se influyen mutuamente, donde se retroalimentan en su variación. Por ejemplo, los presupuestos de defensa de USA e URSS durante la guerra fría.

$$(4) \quad y_1 \longleftrightarrow y_2$$

"y<sub>1</sub>" e "y<sub>2</sub>" presentan una coordinación estadística, sobre la que no presumimos ningún orden teórico. Básicamente, existe una covariación no explicada.

En el momento de construir la secuencia de relación entre variables sobre la base del criterio de subordinación lógica pueden surgir problemas importantes. Algunos de ellos 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, es posible establecer unas orientaciones metodológicas para la determinación teórica del orden estructural.

La noción de orden estructural se establece habitualmente sobre la de "tiempo". Esencialmente, se resume 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

<sup>26</sup> Hemos notado la relación mediante una flecha, es decir, mediante un grafo orientado. Cuando la relación de subordinación es unidireccional implicará un sólo grafo orientado, cuando es una relación de interdependencia serán dos grafos, cada uno de ellos indicando una dirección opuesta. En el caso de coordinación estadística, sin relación de dependencia, se expresa mediante un grafo con dos cabezas de flecha.

instrumentamos la determinación del orden estructural en función a qué variable cambia primero, debemos 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", 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 estructural entre variables (allí donde la teoría 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"<sup>27</sup>.

**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 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.

---

<sup>27</sup> La 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 " $y_2$ ".

Y así continuadamente, concretándose tanto como el investigador desee.

De hecho, el ciclo vital de un individuo se trenza, por así decirlo, 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 estructural, en el sentido de postular una dirección estructural, bidireccionalidad o simple coordinación estadística sin determinación de orden.

## 1.6. La argumentación

El proceso de razonamiento en la ciencia consiste en intentar obtener conclusiones acerca del orden que exista en el mundo empírico en base a evidencias observacionales. Para ello, la herramienta es la lógica. La lógica es un lenguaje formalizado con vida propia, tal y como sucede con las matemáticas. En ese sentido, contiene sus propios demonios y limitaciones cuando se trata de "hablar" sobre la sociedad. Tal y como destaca Adorno "Sin proponérselo, niega precisamente la complejidad de las situaciones sociales tal y como éstas vienen indicadas por término hoy tan excesivamente solicitados como los de alienación,

cosificación, funcionalidad y estructura. El método lógico de reducción a elementos, a partir de los cuales se edifica lo social, elimina virtualmente las contradicciones objetivas.” En ese sentido, la lógica estudia la relación entre evidencias y conclusiones (Salmon, 1973), pero la forma de empleo de las evidencias (términos relacionados) es anterior a la evaluación de la argumentación. Una vez efectuada una inferencia, la lógica puede decirnos si ésta es correcta o no. En otras palabras, si las evidencias justifican las conclusiones. Es una operación mecánica, que analiza la estructura del argumento, no los genera.

Esta presentación de la lógica es bastante selectiva y supone básicamente una introducción de la cuestión. Siguiendo a Wheelwright (1962) entendemos que los elementos fundamentales del análisis lógico consisten en términos, proposiciones y argumentos.

*Términos*:- Los “términos” son los elementos más simples del análisis lógico. Pueden venir dados por una palabra o una frase. Un término no es por sí mismo falso o verdadero. Podemos entender o comprender un término pero no afirmarlo o negarlo. En ese sentido, término es análogo a *concepto* en investigación y, al igual que estos, son evaluados por su significado.

*Proposición*:- Es un juicio expresado acerca de un término o términos. Desde un punto de vista gramatical es un aserto. A diferencia de los términos, las proposiciones son por definición verdaderas o falsas. Existen diferentes tipos de proposiciones en análisis lógico. La lógica tradicional se ocupaba principalmente de las denominadas proposiciones categóricas. Un tipo de proposición con un interés especial para la investigación social son las denominadas proposiciones hipotéticas o condicionales. Básicamente, una proposición condicional consiste en dos afirmaciones unidas por las preposiciones “si” y “entonces”. Por ejemplo, “Si estamos en 1995, entonces la bomba atómica existe”. Ejemplos de estos son “todos los hombres son mortales” o “ningún efecto existe sin causa”. Otros dos tipos de proposiciones bastante comunes son “disyuntivas” o “conjuntivas”. Tal y como destacaba Wittgenstein en el Tratado lógico-filosófico, “Las proposiciones lógicas describen la armazón del mundo, o, mejor, la presentan. No “tratan” de nada, presuponen que los nombres tienen significado, y las proposiciones elementales, sentido; y ésta es su conexión con el mundo. Es claro que debe manifestar algo sobre el mundo el hecho de que resulten tautologías de uniones de símbolos que tienen esencialmente un carácter determinado. Este es el punto decisivo. Decimos que, en los símbolos que utilizamos, algunas cosas son arbitrarias y otras no. La lógica expresa solamente esto último; pero esto significa que en lógica nosotros no expresamos por medio de

signos lo que queremos, sino que en lógica habla la naturaleza misma de los signos esencialmente necesarios. Si nosotros conocemos la sintaxis lógica de un lenguaje de signos cualquiera, entonces todas las proposiciones de la lógica están ya dadas.”

En una proposición condicional la parte introducida por el “si” es denominada antecedente y la expresión que sigue a “entonces” es llamada consecuente. Así, en nuestro ejemplo, “Si estamos en 1995, entonces la bomba atómica existe”, “Si estamos en 1995” es el antecedente y el consecuente será “entonces la bomba atómica existe”. Una proposición condicional afirma que el antecedente implica el consecuente. Si el antecedente es verdadero, el consecuente también lo es. No obstante, dentro de esta situación pueden plantearse diferentes tipos de relaciones entre antecedente y consecuente. Una relación es, por ejemplo, de tipo definicional, donde la verdad del consecuente se deriva en tanto que es parte (es decir, está contenida) en la definición del antecedente. Así, “Si esta sociedad está económicamente desarrollada entonces su producto interior bruto es muy alto”. En este tipo de proposición condicional el consecuente es parte de la definición operativa del antecedente.

Otra interpretación importante para la investigación científica es la lectura de la relación “Si, entonces” como una conexión causal. “Si se rompen los vínculos emocionales de pertenencia al grupo, entonces se incrementarían las tasas de suicidio”. Este tipo de proposición no valida el consecuente desde un punto de vista conceptual. La verdad de esta proposición condicional debe ser establecida empíricamente.

*Argumentos:-* Desde el punto de vista de la lógica, un argumento es un conjunto de proposiciones, una de las cuales se presume que se infiere necesariamente o probablemente de las demás. En principio, una vez que se efectúa un razonamiento, este puede ser explicitado en la forma del argumento, donde una afirmación sigue a otra hasta concluir en una última afirmación. La afirmación última que concluimos se denomina conclusión, mientras que las diferentes afirmaciones que se ofrecen para aceptar la conclusión se denominan premisas.

El principal tipo de argumento estudiado por los lógicos es el silogismo. Los silogismos son argumentos compuestos por tres proposiciones: dos premisas y una conclusión, que se infiere lógicamente desde las primeras. Así,

- Todos los hombres viven en una cultura,
- los sociólogos son hombres,
- luego, los sociólogos viven en una cultura.

Evidentemente, el argumento que subyace a un razonamiento puede contener más de tres proposiciones, pero argumentos más largos pueden ser descompuestos en series de silogismos, por lo que el silogismo puede considerarse la unidad básica del análisis lógico. Así, para analizar la lógica de un razonamiento científico debemos identificar en primer lugar la estructura silogística del razonamiento y, posteriormente, examinar los silogismos con respecto a su validez o invalidez. La validez de un silogismo depende sólo de la relación entre premisas y conclusión. En un silogismo válido se presenta la siguiente relación entre premisas y conclusiones. Si las premisas son verdaderas, entonces la conclusión debe también ser verdad. No se plantea si las tres afirmaciones son verdaderas o no realmente, sino que si las premisas lo fuesen, la conclusión lo sería a su vez. Por ello, un silogismo válido en su estructura puede contener proposiciones falsas en la realidad, e inversamente, un silogismo inválido en su estructura puede estar compuesto de afirmaciones ciertas.

Debe quedar claro que la validez de un silogismo no depende de la verdad de sus premisas. En ese sentido, la lógica como disciplina posee una aplicación más amplia que las definidas por la actividad científica, en la medida que se puede analizar argumentos independientemente de si dicen algo acerca de la realidad. En resumen, los argumentos, proposiciones y términos son considerados desde planteamientos diferentes.

- *Argumento*: validez según la estructura del razonamiento
- *Proposiciones*: verdad, en base a evidencias empíricas
- *Términos*: evaluación de su significado; operativización del concepto.

Es decir, los términos son evaluados por su significado, las proposiciones por su verdad y los argumentos (silogismos) lo son en su validez (Wheelwright, 1962). La actividad científica, en todos sus campos, intenta establecer un conocimiento acerca del mundo empírico. Ello implica que para afirmar sus conclusiones acerca de la realidad debe evaluarse la verdad que contienen sus afirmaciones (correspondencia entre ellas y las evidencias empíricas observadas) así como la validez de sus argumentos (Salmon, 1973). Podríamos afirmar que no sólo debe preocupar la validez del argumento, o la verdad de las proposiciones, sino que la preocupación de la actividad científica debe ampliarse hasta los



mismos términos, en base a definiciones operativizables de los conceptos utilizados.

Los argumentos, o en definitiva, los razonamientos se acostumbran a clasificar en dos tipos principales: deducción e inducción. No obstante, con bastante frecuencia desde Pierce aparece un tercer tipo denominado abducción. Desde el punto de vista clasificatorio de la codificación o fortaleza del análisis lógico, la mayor contundencia corresponde al análisis lógico deductivo, siendo más débil el inductivo y especialmente débil el abductivo, más ligado a la teoría del descubrimiento. Así, una de las diferencias esenciales viene dada por el grado de certeza con que puede afirmarse la conclusión en base a las premisas. En el caso del razonamiento deductivo, si el argumento es lógicamente válido la conclusión será necesariamente verdadera si las premisas lo son. Cuando se razona desde una lógica inductiva, o más aún desde una abductiva, podemos afirmar que la conclusión es probablemente cierta (pero no necesariamente) en el caso que las premisas sean ciertas a su vez.

En el caso deductivo sería inconsistente negar la conclusión si las premisas son ciertas, dado que en ésta no existe nada que no se afirmara previamente. En el caso de la inducción, es factible que la conclusión sea falsa aún cuando las premisas sean ciertas, dado que la información contenida en la conclusión va más allá de la afirmada en las premisas. Así, en términos de argumentación, una deducción es válida o inválida, pero no existe punto intermedio.

Comprobación de validez en argumentos deductivos. Existen métodos más sofisticados para testar la validez de una forma argumental, como son diagramas de Venn, reglas silogísticas o tablas de verdad. Podrá profundizarse en el tema a través de cualquier manual de lógica formal o simbólica.

Un argumento inductivo puede aceptarse o no como convincente en función de la probabilidad que posea la conclusión de ser verdadera dadas las evidencias que aportan las premisas. Nos encontramos ante dos procedimientos argumentales que no son excluyentes, sino que son aplicables dinámicamente en la actividad científica, generando inducciones desde datos empíricos y planteando desde ellas deducciones confirmatorias que busquen más evidencias empíricas.

Como hemos advertido, la validez de un argumento deductivo depende de la relación entre premisas y conclusiones. Veamos seguidamente algunas estructuras argumentales frecuentes en el

razonamiento científico. Una primera tarea es determinar un sistema de notación. Usualmente se substituyen las afirmaciones que constituyen el argumento mediante letras. Siendo “p”, “q” y “r” afirmaciones cualquiera, las siguientes son tres formas argumentales validas referidas a proposiciones condicionales (si, entonces).

1. Afirmación de antecedente

Si p, entonces q.

p.

Luego q.

2. Negación de consecuente

Si p, entonces q.

No q.

Luego no p.

3. Cadena argumental

Si p, entonces q.

Si q, entonces r.

Luego si p, entonces r.

Obsérvese de dónde procede el nombre de las formas argumentales. En la forma “afirmar el antecedente”, la primera premisa es una proposición condicional, la segunda premisa afirma el antecedente de este condicional. La forma “negar el consecuente”, siendo la primera premisa una afirmación condicional, la segunda premisa niega el consecuente. En la forma cadena argumental, dos premisas se vinculan (como en una cadena) mediante una afirmación común que es consecuente de la primera y antecedente de la segunda. Es factible generar cadenas argumentales tan largas como se quiera, siguiendo la mecánica explicitada, dónde el consecuente de una premisa es a su vez el antecedente de la siguiente, teniendo la conclusión el antecedente de la primera premisa, y como consecuente el de la ultima premisa.

Las formas argumentales inválidas son denominadas falacias. las siguientes falacias son bastantes frecuentes.

1. Falacia de afirmar el consecuente

Si p, entonces q.

q.

Luego p.

## 2. Falacia de negar el antecedente

Si  $p$ , entonces  $q$ .

No  $p$ .

Luego no  $q$ .

Ambos argumentos son inválidos porque es factible que las premisas sean ciertas y la conclusión falsa. Generalmente las falacias vienen dadas por combinaciones peculiares de falsedad y verdad en las premisas y las conclusiones. Manheim (1977) ofrece un resumen de varias combinaciones de premisas falsas y verdaderas, argumentos validos e inválidos, así como de conclusiones falsas y verdaderas.

1. Si todas las premisas son verdaderas y el argumento es valido, la conclusión debe ser verdad.
2. Si todas las premisas son verdad y la conclusión falsa, el argumento debe ser inválido.
3. Si el argumento es valido y la conclusión es falsa, al menos una premisa debe ser falsa.

En todo caso, el mejor método para evitar posibles confusiones es determinar la validez de un argumento deductivo evaluando su forma. La utilidad del análisis lógico se revela en la evaluación de teorías. Para ello, es necesario descomponerlas en series de proposiciones y, posteriormente organizar las proposiciones en argumentos, determinando posteriormente su validez. Este procedimiento facilita no sólo su validación lógica, sino también la operativización de forma explícita de aquello que se propone (aquello que es comprobable y aquello que no lo es); asimismo, ayuda a detectar posibles contradicciones o presunciones implícitas.

### 1.7. Los argumentos inductivos

Como afirmamos anteriormente, mediante la inducción pretendemos llegar a conclusiones que exceden la información contenida en las premisas. Dado que un presupuesto de la ciencia es su intención abstraer y generalizar, es decir determinar patrones regulares que subsumen la variabilidad de las observaciones particulares, la inducción es una herramienta necesaria. En la inducción nos interesamos, como hiciéramos con la deducción, por la relación existente entre las premisas y las conclusiones. Sin embargo, analizar un razonamiento inductivo es mucho más complicado dado que debe evaluarse el grado en que las

premisas soportan las conclusiones; aún cuando las premisas de un argumento inductivo correcto sean verdaderas, la conclusión solamente puede ser probablemente verdadera.

Vamos a aproximarnos al problema de la lógica inductiva en dos enfoques complementarios. En primer lugar, el razonamiento inductivo en tanto que parte del proceso de generalización inductiva que forma parte de la propuesta de explicaciones científicas, es decir desde la óptica exploratoria, y en segundo lugar el papel de la inducción en el testado de hipótesis ya preexistentes, de acuerdo al método hipotético deductivo.

1) La generalización inductiva afirma algo acerca de una clase entera de objetos o sucesos, en base a información sobre una parte de la clase. Por ejemplo, sobre la base de diez observaciones, por ejemplo diez sindicalistas afiliados a un partido político, podemos inducir que todos los sindicalistas están afiliados a ese partido político. Expresado más formalmente:

- Todos los miembros observados de  $p$  son  $q$
- luego, todos los  $p$  son  $q$ .

Esta parece ser una conclusión aceptable cuando todos los casos observados presentan las mismas características. Ello recordando que no afirmamos algo acerca de lo que conocemos, de los casos observados, sino también de los casos que desconocemos. No obstante, un caso más complicado se presenta cuando afirmamos que un porcentaje de los casos observados presentan una característica, e inferimos que un porcentaje semejante de la clase total poseerá dicha característica. Por ejemplo, si el 80% de los sindicalistas observados están afiliados a un partido político, inferimos que un porcentaje equivalente (el 80%) de todos los sindicalistas (incluidos lo no observados, evidentemente) están afiliados a ese partido político; la diferencia con el primer argumento es que en él un 100% de los casos observados poseían una determinada característica y por lo tanto ese 100% se transformaba en “todos” para el resto de la clase. En este segundo caso contamos con una fracción de ese todo, con lo que se abre la puerta a una incertidumbre. Por ello, la inducción nos permite afirmar:

- El 80% de los miembros observados de  $p$  son  $q$
- luego, el 80% de  $p$  son  $q$ .

Como en todas las inferencias inductivas, las generalizaciones inductivas van más allá de los hechos observados, considerando que no se observa toda la población. Por ello, lo mejor que se puede decir de

ellos es que son probablemente ciertos. En cierto modo, nos estamos refiriendo, si bien desde el ámbito de la inducción lógica, a los mismos problemas que se consideran en el ámbito de la teoría del muestreo, donde desde un subconjunto de casos particulares establecemos un marco de probabilidades a partir del cual se les confieren las atribuciones del conjunto más amplio y desconocido de casos al que pertenece.

Precisamente esta proximidad a la teoría del muestreo hace que algunos argumentos inductivos sean más sólidos que otros. En principio, la solidez de un argumento inductivo depende de lo razonable que sea suponer que los elementos observados (pertenecientes a una determinada clase) sean representativos de la clase completa. Toda aquella estrategia que garantice la similitud entre clase total y observaciones tenderá a apoyar la solidez de un argumento inductivo. Barker (1974), sugiere las siguientes reflexiones.

En general, cuanto más parecidas sean las observaciones, en características diferentes a las evaluadas, más débil será la inferencia. Es decir, si los casos son homogéneos en muchas características, tenderán a parecer casos particulares dentro de una clase total más diversa. De ello se puede afirmar lo contrario, cuanto más diversos son los casos, es decir, heterogéneos en características diferentes a la considerada, más sólido será el argumento inductivo.

Asimismo, en principio, cuanto mayor sea el número de observaciones que apoyan la influencia, más sólido es el argumento, siempre que se suponga una asociación entre el incremento del número de casos y el incremento de la heterogeneidad.

Otro criterio importante es que cuanto más vinculada este la hipótesis con otras de importancia para el área de conocimiento, más sólido será el argumento. Así, si postulamos una hipótesis entre sindicalismo y partidos políticos, podría estar relacionada con otras sobre ideología política y posicionamiento social. En todo caso, cuanto más amplia o extensa es la generalización menor será la probabilidad de ser aceptada, y su argumentación será más débil. Así, para el caso de “todos los sindicalistas son ....” su probabilidad de ser aceptada es baja. Si se restringe la generalización a sólo un segmento, por ejemplo, “todos los sindicalistas del metal en la ciudad de ...” el argumento tendrá más probabilidades de ser aceptado. En relación a ello, lo habitual es que cuanto más precisión se invoque en el argumento, este se entenderá como más improbable; así en “el 80,5% de los sindicalistas están afiliados...” en tanto que afirmación basada sobre una muestra es mucho más débil que “la mayoría de los sindicalistas....”.

En definitiva, para evaluar la fuerza de un argumento inductivo, deben de considerarse los cinco factores mencionados de modo conjunto. Así, hay que apreciar el número de observaciones que da pie a la inducción, en conjunción con el grado de igualdad o desigualdad de dichos casos, el alcance y la precisión de la generalización inductiva, y todo ello en relación al conocimiento establecido con anterioridad.

La actividad científica se apoya en gran medida en la producción de generalizaciones empíricas en base a este tipo de inducción. Constituye la zona abierta del conocimiento basado en la observación de la realidad. Hume en su "Tratado de la naturaleza humana" planteaba la relación entre hipótesis y probabilidad en los siguientes términos; "la probabilidad, como no descubre las relaciones de las ideas consideradas como tales, sino únicamente las de los objetos, tiene, en algunos aspectos, que fundarse en las impresiones de la memoria y de los sentidos, y en otros, en nuestras ideas. Si no hubiese mezcla de impresión alguna en nuestros razonamientos probables, la conclusión sería completamente quimérica; y si no hubiese mezcla de ideas, la acción de la mente, al observar la relación, sería, propiamente hablando, sensación, no razonamiento. Es, por lo tanto, necesario que en todo razonamiento probable haya algo presente a la mente, o visto o recordado; y que de eso nosotros infiramos algo que está en conexión con ello, que no ha sido visto ni recordado.

La única conexión o relación de objetos que puede conducirnos más allá de las impresiones de la memoria y de los sentidos es la de causa y efecto, y ello porque ésa es la única en la cual podemos fundar una inferencia cierta de un objeto a otro. Las ideas de causa y efecto se derivan de la experiencia, la cual nos informa que tales objetos particulares han estado unidos, en todos los casos pasados, el uno al otro; y como se supone que un objeto semejante a uno de ellos está inmediatamente presente en su impresión, de ahí nosotros presumimos la existencia de uno semejante a su acompañante habitual. Según esta explicación, que es, creo, incuestionable en cada uno de sus puntos, la probabilidad se funda en la presunción de una semejanza entre aquellos objetos de los cuales hemos tenido experiencia y aquellos de los que no hemos tenido ninguna, y, por lo tanto, es imposible que tal presunción se origine de la probabilidad. El mismo principio no puede ser a la vez causa y efecto de otra cosa, y ésta es, tal vez, la única proposición sobre esta relación que es cierta o intuitivamente o por demostración." No debemos olvidar que las hipótesis constituyen, en definitiva, intentos de explicaciones de fenómenos sociales.

## 1.8. El testado de hipótesis

El método hipotético-deductivo es la clave principal del testado de hipótesis dentro del marco de una teoría científica. Su nombre podría provocar desconcierto, en la medida que se está considerando el método inductivo.

Hipotético implica que las explicaciones científicas testadas son “hipótesis” en el sentido que se postula su verdad, si bien no existe certeza de ello. Una vez que una explicación es entendida como una hipótesis, se deduce sus posibles consecuencias en términos observables, a efectos de testado. De ese modo, formar hipótesis y deducir las consecuencias que se derivan de dichas hipótesis, constituyen los dos primeros pasos de los cuatro que constituyen el núcleo del método hipotético-deductivo. El tercer paso consiste en comprobar las observaciones para ver si las consecuencias deducidas se cumplen, siendo el cuarto y último en efectuar inferencias acerca de las hipótesis en base a las observaciones. Estas inferencias tendrán un tratamiento lógico diferente según verifiquen o falseen, como tendremos ocasión de comprobar. Desde el punto de vista del análisis lógico, nos interesan especialmente los pasos uno (formulación de hipótesis), dos (deducción lógica de consecuencias) y cuatro (inferencias desde los datos), si bien en el ámbito inductivo importan el uno y dos.

El primer paso consiste en generar explicaciones (hipótesis), que puedan explicar un conjunto de fenómenos sociales. Si seguimos a E. Durkheim, podemos considerar una serie de asociaciones:

- Los viudos y divorciados cometen más suicidios que los casados
- Las parejas sin hijos producen más suicidios que las parejas con hijos
- Los habitantes de las ciudades cometen más suicidios que los que viven en el campo.

De las asociaciones anteriores es factible generar una explicación que de cuenta de todas esas variaciones, y por lo tanto, postular una hipótesis, según la cual la solidaridad social que exista en una sociedad explica las tasas de suicidio. Es evidente que esta generalización, que esta explicación va más allá de los datos o evidencias que le respaldan. El proceso siguiente consiste en postular la explicación como premisa dentro

de un argumento deductivo y deducir desde ella los hechos que actualmente le avalan en tanto que evidencias empíricas.

- Si la solidaridad social de un grupo es más elevada que la de otro grupo distinto, entonces su tasa de suicidio será menor.
- La solidaridad social es más elevada entre los individuos casados que entre los viudos o divorciados.
- Luego la tasa de suicidios es menor entre los casados que entre los viudos y divorciados.

De un modo equivalente actuaríamos para el resto de las evidencias, de tal modo que se establezca la probabilidad de que la premisa (hipótesis) sea acertada en su intento de explicar la realidad. No obstante, explicar los hechos conocidos de este modo implica que disponemos de una hipótesis operativa para interpretar un conjunto de fenómenos sociales, pero no que dicha hipótesis sea cierta para explicar la realidad social más allá de las evidencias que le han dado forma. Es evidente la dependencia que posee la hipótesis o explicación, en esta primera etapa, de las evidencias locales y parciales que, en definitiva, han substanciado la formulación que adoptó. Esta situación es propia de la actividad inductiva tal y como señalara J. Stuart Mill en “Sistemas de lógica”. “La inducción propiamente dicha, en cuanto distinta de las operaciones mentales, impropiedades designadas algunas veces con este nombre, que hemos tratado de caracterizar en el capítulo anterior, puede ser brevemente definida como una generalización de la experiencia. Consiste en inferir de algunos casos particulares en que un fenómeno es observado, que se encontrará en todos los casos de una determinada clase, es decir, en todos los casos que se parezcan a los primeros en lo que ofrecen de esencial. Por qué medio las circunstancias esenciales pueden ser distinguidas de las que no lo son y por qué algunas circunstancias son esenciales y otras no, todavía no estamos en disposición de explicarlo. Es preciso ante todo observar que hay un principio implicado en el enunciado mismo de lo que es la inducción, un postulado relativo al curso de la naturaleza y al orden del universo, a saber: que hay en la naturaleza casos paralelos; que lo que sucede una vez sucederá siempre que dichas circunstancias se presenten. Esto es, un postulado implicado en cada inducción. Y si consultamos el curso actual de la naturaleza, encontraremos en él la garantía. El universo, en cuanto lo conocemos, está constituido de modo que lo que es verdad en un caso cualquiera, es verdad también en todos los casos de una cierta naturaleza. La única dificultad consiste en saber cuál es esta naturaleza.”

Además de la posible “localidad” de la hipótesis, explicando hechos específicos, también es cierto que pueden existir otras explicaciones



alternativas que expliquen esos mismos hechos. Así, en el caso de la hipótesis de Durkheim sobre el suicidio, podrían existir características comunes que explicasen ese comportamiento diferenciado entre grupos. Por ejemplo, que la enfermedad mental sea más frecuente entre aquellos que viven en las ciudades, viudos y divorciados o familias sin hijos, siendo ésta responsable de las tasas diferenciadas de suicidio que se encuentran en este grupo.

En definitiva, la hipótesis de E. Durkheim podrá ser pensada como más o menos probable en función a los hechos que explica (diversidad y abundancia) y en relación a la importancia de las explicaciones alternativas a ese mismo fenómeno, con las que compite. Una vez definida la situación, donde una hipótesis se apoya sobre unas evidencias empíricas determinadas y además compite con otras hipótesis o explicaciones alternativas, la consolidación de una hipótesis se desarrollara en función a su capacidad para explicar hechos observables adicionales. Estos hechos observables adicionales deben de ser deducidos desde la propia hipótesis, que es la que tiene que definir su existencia. Este proceso de redescubrimiento de la realidad observable, deductivamente, desde una premisa/hipótesis preestablecida empíricamente, constituye la clave central del conocimiento científico occidental. Este proceso no implica exclusivamente la comprobación o establecimiento de que una determinada realidad (asociación o distribución) existe, sino que también la interpreta y por lo tanto "comprende" desde una lectura determinada porque ocurre un determinado fenómeno social.

Así, las hipótesis se generan desde un conjunto conocido y limitado de observaciones, y se comprueba su posible veracidad en función a su capacidad para predecir el futuro. Este futuro debe entenderse en la cronología del sujeto de conocimiento y no en el del suceso a comprobar. Para el que investiga intentando establecer una hipótesis, la comprobación de aquello que deduce se encuentra en su futuro particular, pero la observación correspondiente puede haber sucedido en el pasado, ocurrirá en el presente o, también, a su vez, en el futuro.

El segundo paso, en el proceso hipotético-deductivo, implica como hemos señalado, deducir consecuencias desde la explicación que hemos propuesto. Continuando con el ejemplo de Durkheim, podríamos afirmar que

- Si la solidaridad social de un grupo es más elevada que la de otro grupo distinto, entonces su tasa de suicidio será menor.

- Los que profesan la religión católica poseen una mayor solidaridad social que los protestantes
- Luego la tasa de suicidios será menor entre los que profesan la religión católica que entre los protestantes

En esta tarea deductiva, es fundamental controlar la pertinencia de la consecuencia que se ofrece. Por ejemplo, que la solidaridad social está asociada a las creencias religiosas y además de una forma no espuria.

El tercer paso en la tarea hipotética-deductiva viene definido por la necesidad de recoger observaciones que confirmen o nieguen la presencia de esa asociación entre solidaridad y religión, así como entre religión y tasa de suicidios. Esta etapa presenta todas las complejidades de la operativización de los conceptos, determinando las variables o factores, así como la medición y recolección de datos. Esta fase introduce un margen de incertidumbre en el establecimiento de las evidencias que avalen o nieguen la existencia de la relación que se postula, en la medida que debe evaluarse en detalle toda la construcción de variables y recolección de datos. La validez y fiabilidad de toda esta etapa afecta a las conclusiones que se puedan establecer desde el punto de vista de la lógica tras la investigación empírica.

En la cuarta y última fase en el método hipotético-deductivo encontramos que, desde la información que aporta la investigación empírica de las relaciones y distribuciones, la hipótesis (explicación) puede verse confirmada desde los hechos que predecía o por el contrario puede verse contradicha por la realidad. En ambos casos, en el caso de verificación o de falsación de la hipótesis, nos encontramos con dos lógicas diferentes: lógica de confirmar o verificar hipótesis y la lógica de contradecir o falsar hipótesis.

### **1.9. Lógica de contradecir o falsar 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.
- los hechos predecidos no son verdaderos
- luego la hipótesis no es verdadera (es falsa)

Que argumentada en notación adopta la siguiente forma silogística

- Si  $p$ , entonces  $q$ .
- No  $q$ .
- Luego no  $p$ .

Denominada negación de consecuente y que es deductivamente válida. Por ello, existe una corriente que mantiene que las hipótesis no pueden ser verificadas (probadas), pero si pueden ser falsadas (negadas). No obstante, como ya sabemos, 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 test predictivos que respaldan una hipótesis, y 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 el mejor test aquel que confirma una hipótesis y falsa, simultáneamente, las alternativas. Así, en el caso del estudio de Durkheim sobre el suicidio, una hipótesis alternativa importante venía planteada por las enfermedades mentales.

Durkheim falsa dicha hipótesis y valida la suya efectuando un test de asociación entre enfermedades mentales y cifras de suicidio.

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 estructurales 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 planteara en términos distintos a la existencia o no de covariación. "Una hipótesis estructural 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 entre dos variables pueda ser explicada teórica y estadísticamente por otra tercera variable. En todo caso, si la covariación y la relación espuria no son iguales, no significa que la hipótesis estructural se haya validado. En la medida que los datos proceden de diseños no experimentales aún cabrán dos explicaciones posibles:

- a) Existe un efecto estructural entre las variables
- b) Una causa común importante ha sido omitida

Una noción importante es la de variable común. Esta variable común (A) puede explicar dos variables relacionadas entre sí (BC) 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. Consideremos un ejemplo intuitivo: dos personas que se conocen y se relacionan (B y C), pero que ambas son inicialmente amigas de otra tercera persona (A) que los presento y que casi siempre esta 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. El número de reuniones entre ambos puede ser elevada (B,C), pero cuando se tiene en cuenta cuantas 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". 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 covarían, explica o no la covariación entre estas. Como

veremos, la noción de causa común es muy importante para falsar las hipótesis estructurales.

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 intervinientes no comunes refinan el análisis, haciéndolo más descriptivo.

En ese sentido, una de las características del análisis estructural, como parte del método correlacional, es que siempre esta abierto a la posibilidad de variables comunes no presentes (explicaciones alternativas) y que puedan falsar relaciones causales aceptadas anteriormente. Desde esta perspectiva, el análisis estructural 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 estructural 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 estructural 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).

Recordando nuevamente el aspecto central, en un modelo estructural 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 mostrara 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, indicara una explicación incorrecta (no están todas las variables importantes) o una argumentación incorrecta (especificación incorrecta). Este error esta 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.

### 1.10. Lógica de confirmar o verificar hipótesis

Supongamos que los datos confirman la predicción que afirmaba el que la tasa de suicidio era 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 este 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 valido que no prueba la conclusión. En definitiva, los hechos que se confirman (relación o distribución) son el consecuente de la hipótesis (q). Al igual que anteriormente afirmábamos con respecto a los hechos explicados por la hipótesis (solidaridad social, por ejemplo) que estos también podrían 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, (aún cuando no este probada definitivamente). Siguiendo el esquema que se describía en el primer paso, durante la generación contemporánea 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 son cuatro las columnas empíricas que sustentan la hipótesis.

- Los viudos y divorciados cometen más suicidios que los casados
- Las parejas sin hijos producen más suicidios que las parejas con hijos
- Los habitantes de las ciudades cometen más suicidios que los que viven en el campo.
- La tasa de suicidios es menor entre los que profesan la religión católica que entre los protestantes

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.



## 2. Unidades de análisis, variables, medición

El tipo de información considerada como datos en sociología puede recogerse en diferentes niveles de análisis, dependiendo de cuál sea la unidad sobre la que se centre el estudio. Así pueden recogerse datos referentes a individuos, naciones, instituciones, etc. Cada uno de ellos implica un conocimiento diferente sobre los aspectos de la realidad social. La capacidad de emplearse conjuntamente en una misma investigación aporta la posibilidad de una mejora de la información o las mediciones que se efectúen. Ciertamente, existe una gran variedad de posibles niveles de actuación, si bien podemos (siguiendo a Smith) considerar como bien diferenciados los siete siguientes.

1. Agregacional
2. Interactivo
3. Organizacional
4. Ecológico
5. Institucional
6. Cultural
7. Societal

Resulta especialmente importante el no confundir la posibilidad de triangular sobre los diferentes niveles de análisis, con lo que Galtung (1967) denomina la falacia del nivel erróneo de análisis. Dicho error se produce cuando el investigador efectúa inferencias, no justificadas empíricamente, desde las unidades observadas hacia otras unidades diferentes, en un nivel superior o inferior. La triangulación sobre los datos no consiste pues en desplazarse entre los diferentes niveles de análisis desde un plano teórico, sino desde una perspectiva empírica, donde la contrastación entre niveles se efectúa a partir de los datos o mediciones realizadas en cada uno de ellos. En definitiva, cada nivel aporta unas potencialidades al mismo tiempo que presenta unas determinadas limitaciones. El análisis agregativo, basado sobre los individuos (como es el caso de la encuesta) es utilizado poco habitualmente para captar la trama de interacciones que se producen entre los individuos. En general, las variables agregacionales se derivan de la acumulación de características individuales. El nivel de análisis interactivo toma como

unidad el grupo o la relación. Su interés principal estaría centrado con las redes de interacciones que se establezcan entre individuos o grupos. La atención se fija en el grupo o sus interacciones (internas/externas) sin que el análisis descienda hasta las características de los componentes.

*"Siempre he encontrado interesante recorrer una calle, mirar lo que me rodea y preguntarme a qué se parecerían todas estas cosas si no se me hubiera enseñado a ver caballos, árboles y casa allí donde hay caballos, árboles y casas. Estoy persuadido de que, para una visión superior, los objetos no son más que estreñimientos locales fundiéndose instintivamente los unos con los otros en un gran todo global".*

*Charles Fort. El libro de los condenados.*

Otro de los niveles de análisis es el que toma como unidad la organización. Si bien las organizaciones están compuestas por individuos, es evidente que éstas por sí mismas poseen características que no son atribuibles a los sujetos y que tampoco son el resultado de una agregación de características individuales. Tendría este nivel el estudio de la burocracia, la rigidez de las reglas, los tipos de control social, etc.

El nivel de análisis ecológico se relaciona con el empleo de áreas espaciales en el estudio de determinados fenómenos sociales. La distribución del voto en unas elecciones entre los diferentes distritos puede dar paso a un análisis de participación política y desorganización social. El análisis institucional se concentra en el estudio de las instituciones sociales (familiares, económicas, políticas, etc.), así como de la relación entre ellas. Tal como destacó Rosenberg (1968), gran parte de la teoría sociológica clásica se desarrolla sobre la base del análisis institucional. El análisis cultural se refiere al estudio de normas, valores, tradiciones y otras creencias culturales. El nivel societal se concentra en el estudio de sociedades, habitualmente mediante el uso de indicadores tales como índices de urbanización, de desarrollo, de educación, políticos, etc.

Como puede apreciarse, el individuo no se presenta como un nivel de análisis, en la medida que su interés corresponde a la psicología. De hecho, la entrevista sociológica raramente se analiza en si misma, sino en conjunto con otras, donde se diluye como tal unidad, dado que el discurso del individuo es simplemente una parte de otro más global que le contiene y genera;

## 2.1. Latente y manifiesto

La sociedad no viene definida exclusivamente por aquello que es visible culturalmente. Existen conceptos que son no percibibles directamente por el investigador social. Así, por ejemplo, la noción Weberiana de proceso de racionalización. Dicho proceso entendido como una secuencia histórica se aprecia indirectamente en multitud de indicadores, pero sin embargo rehuye a una observación directa. Conceptos como ideología política, religiosidad, racismo, o los referidos a valores, actitudes, etc. expresan realidades no directamente mensurables. En ese sentido, la realidad que investiga el sociólogo presenta diferentes niveles de profundidad, desde una opinión epidérmica a una actitud racista o xenófoba.

*"Existen también numerosos cuerpos artificiales cuyas estructuras no son perceptibles; tal es el vino; es un cuerpo producido por el Arte, y, sin embargo, la fuerza que lo hace fermentar no es perceptible; su existencia se conoce sólo por su acción, y esta fuerza (quwwa) es la forma (sura) y la estructura (sigha) del vino; desempeña, respecto al vino, el mismo papel que el filo respecto a la espada, puesto que el vino ejerce su acción gracias a esa fuerza. (...) Así también los medicamentos, como la teriaca y otros, que son compuestos (murakkaba) por el arte de la Medicina, obran en el cuerpo merced a fuerzas que implica su composición; esas fuerzas no son perceptibles; los sentidos perciben sólo las acciones que resultan de ellas. Por tanto, un medicamento no llega a ser tal sino por dos cosas: las mezclas complejas (ajlat) de que se compone y la fuerza por la cual ejerce su acción. Las mezclas constituyen su materia, y la fuerza por la cual obra, constituye su forma."*

*Al-Farabi. Ihsa' al-'Ulum*

Un análisis de la sociedad debe considerar la existencia de procesos, estructuras y dimensionalidades latentes, con capacidad explicativa y que en algunos casos puede carecer de nombre. Este es un caso muy frecuente con el análisis dimensional, donde la estructura de los datos revela variables latentes que poseen un contenido claro y carece de un nombre preciso.

Cada vez es más evidente para el investigador social que disfrutamos de un catálogo incompleto y culturalmente sesgado de las variables que puedan definir la realidad social. El descubrimiento de variables latentes ayuda a simplificar, integrar y destrivializar la sociedad.

Las variables son elementos que describen la realidad sustituyéndola, y también afirman como se construye explicándola.

Una de las primeras cuestiones que deben plantearse cuando nos referimos al concepto variable es precisamente el de su existencia. Al emplear una variable estamos reemplazando la realidad por algo que la sustituye. En principio, en los manuales de técnicas de investigación, el problema principal es la dificultad para traducir de un modo válido y fiable dicha realidad en variables e indicadores. No obstante, previamente a ese esfuerzo técnico para efectuar una medición correcta ha existido la decisión de que esa variable es importante.

Quizás uno de los temas más interesantes al tratar con variables es precisamente la doble selección que efectúa todo investigador: primero con respecto a que realidad le interesa y segundo que variables la van a reemplazar en el análisis. Pensemos un investigador que para analizar un fenómeno decida un conjunto de indicadores absolutamente anómalo. Diríamos que su análisis está mal especificado. Y esa puede considerarse la clave del desarrollo de la investigación social. La especificación correcta de la realidad. No solamente que realidad es importante, dado que eso lo decidirá la financiación o los intereses personales del científico, sino que variables van a traducirla, a sustituirla para que la describamos. A reemplazarla para que la expliquemos.

Un investigador decide que variables o conjuntos de variables son relevantes para definir y explicar el fenómeno social que es objeto de su atención. Hablar de variables es, en definitiva, decidir que partes de la realidad social existe y que otras no.

En la mayor parte de los casos, las variables que un investigador considera sociológicamente relevantes han sido heredadas de la tradición en la investigación de ese tema o propuestos por la teoría sociológica. En ese sentido, es necesario explicitar que existe una decisión previa tomada consciente o inconscientemente por el investigador con respecto a que partes de la realidad social va a conceder existencia.

Precisamente la existencia de variables latentes, no percibibles directamente por el investigador, así como la dificultad para etiquetarlas conceptualmente, es un indicador de que gran parte de la realidad social escapa a las definiciones que previamente han sido definidas.

Esta selección de aquello que va a describir la realidad social es especialmente importante cuando se trata de variables explicativas. Si las

variables en general desagregan parcialmente el mundo, la atribución a una variable de propiedades explicativas implica decisiones sobre la reconstrucción misma de la realidad social. Esta percepción de la potencia de reconstrucción del mundo social es prioritaria en el desarrollo de un análisis de la realidad. Si consideramos que una variable explica, es basándonos en la percepción de que discrimina la realidad. Si la variable género explica una diferencia de opinión, afirmamos que hombres y mujeres muestran una actitud diferente ante la realidad social. Toda capacidad explicativa o descriptiva es esencialmente la afirmación de una diferencia, de que algo es distinto. O no. Así, una variable de control que no explica un fenómeno social pierde su naturaleza de control, ya no explica el mundo, existe algo que debería diferenciar y no diferencia. Precisamente, una cuestión fundamental es reconocer la dependencia de la naturaleza de control atribuible a una variable de las realidades que se le asocian.

La capacidad de definición del mundo no es el único atributo de una variable. Su capacidad más argumentada es su potencia operativa de medición. Como ya sabemos, la vía para cuantificar un concepto teórico es identificar su definición teórica con una definición que le haga operativo, medible. Para aproximarse a la realidad social un concepto teórico se apoya sobre variables. ¿Qué es una variable? Una variable es un sistema de categoría o factor que representa estados o valores que puede adoptar una característica sociológicamente relevante (como la edad, los ingresos, el sexo, etc.), y que son mutuamente exclusivas y totalmente inclusivas. El primer elemento en la definición de variable, nos dice que ésta es un conjunto de categorías. La variable sexo es un conjunto de categorías cuyos elementos son hombres y mujeres. La segunda parte de la definición dice que para que un conjunto de categorías sea una variable, estas deben de ser mutuamente excluyentes y totalmente inclusivas. Esto quiere decir que cada caso solo podrá ser asignado a una sola categoría y deberá haber alguna categoría donde asignar cada caso.

Por lo tanto, a cada caso le corresponde una y sólo una categoría de la variable "edad", según los años que posea. Es decir, las categorías entre si son excluyentes. También podemos apreciar que todos los casos encuentran una categoría que cuadre con sus características, o lo que es lo mismo, que el conjunto de categorías incluye a todos los casos. 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.

*"Needleman no era un hombre fácil de comprender. Su reticencia era tenida por frialdad, pero poseía una gran capacidad de compasión: testigo casual de una horrible catástrofe minera, no pudo concluir una segunda ración de tarta de manzana. Su silencio, por otra parte, enervaba a la gente, pero es que Needleman consideraba el lenguaje oral como un medio de comunicación defectuoso y prefería sostener sus conversaciones, hasta las más íntimas, mediante banderas de señales. (...)*

*Como siempre, cuando murió, Needleman tenía entre manos varias cosas a la vez. Desarrollaba una ética, basada en su teoría de que "el comportamiento bueno y justo no sólo es más moral, sino que puede hacerse por teléfono". Andaba igualmente por la mitad de un nuevo ensayo sobre semántica, donde demostraba (según insistía con particular vehemencia) que la estructura de la frase es innata pero el relincho es adquirido. Y en fin, otro libro más sobre el Holocausto. Éste con figuras recortables. A Needleman le obsesionaba el problema del mal y argüía con singular elocuencia que el auténtico mal es sólo posible cuando quien lo perpetra se llama Blackie o Pete"*

*W. Allen. Recordando a Needleman*

Los conceptos teóricos rara vez representan un fenómeno social unidimensional. La dimensionalidad se refiere al número de cualidades distintas que son inherentes a un concepto teórico. Por ejemplo, "status social", "alienación", o "prejuicio" son conceptos teóricos que engloban aspectos bastantes diferentes. Así, en el concepto "prejuicio" se incorporan aspectos tales como "tendencia a discriminar", "presencia de sentimientos negativos", o "el contenido de estereotipo" que pueda existir en el prejuicio. En general, la caracterización multidimensional de los conceptos teóricos contribuyen al desarrollo de la ciencia. Esto, porque al presentar diferentes lecturas de un concepto teórico se favorece la formulación de hipótesis a la vez que se indican posibles vías de acceso a su medición. En el caso de los prejuicios contra los gitanos, se podría medir este mediante las creencias despectivas que pudiesen existir, o por el rehuir a relacionarse con personas de esta raza, lo que ofrece un mayor repertorio de estrategias de medición.

Un aspecto reconocido por la mayoría de los científicos sociales es el hecho de que es necesaria una formulación más estricta de los

conceptos teóricos. En palabras de Blalock: “la cuidadosa reelaboración de las teorías verbales constituye una de las tareas más desafiantes con que nos enfrentamos. La principal tarea de esta empresa consistirá en clasificar conceptos, eliminar o consolidar variables, traducir las teorías verbales existentes a un lenguaje común, investigar la bibliografía a la búsqueda de proposiciones, y detectar las presunciones que conectan las principales proposiciones con el trabajo teórico serio”. Se precisa, pues, de una tarea previa de formalización que permita a la encuesta muestral el tener una mayor eficacia teórica de la que posee actualmente. Este esfuerzo desborda, con mucho, las tareas estrictamente metodológicas. Tal y como lo expresa Lazarsfeld (1951) “¿Cómo nos ponemos a formar tales categorías, en primer lugar? ¿Por qué escoger ciertos elementos de la situación, y no otros? ¿Por qué combinarlos precisamente en estas categorías? Se puede argüir acertadamente que no podemos redactar un conjunto de instrucciones manuales para categorizar los fenómenos sociales: tales instrucciones no serían más que un programa general para desarrollar la teoría social. No podemos escribir un manual sobre cómo formar fecundos conceptos teóricos de la misma manera que escribimos manuales sobre cómo seleccionar muestras o redactar cuestionarios”. Este es un reconocimiento a la evidencia de que el desarrollo de la investigación social sólo puede ser una consecuencia de un desarrollo previo de la teoría sociológica.

La investigación social es siempre investigación de algo, y ese algo debe de estar definido, como ya hemos indicado, desde una matriz teórica previa que identifique los límites lógicos y consecuencias teóricas de aquello que se evidencie empíricamente. Sin embargo, existe un desarrollo técnico de la investigación social que no se relaciona directamente con una eficacia teórica, dado que la teoría sociológica ha padecido siempre de una escasa formalización de conceptos, planteando más imágenes globales que detalles particulares, lo que constituye un obstáculo a su cuantificación. La investigación social es posible actualmente porque el investigador participa de la sociedad que estudia, de modo que posee un conocimiento, en gran parte intuitivo, de las características que son relevantes. Cicourel (1982) lo expresa claramente: “la falta de una teoría social desarrollada obliga a todos los investigadores en sociología a emplear conceptos vulgares que reflejan los conocimientos comunes a los sociólogos y a los miembros “medios” de la comunidad o sociedad. Suponiendo desde el principio que el sociólogo y sus sujetos constituyen una cultura común que cada uno entiende más o menos de la misma manera, los sentidos “obvios” de las preguntas operativizadas del cuestionario en que se basan los indicadores incorporarán propiedades sólo vagamente definidas en la teoría social, pero cuya importancia para el proyecto de investigación se da por supuesta”. Hay que aceptar, en parte,

la crítica de Cicourel en el sentido de que se debe de mejorar la definición teórica de los conceptos sociológicos, mostrando aquellos aspectos que puedan orientar una cuantificación más precisa. No obstante, el compartir una cultura común es una ventaja indudable y un punto de partida obvio para la cuantificación de conceptos teóricos.

Es decir, está claro que se debe desarrollar la medición de los conceptos teóricos desde la teoría que los genera, pero también es cierto que no nos encontramos en un camino equivocado, sino sólo al comienzo de la vía correcta. Utilizar como punto de partida un conocimiento vulgar, en tanto que socialmente compartido, es lo que permite que la investigación social recoja actualmente una parte, mayor o menor, de la realidad de los fenómenos sociales. Ciertamente este conocimiento no está poseyendo una gran trascendencia teórica, pero sí la está teniendo práctica, tal y como demuestran los gastos cada vez más crecientes en investigación de mercados. Recordemos que el origen de la encuesta no se dió en el ámbito universitario, ni en el de las instituciones científicas, sino en la vida pública moderna, en la necesidad urgente de conocimientos prácticos, demandados por un sistema económico competitivo y un régimen político democrático.

Se hace necesario un nuevo estilo de teoría sociológica capaz de crear nuevas estrategias de medición. Para que esto sea posible hay que hacer operativos los conceptos; es decir expresarlos de modo que sean mensurables.

Una definición operativa consiste en la descripción detallada de los procedimientos utilizados en la investigación para asignar las unidades de análisis a las diferentes categorías de una variable. Esto incluye, en una encuesta, las preguntas efectuadas, que categorías se ofrecen como respuestas (o en todo caso las reglas empleadas para codificar si la pregunta es abierta), las instrucciones completas para recoger los datos, etc. Formalmente debe de recurrirse a definiciones preexistentes del mismo concepto generadas por otros científicos, de modo que las conclusiones sean equiparables. No obstante, está abierta la vía a generar nuevas definiciones operativas siempre y cuando tengan en consideración las ya existentes.

En ese sentido, la interpretación de un concepto teórico debe considerar como una de las características más destacables de la investigación científica es el estar basada sobre el empirismo.

Los conceptos teóricos, con los que pensamos el mundo, se plasman desde la perspectiva empírica en un conjunto de variables o



indicadores, no necesariamente percibibles directamente. Un modelo de covarianzas plantea, esencialmente, que existe un sistema de relaciones de interdependencia entre un conjunto de variables. En ese sentido los conceptos importantes para el análisis estructural están articulados entre sí. La noción de explicación 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 estructural 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 estructural 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 intervinientes son aquellas que vienen explicadas dentro del modelo pero no contribuyen a explicar ninguna otra. Realmente, un modelo estructural consiste en 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 se está contando.

En ese sentido, un modelo estructural no deja de ser una narración donde se intenta explicar el por qué de algo, con un número limitado de personajes (variables exógenas, endógenas intervinientes 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 intervinientes, 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.

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. 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.

## 2.2. Medición

El proceso de medición ha sido definido de modos muy diversos. Una aproximación interesante es la propuesta por S. Stevens (1951) 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<sup>28</sup> 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

<sup>28</sup> 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.

operaciones propias de los números reales (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 Ackoff, 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.

Torgerson desarrolla acertadamente un último aspecto importante: "La medición atañe a las propiedades de los objetos, no a los mismos objetos. Así, en nuestro uso del termino, 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 relacionales del sistema de cifrado que se utilice y las características relacionales 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 sexo 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 los "cifras" que representan las características del concepto que se pretende medir no pueden violentar la realidad. Si a la categoría "Hombre" le asignamos un 1 y a la categoría "Mujer" un 2, el tratamiento o

tratamientos posibles para ese 1 o 2 no pueden ignorar aquello que representan, un sistema de clasificación. Podemos dividir 1 entre 2 y nos resultará un valor, 0,5, pero, ¿qué significado posible tiene esa cantidad en términos de aquello que pretendemos medir? 0,5 en el concepto teórico sexo no significa nada. Del mismo modo, la asignación de representaciones numéricas incorrectas a un concepto teórico implica que los hallazgos o conclusiones a que se llegue mediante el análisis son incorrectos y carentes de significado.

*"Me hallaba yo acostado en mi casa de la playa, pero no podía dormir pensando en que se me antojaba una pechuga de pollo que había en la nevera. Esperé a que mi mujer se quedase transpuesta, y fui de puntillas a la cocina. Eran las cuatro y cuarto en punto. Estoy completamente seguro, porque el reloj de la cocina no funciona desde hace veintiún años y marca siempre esa hora."*

*W. Allen. La amenaza O.V.N.I.*

El problema de la medición supone una dificultad diferente según las características del fenómeno social que se desea cuantificar. Para la encuesta, Sudman y Bradburn (1974) distinguen a grandes rasgos entre dos tipos de respuestas: de comportamiento y psicológicas. Las primeras son, o pueden ser, verificables (ingreso, edad, voto, etc.) mientras que las segundas solo pueden ser inferidas indirectamente. La actitud de un individuo hacia un partido político es una referencia mucho más vaga que el voto en las últimas elecciones. Son más fáciles de cuantificar las variables de comportamiento, dado que los individuos mantienen una relación objetiva con ellas, que aquellas otras referidas a estados emocionales o subjetivos. Cicourel (1982) 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 le situamos dentro de cierta textura teórica que origine explícitamente dicotomías significativas, tricotomías, relaciones ordinales e intervalos 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 comprensión 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<sup>29</sup> entre el sistema numérico y el sistema empírico que es objeto de medición. Asimismo, también isonómia en lo que se refiere a las leyes combinatorias, combinaciones y relaciones que son compatibles en ambos conjuntos.

*"-El mundo material -siguió Dupin- es abundante en analogías exactas con el inmaterial, y eso da un tinte de verdad a ese dogma retórico de que la metáfora o el símil pueden servir para fortalecer un argumento o para embellecer una descripción".*

*E.A. Poe. La carta robada*

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. Una regla que ordene y exprese los datos en números en función del sistema empírico y del sistema teórico. 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 mala 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 Coombs "Nuestras 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, Blalock denomina a las teorías que arrojan 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.

<sup>29</sup> Para que exista isomorfismo entre los dos sistemas debe existir una aplicación biyectiva entre ambos sistemas (conjuntos). Esto implica que las relaciones deben ser aplicaciones inyectivas y sobreyectivas (exhaustivas).

*"Fantasma. Persona que se ha desvanecido hasta hacerse impalpable por muerte, ausencia o cambio de costumbres".*

*James Joyce. Ulyses*

### **2.3. Los niveles de medición**

Existen muchos niveles de medición, en la medida que cada uno de ellos refleja un conjunto de propiedades en el sistema de cifrado adoptado. Así, los economistas acostumbran a utilizar con frecuencia un nivel denominado cardinal. Para la sociología, en general, se admite que la medición de los fenómenos sociales puede efectuarse en cuatro formas sin perder información sustancial con respecto a las propiedades relacionales del sistema empírico.

- a) nominal
- b) ordinal
- c) intervalos
- d) ratios o proporciones

Cada uno de estos grados de medición se corresponde con diferentes fenómenos sociales, debiéndose elegir aquél que sea más adecuado.

La medición nominal. Un nivel de medición nominal implica básicamente determinar la ausencia o presencia de una característica, también denominada cualidad. En otras palabras, se trata de clasificar a los individuos en virtud de una determinada característica. El nivel de medición nominal ofrece apenas la información más indispensable, ya que los "números" sirven sólo como "nombres" para identificar las propiedades que se estudian. A todos los miembros de una clase se les asigna el mismo número o nombre, pero jamás se da el mismo a dos clases distintas. Para utilizar un nivel de medición nominal basta que seamos capaces de distinguir si dos elementos son "iguales" o si son "distintos" con respecto a determinadas propiedades. Carece de sentido añadir números e incluso ordenarlos. Así los valores de "varón" y "hembra", constituyen un tipo de medición nominal, según el cual se clasifican los individuos por su género.

En qué grado la medición nominal puede discriminar entre los individuos depende de la intención del investigador. Por ejemplo, el número del documento nacional de identidad no posee capacidad numérica ni refleja ningún orden. Es una medición nominal que identifica a

cada ciudadano, es decir, posee capacidad de discriminar hasta un nivel individual. El grado de clasificación que puede desarrollar una medición nominal depende del investigador, que decide el tipo de agregación que necesita.

Estadísticamente, la medida de tendencia central que corresponde con un nivel de medición nominal es la moda. Existe una predisposición a considerar la medición nominal como inferior a los otros tipos de medición. Es este un error importante, pues las limitaciones que pueda encontrar una medición nominal en el tratamiento estadístico es una cuestión secundaria ante la evidencia de que muchos fenómenos sociales son eminentemente nominales, y como tales hay que tratarlos.

La medición ordinal. Un nivel de medición que además de clasificar ordena, es el denominado ordinal. La medición ordinal requiere que los objetos se puedan ordenar por categorías, de acuerdo a algún atributo; señala, pues, a una jerarquía pero sin postular una unidad fija de medida por lo que carece de sentido añadir grados o hablar, por ejemplo, que uno posee el doble que otro de una determinada característica. Esta medición implica determinar un orden de intensidad para una cualidad, es decir, que el fenómeno en estudio está ordenado, por ejemplo, "mucho", "bastante", "poco", "nada". Este gradiente sólo indica la relación de una respuesta con otra; "mucho" es más que "bastante", o "poco" más que "nada", pero no expresa que distancia puede existir entre las diferentes respuestas. No tiene sentido preguntarse cuántas veces "mucho" es más que "nada". La medida de tendencia central que es factible utilizar con el nivel de medición ordinal es la mediana, además de la moda. Conforme la medición es más refinada incorpora las características de las anteriores, por ello al existir un orden existe, a su vez, clasificación.

La medición por intervalos. El nivel de medición por intervalos implica un continuo compuesto por intervalos igualmente espaciados; es decir, que las distancias numéricamente iguales en el instrumento de medición representan distancias iguales en la propiedad que se mide. Aquí se introduce una unidad constante de medida. Tiene pues sentido el uso de la adición o sustracción entre los valores, pero sin poder afirmar aun que un objeto posea una cierta característica en una cuantía doble a otro, dado que no se postula la existencia de un cero natural. En este continuo no existe un valor que refleje ausencia de la cualidad, es decir, un 0 absoluto. Por ello, podemos apreciar las diferencias entre dos mediciones, pero no saber cuanta cualidad implica esa diferencia. Un coeficiente de inteligencia de 110 es 10 puntos mayor que uno de 100, y esa distancia de 10 es igual a la existente entre una diferencia entre 115 y 105, dado que los intervalos son equivalentes entre si. Al ser los intervalos

iguales, son adecuados para poner en relación una medición respecto de otra. La medida estadística de tendencia central para un nivel de medición por intervalos es la media (conjuntamente con la moda y la mediana).

El grado de refinamiento que alcance el nivel de medición por intervalos debe de estar ajustado con la realidad social del fenómeno que se está considerando. Por ejemplo, no por plantear que el 1 es extrema izquierda y 10.000 extrema derecha, vamos a conseguir una cuantificación más exacta del fenómeno. Mucho más prudente sería entre 1 y 7 ó 1 a 10. Como ya indicamos, la formulación de una medición debe de ajustarse sobre las características de aquello que se desea cuantificar.

La medición de razón o proporciones. El nivel de medición que permite un mayor grado de operaciones estadísticas es el de razón o proporciones, consistente en un continuo compuesto por intervalos igualmente espaciados donde existe el valor 0, que representa la ausencia de cualidad. Quiere esto decir que el 0 posee un significado. Cero grados centígrados no representan ausencia de temperatura. Indica a lo sumo, el punto térmico de transición entre el estado líquido y el sólido en el agua, pero no ausencia absoluta de "calor". La escala Kelvin sí posee un nivel de medición de razón o proporción. Cero grados Kelvin (k) indica ausencia de calor, no hay movimiento molecular. Al existir un cero absoluto, puede decirse en propiedad que 5000 K es el doble de temperatura que 2500 k. Evidentemente en la escala Kelvin no existen signos positivos o negativos al no haber la posibilidad de estar bajo cero Kelvin. Este nivel de medición permite realizar todas las operaciones aritméticas con los valores obtenidos al incorporar las características de los niveles anteriores, añadiendo a su vez la existencia de un cero como origen natural. Al existir una referencia absoluta, es posible evaluar los incrementos que supone cada unidad sobre la anterior. Aquellos fenómenos sociales cuyo nivel natural de medición es el de proporciones son factibles de ser tratados con el mayor número de procedimientos estadísticos. Esto anterior ha sido especialmente cierto durante bastante tiempo, si bien en la actualidad se van desarrollando nuevos procedimientos que potenciaran el análisis de los otros niveles de medición considerados. Es una cuestión de tiempo el que los sociólogos (gracias al trabajo de los profesionales de la matemática y la estadística) pierdan su complejo por los niveles de medición que su objeto de estudio les permite emplear más frecuentemente: nominal u ordinal.

Como ya sabemos, no debe de primar la consideración estadística sobre la lógica de la realidad social. El nivel de medición que se adopte debe de ser el más adecuado al concepto teórico que se pretende cuantificar, aun cuando quepa la opción de emplear otro con mayores



posibilidades estadísticas. Así, los ingresos familiares pueden considerarse como una variable de razón. Sin embargo, si el concepto teórico que deseamos medir es el de "status social" resulta evidente que unos ingresos mensuales de 0 no reflejan un estatus social de 0, por lo que fijarle el nivel de medición en "razón" no es lo más apropiado. Tampoco sería correcto el nivel de medición interval, dado que no existe igualdad de intervalos. Un incremento de 0 a 1.000.000 supone un incremento de estatus mucho más sustancial que el pasar de 100.000.000 a 101.000.000. Por todo esto, si los ingresos se van a emplear para medir "estatus social" deberían de hacerlo en un nivel ordinal, que es el que refleja mejor la naturaleza social del estatus. Esto no obsta para que los ingresos, cuando miden otro concepto teórico diferente al de estatus social, pueda adoptar un nivel de medición interval o de razón.

Este ejemplo anterior recoge la evidencia de que la realidad social requiere el nivel de medición que le corresponda adecuadamente; ello implica que, aún cuando exista la posibilidad de un mayor tratamiento estadístico, el nivel de medición debe de ajustarse a la naturaleza del fenómeno que representa. La clave de una buena cuantificación no consiste en emplear aquel nivel de medición que permite más operaciones matemáticas, sino el que es más apropiado a las características de aquello que se desea medir.

*"Chimista, que era autodidacto y que sabía de todo, le explicó algunas cosas que el muchacho no entendía bien. Luego, para embromarle, le hacía preguntas capciosas de pronto.*

*-A ver, Iturriza, ¿cuántos kilogramos de distancia hay desde Manila a Hong-Kong? -le preguntaba.*

*-No sé... ¿Habrán quinientos? ¿Habrán ochocientos?*

*-No seas tonto... Kilogramos es una medida de peso.*

*-Tiene usted razón. A ver, pregúnteme usted otra cosa.*

*-Si un chino come con los palillos cuatro granos de arroz por segundo y cada cubo tiene una cabida de cinco libras, ¿cuánto tardará en comerse el cubo?*

*- Pues tardará... a ver... a ver...; dice usted que...*

*-No, no hay manera de averiguarlo. Es un problema mal planteado, porque no se dice lo que pesa cada grano de arroz.*

*-Tiene usted razón. Es verdad.*

*-Es lo primero que hay que ver en todo problema. Si está bien planteado, porque si no lo está, todo esfuerzo es cosa perdida.*

*-Hazle caso a éste -le decía yo a Iturriza-, que sabe lo que dice.*

*-Ya lo veo -contestaba él.*

*Pío Baroja. La estrella del capitán Chimista*

Esencialmente, las relaciones que se han considerado hasta el momento estaban desarrolladas en el espacio, referidas a distribuciones de características y su correspondencia entre diferentes grupos. Si consideramos el cambio en el tiempo de dichas relaciones espaciales necesitamos incorporar en nuestro análisis una variable especial: el tiempo.

### **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.

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 indicara en que 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.<sup>30</sup>

En este entorno, es donde podremos ubicar aquello que en las sociedades con 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.

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 actual. 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 solo cabe unos estados posibles (catalogación de la realidad) donde habitar. La secuencia siguiente expresa una temporalidad cíclica en tres estados A, B, C.

A, B, C, A, B, C, A...

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 solo expresa el estado de un proceso recurrente.<sup>31</sup>

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

<sup>30</sup> Los ritmos temporales, desde un punto de vista social, se superponen a los determinados por la naturaleza. Ciclos circadianos, bioritmos, estaciones: todos los relojes se colapsan sobre la vida social.

<sup>31</sup> Sociólogos con temporalidad cíclica: Pareto (elites), Mitchel (oligarquias), Montesquieu, etc.

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. O, en términos más atenuados, las consecuencias psicológicas que experimentan los individuos durante sus vacaciones laborales, cuando se encuentran con todo su tiempo disponible y tienden a establecer un mínimo de subrutinas que restablezca una cierta tranquilidad psicológica<sup>32</sup>. Así, levantarse cuando se desea, comer cuando apetece, etc., termina desincronizando al individuo; un fenómeno semejante sucede cuando se visita una sociedad/cultura diferente regida por otros ritmos: desconoces 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 estas desengranado en los ritmos cronológicos de dicha sociedad. El efecto en las 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 esta definida por esta.

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 (pandillas, sectas, alcohol, suicidio, etc.). También, tal y como señalara en parte E. Durkheim, un exceso de rutina e integración puede conducir al suicidio o al asesinato.

Socialmente, una subrutina será más eficaz a efectos de integración si traspasa un mayor número de niveles de análisis, así, en la cultura judeocristiana, el 25 de diciembre afecta a toda una cultura, sociedades, afijaciones ecológicas, organizacionales, institucionales, interaccionales o agregacionales.

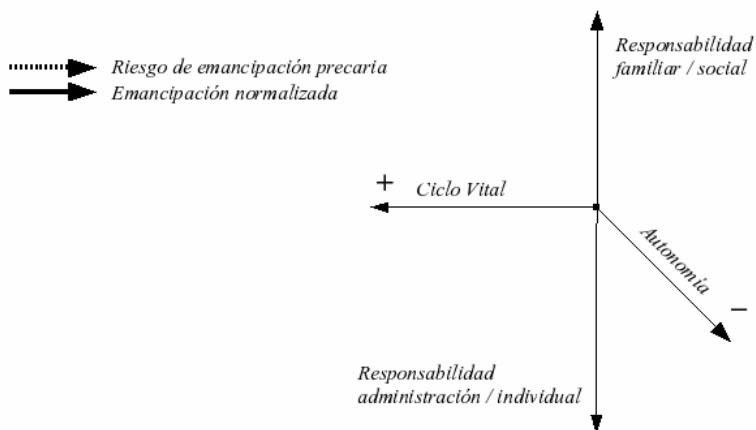
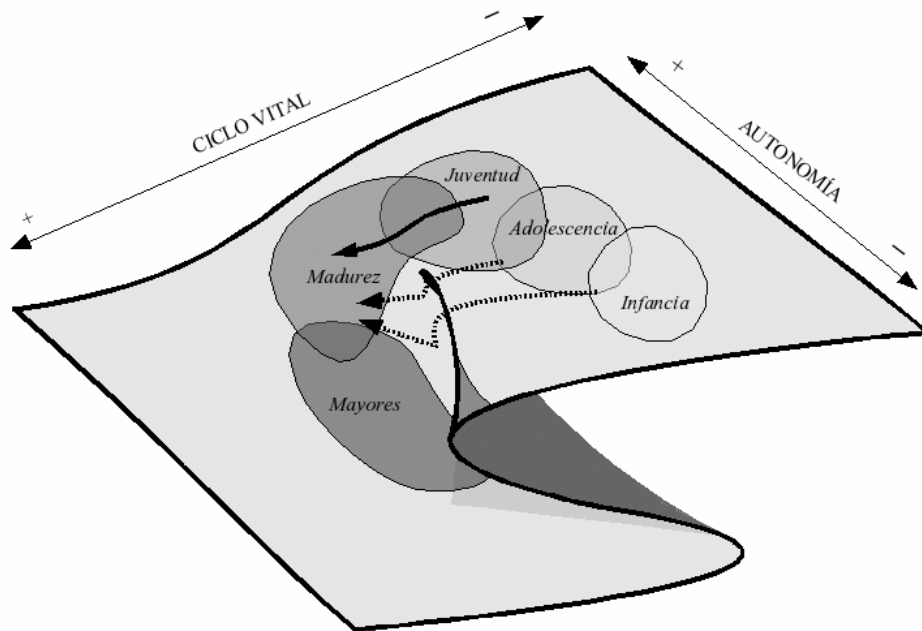
**Tiempo ordinal.** En el tiempo medido en nivel ordinal existe un antes y un después, si bien sin equidistancia entre fenómenos o con un cero absoluto. Básicamente puede identificarse con un tiempo episódico<sup>33</sup>,

<sup>32</sup> Una reflexión muy interesante la efectúa J. Ibañez en su artículo "El tiempo de verano en el tiempo y el tiempo en el tiempo de verano", Revista de Occidente.

<sup>33</sup> 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.

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. El modelo siguiente es un ejemplo de ello (Alaminos, 2003)

### Mapa cognitivo: jóvenes y emancipación



**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 interval 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 solo 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. Como tuvimos ocasión de comprobar al referirnos a la inducción, 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 de serie temporal tipo ARIMA, o basados en regresión. 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 regresión.

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 (calculo diferencial). La pertinencia de ambos procedimientos técnicos esta 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 (calculo) 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. Así, podemos decir que "fenómeno social = medida ajustada + error". Este error proveniente de la medición es un elemento más que se incorpora al modelo.

## 2.4. Error de medición

Un proceso de medición difícilmente puede obtener la cuantificación precisa de un fenómeno social de modo que no incorpore algún grado de error. En una encuesta, como ya sabemos, se recogen las respuestas a diferentes preguntas, por ejemplo, la edad del entrevistado. Lo que obtenemos son, no obstante, respuestas, es decir, valores observados de la variable. La cuestión es qué relación existe entre lo que se recoge y los valores reales de la variable que han constituido la base de referencia para la respuesta. En el caso de la edad, lo habitual es redondear en el último cumpleaños despreciando los meses. Tendremos pues, un valor observado (en años) y un valor real de la variable (años y meses). La diferencia entre el valor real de la variable y el valor observado se define como un error de medición. En el caso de la variable "edad" la situación es bastante simple, donde la respuesta (R) del entrevistado, o valor observado ( $X_R$ ) es una función lineal del valor real de la variable ( $\tau_R$ ) y el error de medición ( $\epsilon_R$ ). Esta combinación lineal se expresaría para un individuo como

$$X_R = \tau_R + \varepsilon_R$$

de donde el error de medición es definido como

$$\varepsilon_R = X_R - \tau_R$$

En el caso general, considerando la respuesta de todos los entrevistados en esa medición (es decir, preguntas) la función lineal sería

$$X = \tau + \varepsilon \quad (2.1)$$

Esto anterior implica que en un proceso de medición podemos considerar dos factores que explican la variación que se recoge al aplicar una definición operativa.

(1) La primera fuente de variación corresponde con las diferencias reales que se pretenden medir ( $\tau_R$ ). Si se obtiene la autodefinición ideológica de los individuos se apreciarán diferencias entre ellos, donde unos son más de izquierdas y otros más de derechas. Esta variación da cuenta de aquello que queremos medir, y constituye lo que es la medición en si.

(2) Sin embargo, parte de la variación que se detecta en las respuestas que se obtienen es inherente al hecho de emplear una determinada definición operativa o un instrumento de medición y no otro ( $\varepsilon_R$ ). Por ejemplo, la elección de aplicar una escala de autoubicación ideológica que recorra de 1 a 7 posiciones o de 1 a 10 puede afectar a las respuestas. En esta variación interviene así mismo, la introducción de errores de tipo aleatorio o fortuito, que cabe esperar tiendan a compensarse unos con otros.

Como podemos apreciar, lo que se denomina error de medición está constituido por dos fuentes de variación diferentes. Estos errores adquieren dos formas: sistemáticos y aleatorios.

Un error sistemático es aquel que introduce un sesgo que se produce en un mismo sentido. En el caso ya citado de la edad, donde se menciona siempre el último cumpleaños, aun cuando éste sucediese hace once meses. Se produce, pues, un error sistemático que reduce en meses todas las edades; el sesgo está orientado en la misma dirección. Con carácter más general, puede aparecer un aspecto reactivo del instrumento de medición. Por ejemplo, en el caso de las entrevistas "cara a cara", se



produce un sesgo efecto de la interacción; pueden aparecer otros, tales como una pregunta cuya redacción está sesgada, o que se responda de acuerdo a lo que es deseable socialmente. Este tipo de error es sistemático, dado que los sesgos están orientados en un mismo sentido.

El error aleatorio es un tipo de error que no está ligado al concepto que se quiere medir, y que aparece puntualmente sesgando en cualquier dirección. Por ejemplo, un entrevistado que no presta atención, o que está cansado. La redacción de una pregunta puede generar errores aleatorios en la medida que sea ambigua y genere diferentes interpretaciones, especialmente en las preguntas abiertas. Estos tipos de error mantienen una relación estrecha con los dos conceptos clave para evaluar un instrumento de medición: la fiabilidad y la validez.

Fiabilidad. El concepto de fiabilidad expresa la estabilidad o consistencia de una definición operativa, es decir, muestra la consistencia y reproductibilidad de una medición. La reproductibilidad viene dado cuando una misma pregunta repetida en diferentes aplicaciones produce mediciones semejantes. Consistencia en tanto una pregunta, planteada en otros términos dentro de un mismo cuestionario, debe de ofrecer la misma medición. La fiabilidad examina, en definitiva, en qué grado la variación observada en una medición se debe a posibles errores. Por ello, la fiabilidad<sup>34</sup> de X, notaremos como  $P_x$ , es simplemente la razón entre la variación real de la variable ( $\sigma^2_\tau$ ) y la variación observada

$$P_x = \sigma^2_\tau / \sigma^2_x \quad (2.2)$$

Lógicamente, la fiabilidad de una medición, expresada en estos términos, es un coeficiente que oscila entre 0 y 1, donde 1 es muy fiable ( $\sigma^2_\tau = \sigma^2_x$ ) y 0 nada fiable. Despejando en (2.2)

$$\sigma^2_\tau = \sigma^2_x P_x \quad (2.3)$$

es decir, la variación real de la variable X es igual a la variación observada multiplicada por el coeficiente de fiabilidad.

En lo que se refiere a los errores, el error sistemático es transparente a los tests de fiabilidad, dado que este error se reproduce en términos semejantes en todas las mediciones. Generalmente, la medición

<sup>34</sup> Se puede demostrar, y constituye una formulación alternativa de la fiabilidad, que esta es así mismo

$$P_x = 1 - (\sigma^2_e / \sigma^2_x)$$

de la fiabilidad se plantea en dos estrategias principales, mediciones de estabilidad y mediciones de equivalencia. Las mediciones de fiabilidad mediante la evaluación de estabilidad se basan en correlacionar las mediciones a lo largo del tiempo. El procedimiento más conocido es el denominado "test-retest" que traduciremos por "doble test". Se asume que la medición que produzca un ítem o escala (X) estará correlacionado consigo mismo en las mediciones que ofrezca en diferentes tiempos ( $t_1, t_2$ ), debido a que recoge la variación real de la variable

$$X_{t1} = \tau + \varepsilon_{t1} \quad ; \quad X_{t2} = \tau + \varepsilon_{t2}$$

si consideramos que  $\sigma^2\varepsilon_{t1} = \sigma^2\varepsilon_{t2}$  y que los errores no están asociados  $C(\varepsilon_{t1}, \varepsilon_{t2}) = 0$ , entonces

$$P_{X_{t1}X_{t2}} = P_X$$

Validez. La validez, considera la congruencia o bondad del ajuste entre una definición operativa y el concepto que pretende medir. Se trata, pues, de analizar si el instrumento de medición mide realmente lo que quiere medir. Podemos pensar los procedimientos para comprobar la validez desde dos perspectivas diferentes: la validez teórica y la validez empírica. La correlación entre  $\tau$  y  $x$ ,  $P_{\tau x}$ , es denominada validez teórica y mide como correlaciona la variación en las respuestas observadas ( $x$ ) con el valor real de la variable ( $\tau$ ). Si la correlación es entre ( $x$ ) y otro ítem observado del mismo concepto ( $y$ ),  $P_{xy}$  se denomina validez empírica. Evidentemente la comprobación de la validez empírica requiere más de una variable observada. Lord (1968) relaciona los conceptos de validez y fiabilidad demostrando que

$$P_{xy} \leq P_{\tau x} = \sqrt{P_x}$$

es decir, la validez empírica ( $P_{xy}$ ) de una medida ( $x$ ), con relación a otra segunda medida ( $y$ ), no puede exceder la validez teórica ( $P_{\tau x}$ ) o la raíz cuadrada de su fiabilidad ( $\sqrt{P_x}$ ). De ello se deduce que ninguna medida puede ser válida sin ser también, a la vez, fiable. Sin embargo, una medida puede ser fiable sin ser válida. Supongamos un termómetro de los utilizados para medir la temperatura corporal, que se encuentra obturado a  $37^\circ$ . Si un individuo que cree sentirse enfermo lo emplea, marcará  $37^\circ$ . Si lo empleara repetidas veces, marcaría siempre  $37^\circ$  por más fiebre que tuviese. El termómetro es fiable, pues ofrece siempre una medida consistente, pero no es válido para medir la fiebre. De ser válido, es para indicar a que altura se ha obturado el termómetro. Este instrumento de medición no mide lo que debe medir (la temperatura

corporal), sino que mide otro concepto diferente (donde se obturó el instrumento). Como conclusión, un instrumento de medición puede ser fiable y no tener validez. Optimamente, deberá de poseer las dos cualidades de fiabilidad y validez.

En general, la validez protege contra los posibles errores sistemáticos dado que evalúa la relación entre lo que se quiere medir y lo que se mide realmente. Sin embargo, los errores que pudieran suceder de forma aleatoria no son detectables mediante las pruebas de validez, dado que estos errores no se repiten regularmente. El error aleatorio es, no obstante, detectable en las pruebas de fiabilidad. Tanto la fiabilidad con la validez son dos aspectos esenciales en la investigación que deben de considerarse especialmente cada vez que se genera un nuevo instrumento de medición.

### **Correlación epistémica**

La relación entre un concepto teórico y la medición que se obtiene es denominada "correlación epistémica". La correlación epistémica indica la relación teórica entre el componente correcto de una medición y el concepto que desea representar.

*"Un hombre del Reino de Chu cruzaba un río cuando se le cayó la espada al agua. Al momento hizo una marca en el costado de la barquilla.*

*- Aquí fue donde cayó mi espada -dijo.*

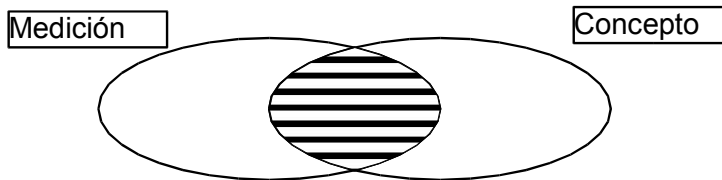
*Cuando la barca atraco se sumergió en el agua para buscar su espada, bajo el punto que había marcado, pero como la barca se había movido y la espada no, el método para localizar la espada resulto ineficaz."*

*Llui Bu-wei. Discursos<sup>35</sup>*

La correlación epistémica no es cuantificable, sino que se determina lógicamente, y expresa el contenido de validez de una medición. Así, los ingresos mensuales poseen una correlación epistémica alta con el concepto teórico "status social", mientras que el número de esposas, en occidente, mantienen una correlación epistémica baja con ese mismo concepto teórico. Tal y como pone de relieve el ejemplo, la correlación epistémica, así como la validez de un instrumento de medición,

<sup>35</sup> Obra atribuida a Llui Bu-wei (?-235 antes de Nuestra Era), una parte de la cual fue escrita por sus protegidos.

no es universalizable. No se pueden generar operativizaciones cross-culturales estándar, dado que no serían correctas para alguna realidad social que se pretenda medir. Esto último es algo a tener muy en consideración al replicar investigaciones en los estudios cross-culturales. Lo fundamental, en cada caso, es que los fenómenos sociales que se pretenden medir se correspondan del modo más preciso con el nivel de medición adoptado y se consiga, así mismo, una correlación epistémica alta entre el concepto teórico y la realidad social que representa.



## 2.5. Cifrados y transformaciones

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 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 transformaciones. 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 reexpresé el sistema de cifrado). Es

decir, se puede considerar las transformaciones 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 alcanzara valores equivalentes expresadas en un sistema u otro.

La utilidad de transformar no es estética, sino hacer el análisis más fácil, permitir ajustar modelos más simples y con ello 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 transformaciones inapropiadas.

Porque no solo interesa los beneficios matemáticos; algunas veces puede interesar más los beneficios teóricos. Así, no es lo mismo transformar los ingresos expresadas en número de pesetas, que en log de pesetas o en pesetas al cuadrado. ¿Cual 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 transformación sea tomar potencias elevando al cuadrado acentuando el efecto no lineal de ganar más dinero. Así pues, no solo deben interesarnos las transformaciones que simplifican el análisis sino también aquellas que lo expresan más adecuadamente.

En el sentido de alejarse de la realidad, las transformaciones afectan a diferentes propiedades (magnitud, distancia y orden). En ese sentido, el sacrificio de la realidad al grado en que el cifrado nuevo afecte a la realidad. Es evidente que solo modificar la cantidad del valor (lineales) y no a la distancia o al orden es menos grave que aquellas transformaciones que afectan al orden de los casos.



### 3. Modelos estructurales de medición

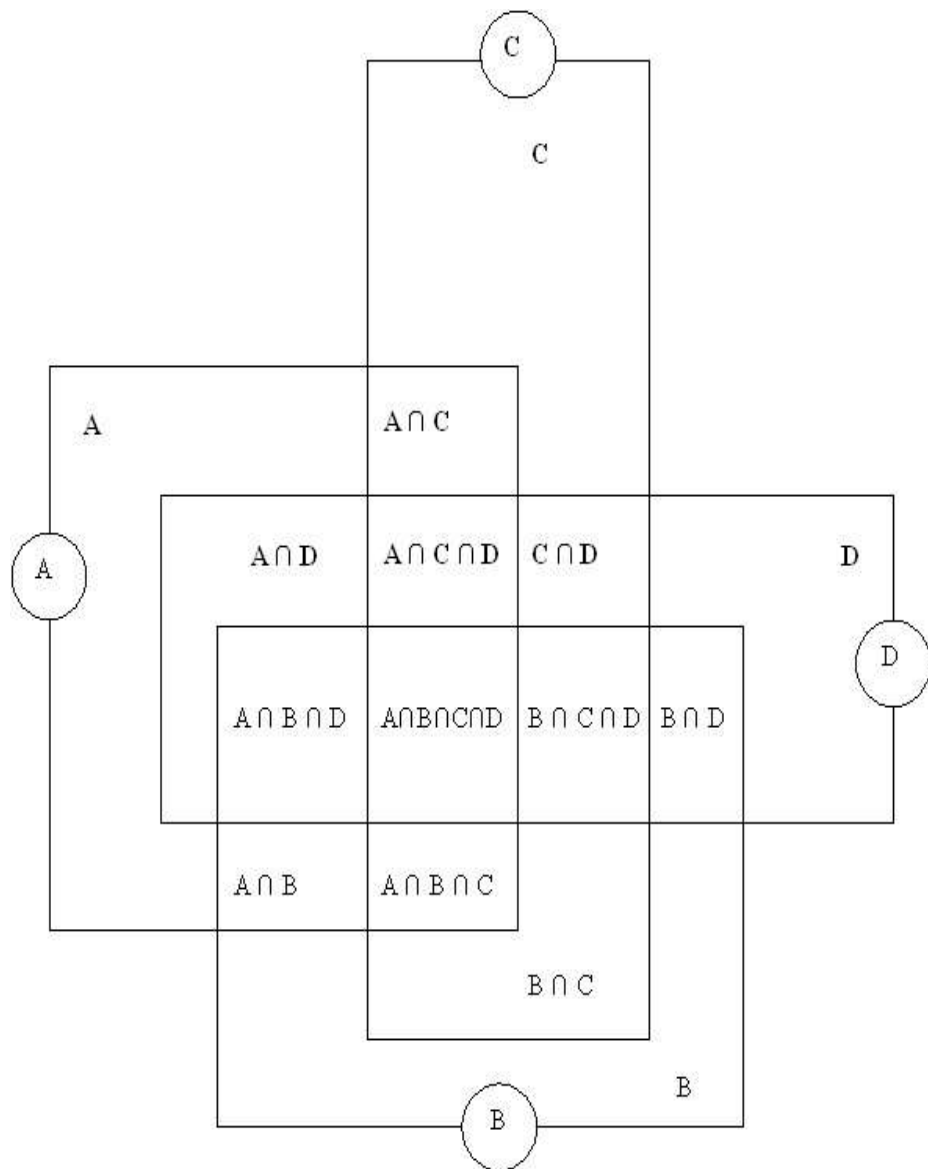
Las variables latentes son aquellas que representan conceptos teóricos, que no pueden ser observados directamente. Estas variables no observables directamente darían cuenta de la variabilidad apreciada. Son también conocidas como factores, y han sido tradicionalmente de gran interés para los investigadores en las ciencias sociales y del comportamiento. Como hemos visto en capítulos anteriores, ejemplos de variables latentes en sociología son la anomia, la clase social, el conservadurismo, la ideología política, etc. Dado que las variables latentes no son observables, su medición debe efectuarse indirectamente. Para ello el investigador intenta vincular la variable no observada con alguna que sí lo es. Así, una variable latente es definida operacionalmente en función a los comportamientos u opiniones que muestran aquellas que se supone la representan. En ese sentido la medición de un comportamiento u opinión constituye, desde esta estrategia, tanto la medición directa de una variable observada como la medición indirecta de una variable que no lo es. Debemos aclarar que el concepto “comportamiento” viene empleado aquí incluyendo toda aquella respuesta dada por un individuo a un instrumento de medición. Por ello puede incluir opiniones, afirmaciones sobre comportamientos (presentes, pasados o futuros) o puntuación resultantes de la administración de un Test.

El contexto de la metodología SEM (Structural Equation Models o Modelos de Ecuaciones Estructurales) las variables observadas actúan como indicadores del constructo teórico subyacente. En ese sentido se hace obvia la importancia de seleccionar las variables indicadoras adecuadas. El procedimiento estadístico mejor conocido y más antiguo para investigar la relación entre un conjunto de variables observadas y otras latentes es el análisis factorial. Mediante esta técnica, el investigador examina la covariación entre un conjunto de variables observadas para obtener información sobre la variable latente. Existen dos tipos básicos de análisis factorial: el análisis factorial exploratorio y el análisis factorial confirmatorio. El análisis factorial exploratorio se aplica cuando la relación entre las variables observadas y la latente es incierta o desconocida. El análisis procede de una forma exploratoria para determinar cómo las variables observadas puedan relacionarse con el factor latente.

Habitualmente, el investigador intenta localizar un número mínimo de factores que expliquen la correlación entre el conjunto de variables observadas. En el análisis factorial la relación entre las variables observadas y la variable latente se denomina carga factorial. De este modo, se espera que una variable observada presente una carga factorial importante en la variable latente que representa y mínimas en aquellas variables latentes con las que no tiene relación teórica. Esta aproximación analítica se denomina exploratoria dado que el investigador no posee un conocimiento previo de aquellos indicadores que verdaderamente son útiles para medir la variable latente. En relación a la utilidad del análisis factorial exploratorio puede consultarse a Comrey, 1992; Gorsuch, 1983; Mulaik, 1972.

A diferencia del análisis factorial exploratorio, el análisis factorial confirmatorio responde a la situación en la que el investigador desea testar hipótesis sobre la relación entre las variables observadas y las variables latentes. En ese sentido, basándose en el conocimiento teórico o en la investigación empírica previa, se propone a priori una relación estadística entre las variables observadas y la variable latente. Posteriormente, el modelo puede evaluarse mediante procedimientos estadísticos para determinar la bondad del ajuste sobre los datos. Para ampliar el conocimiento sobre el análisis factorial confirmatorio puede consultarse a Bollen, 1989; Hayduk, 1987; Long, 1983a. En definitiva, el modelo factorial se limita a considerar como se vinculan las variables observadas con la variable latente o factor. Es decir, su preocupación principal es determinar en que modo y grado las variables observadas han sido generadas desde las variables latentes subyacentes. En ese sentido, los coeficientes de regresión de los factores sobre las variables observadas son fundamentales. Por ello aún cuando se considere la estructura de correlaciones entre los factores, habitualmente no se considera la relación estructural entre ellos. Debido a este interés primario en la medición, los modelos factoriales confirmatorios son considerados en el modelado estructural como modelos de medición.





Consideremos el ejemplo siguiente donde varios estudiantes estiman la altura de sus compañeros. Es evidente que dicha estimación experimentará la variabilidad de las diferentes alturas de los individuos medidos. Pero también una variabilidad en las estimaciones de los diferentes individuos que miden. Así, en la tabla siguiente podemos apreciar como a un individuo con una altura de 1,67 cm, le atribuye estudiante el Y1 una altura estimada de 1,68 cm, el estudiante Y2 1,65 cm, el estudiante Y3 1,66 cm, el estudiante Y4, 1,64 cm y por último el estudiante Y5 que le estima una altura de 1,65 cm.

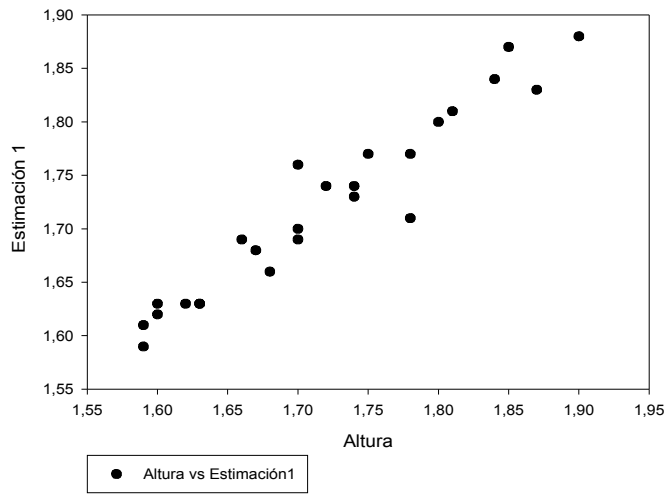
Resulta evidente que en este caso no conocemos la altura real del individuo. En primer lugar porque es una información sobre la altura que tenía la última vez que se midió. No obstante, las circunstancias de la medición influyen notablemente en la altura medida. Es un caso equivalente, pero menos extremo que cuando se considera el peso de un individuo. La variabilidad del peso es elevada, no solo a largo plazo, incluso en el transcurso del día. En ese sentido, la información que pueda dar un individuo sobre su peso es una estimación “basada en hechos reales”, pero posiblemente aproximada y no real. La estimación que efectúen sus compañeros será asimismo, aproximada y subjetiva, según su percepción de la relación tamaño y peso.

#### ***Altura estimada***

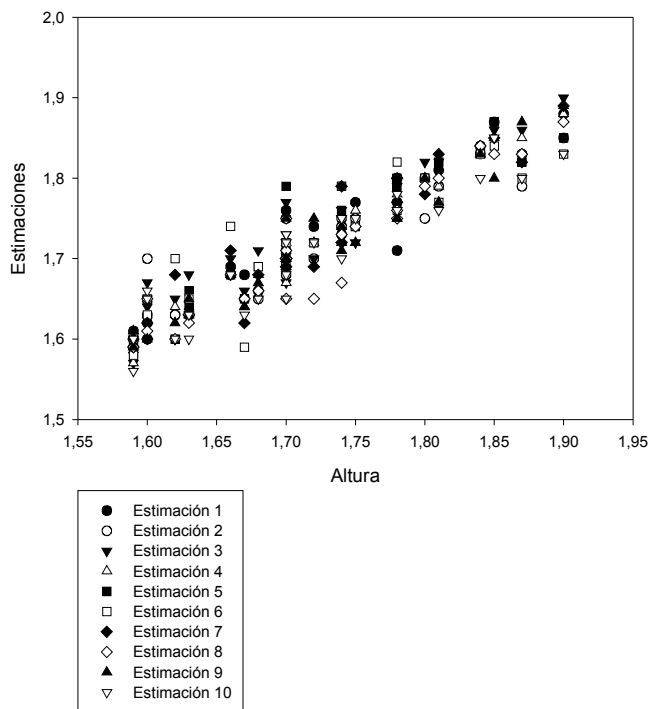
<b>Altura real</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>	<b>Y4</b>	<b>Y5</b>
1,67	1,68	1,65	1,66	1,64	1,65
1,63	1,63	1,63	1,68	1,63	1,66
1,70	1,76	1,75	1,77	1,72	1,79
1,81	1,81	1,79	1,82	1,79	1,82
1,68	1,66	1,65	1,71	1,68	1,69
1,74	1,74	1,75	1,76	1,72	1,76
1,87	1,83	1,79	1,86	1,85	1,82
1,60	1,62	1,60	1,64	1,65	1,65
1,59	1,59	1,60	1,57	1,61	1,58
1,90	1,88	1,85	1,90	1,88	1,85
1,62	1,63	1,63	1,65	1,64	1,60
1,78	1,77	1,80	1,79	1,78	1,79
1,70	1,69	1,68	1,73	1,67	1,72
1,70	1,70	1,70	1,67	1,71	1,70
1,72	1,74	1,70	1,70	1,72	1,72
1,66	1,69	1,68	1,70	1,68	1,68

La estimación y la altura que informa el individuo están relacionadas de forma clara, tal y como muestran los gráficos de dispersión siguientes.

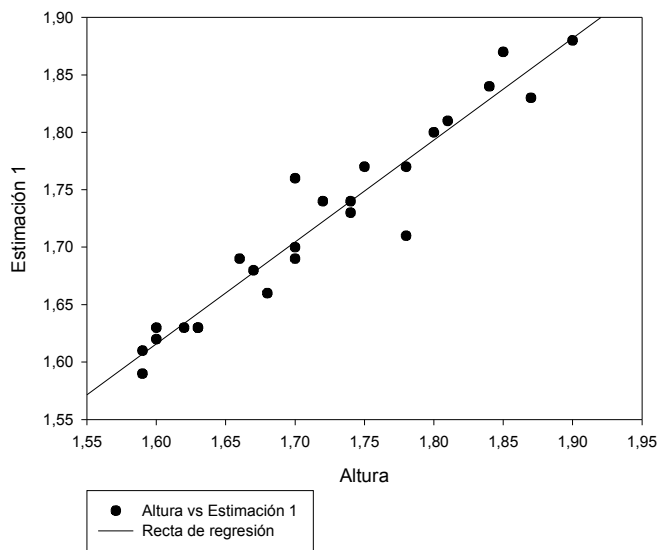
Altura y estimación 1



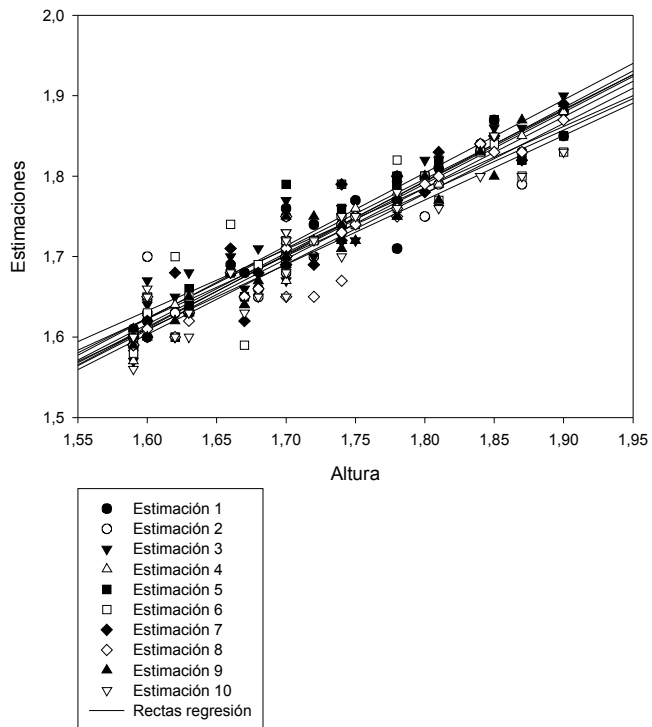
Altura y estimaciones



Recta de regresión de Altura vs Estimación 1



Recta regresión Altura vs Estimaciones



Tenemos, en principio dos mediciones interesantes que efectuar. En primer lugar, como varía las diferentes mediciones que efectúa un individuo. ¿Serán refinadas, buscando aproximarse o a “grosso modo” y redondeando las mediciones? En ese sentido, podemos apreciar los esfuerzos por realizar una buena medición. Es decir, quien, en expresión popular “tiene ojo de buen cubero”. Una segunda información que nos interesa es como se relaciona las mediciones que efectúan los diferentes estudiantes con las alturas reales que indican los sujetos que son medidos. Para poder responder a estas preguntas necesitamos calcular la varianza (dispersión interna en las mediciones efectuadas por cada individuo) y la covarianza (medida de relación entre las dos mediciones, estimación y altura que indica el individuo).

El cálculo de la varianza es bastante simple. En primer lugar, debemos establecer una referencia común sobre la que establecer la dispersión. Un “kilometro cero” de la distribución. El valor adoptado para cada variable es en este caso la media aritmética. Es conocida la afición en la estadística descriptiva por la media como coeficiente sintético de valor central. Tomamos pues, la media como valor de referencia para determinar la dispersión. Para ello, calculamos la media de la variable. Después, determinamos la distancia de los valores a la media. Tomamos esas diferencias y la elevamos al cuadrado (es decir, las multiplicamos por si mismas, de modo que eliminamos los signos negativos). Es decir, aquí todas las diferencias a la media estarán ordenadas en una sola dirección, partiendo desde cero (cero es el caso en que el valor del caso en la variable coincida con la media). Después las sumamos y el sumatorio lo dividimos, usualmente por el numero de casos menos uno (N-1).

Altura A	Altura - Media (Altura- Media) <sup>2</sup> B	C
1,67	$(1,67 - 1,7106) = -0,040625$	$(-0,040625)^2 = 0,00165039$
1,63	-0,080625	0,00650039
1,7	-0,010625	0,00011289
1,81	0,099375	0,00987539
1,68	-0,030625	0,00093789
1,74	0,029375	0,00086289
1,87	0,159375	0,02540039
1,6	-0,110625	0,01223789
1,59	-0,120625	0,01455039
1,9	0,189375	0,03586289
1,62	-0,090625	0,00821289
1,78	0,069375	0,00481289
1,7	-0,010625	0,00011289
1,7	-0,010625	0,00011289
1,72	0,009375	8,7891E-05
1,66	-0,050625	0,00256289
M. aritmética de <i>Altura</i> (A)	1,710625	
Sumatorio de la columna (C) dividido por N-1 o Varianza de <i>Altura</i>		0,00825958

Las varianzas de las diferentes mediciones son las siguientes

	Varianza
Altura	,008
Y1	,007
Y2	,006
Y3	,008
Y4	,006
Y5	,001

Es importante recordar que según el procedimiento de cálculo de la varianza (elevando al cuadrado las diferencias) no es esperable obtener una varianza con valor negativo. La varianza viene expresada en el nivel de medición de la variable original. Esto implica que variables con unidades de medición de mayor magnitud (kilómetros por ejemplo), tendrá un coeficiente de varianza que numéricamente será posiblemente superior al coeficiente de la varianza de la edad de un individuo en años. Por ello, no cabe comparar directamente las varianzas que proceden de mediciones de diferente escala. En este caso, todas las mediciones se



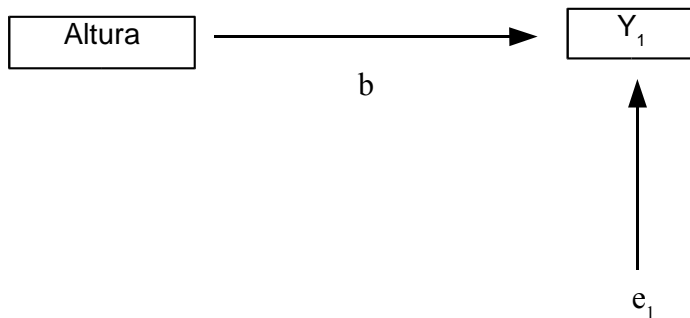
referían a la altura de los individuos y se expresan en centímetros, lo que permite comparar las magnitudes de la varianza de las mediciones de “buen cubero” efectuadas por los individuos.

El cálculo de la covarianza, es decir, la coordinación en la variación entre dos variables, es simplemente una extensión de la situación anterior. Ahora se calcularán las diferencias de cada medición a su media y el resultado para cada variable se multiplicará por el de la otra. La lógica es la misma. No obstante, mientras que la varianza era imposible que adquiriese valores negativos (al multiplicar cada valor por sí mismo), la covarianza sí puede en la medida que los valores de una variable se multiplican por los de la otra. Si la covarianza tiene valor negativo implica que cuando las diferencias a su media en una variable son positivas, las diferencias a su media en la otra son negativas. Es decir, crecen en direcciones opuestas. Cuando el signo es positivo implica que en la media de los productos (de las diferencias a la media) predominan los valores positivos. Es decir, que cuando la diferencia a la media en una variable es positiva, las diferencias a la media en la otra también lo es. Es decir, que cuando los valores crecen en una de las variables los valores también tienden a crecer en la otra.

También la situación opuesta dado que signo negativo multiplicado por signo negativo da como resultado signo positivo. Es decir, decrecen en el mismo sentido

Altura	Y1	(Altura – media)	(Y1 – media)	
A	B	C	D	(C*D)
1,67	1,68	-0,040625	-0,03375	0,00137109
1,63	1,63	-0,080625	-0,08375	0,00675234
1,7	1,76	-0,010625	0,04625	-0,00049141
1,81	1,81	0,099375	0,09625	0,00956484
1,68	1,66	-0,030625	-0,05375	0,00164609
1,74	1,74	0,029375	0,02625	0,00077109
1,87	1,83	0,159375	0,11625	0,01852734
1,6	1,62	-0,110625	-0,09375	0,01037109
1,59	1,59	-0,120625	-0,12375	0,01492734
1,9	1,88	0,189375	0,16625	0,03148359
1,62	1,63	-0,090625	-0,08375	0,00758984
1,78	1,77	0,069375	0,05625	0,00390234
1,7	1,69	-0,010625	-0,02375	0,00025234
1,7	1,7	-0,010625	-0,01375	0,00014609
1,72	1,74	0,009375	0,02625	0,00024609
1,66	1,69	-0,050625	-0,02375	0,00120234
Medias	1,710625	1,71375		
Media de (C*D) o covarianza (sumatorio del producto de las diferencias a su media dividido por N-1)				0,0072175

La media del producto en la columna final viene dividida por el tamaño muestral menos uno ( $N-1$ )<sup>36</sup>, mientras que las medias aritméticas de las mediciones lo son por  $N$ . Hasta el momento hemos considerado como varían las variables (varianza) y como covarían entre ellas. Pero no debemos confundir covarianza con explicación. El coeficiente de covarianza expresa la coordinación estadística entre dos variables, pero no indica nada sobre que variable explica y en que modo. Explicar una variable significa introducir el concepto de error.



El diagrama anterior nos muestra el conocido modelo de regresión simple. En el postulamos que el valor real (es decir aquella que cada individuo exhibe ante el sujeto que mide la altura subjetivamente) influye en la estimación que se efectúa ( $Y_1$ ). Esta estimación aparece influida por un error, que suponemos aleatorio.

$$Y_1 = a + b \text{ Altura} + e_1$$

<sup>36</sup> La razón para dividir por  $N-1$  en lugar de por  $N$  es de carácter técnico. Puede demostrarse que el dividir por  $N$  resulta en un coeficiente estadístico que, considerado como estimación del correspondiente parámetro poblacional, está ligeramente sesgado. La división por  $N-1$  rectifica este sesgo en la estimación.

En este modelo explicativo de la estimación subjetiva efectuada por el individuo  $Y_1$ ,  $a$  y  $b$  son coeficientes constantes (parámetros). Corresponden con la intersección y la pendiente y miden el *error sistemático* que contiene la estimación de  $Y_1$ . Si la estimación de altura no contuviese sesgos,  $a$  sería cero y  $b$  tomaría el valor de uno.  $e_1$  es una nueva variable aleatoria que representa el *error no sistemático* en la predicción. En este modelo  $Y$  se denomina la variable dependiente y Altura ( $X$ ) la variable independiente e implica ciertas previsiones acerca de la varianza de  $Y$  así como de la covarianza entre  $X$  e  $Y$ . El objetivo del análisis es comparar esta expectativa con los valores observados para poder estimar los valores de  $a$  y  $b$ . La varianza del error,  $\text{Var}(e)$ , es también un parámetro interesante para estimar. La varianza de  $e_1$  refleja la precisión de la estimación (menor varianza corresponde a una mayor precisión). En este modelo se asume que el valor real (Altura) y el error ( $e$ ) no están correlacionados y que la media de  $e$  es cero y varianza homogénea,  $\text{Var}(e)$ .

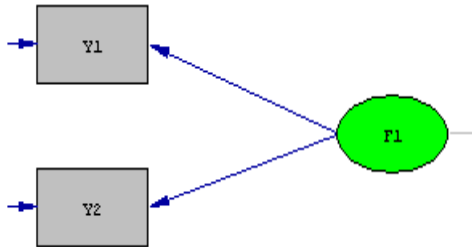
En este modelo de medición tenemos una información que puede estar anclada en la realidad o muy próxima a ella, como es la altura que indica el individuo. No obstante, cabe pensar en la situación donde solo podemos apoyarnos en estimaciones subjetivas sobre la que pueda ser el valor real. Esta es una situación frecuente en algunas disciplinas como la psicología o la sociología. Continuando con el ejemplo de las estimaciones de la altura de los compañeros de clase, supongamos que conocemos las estimaciones que efectúan dos alumnos pero no la altura real. El modelo en este caso, sustituye la variable altura por una variable a estimar, latente y que daría cuenta de la covariación entre las mediciones efectuadas por los estudiantes. Consideramos, asimismo que ambas estimaciones de altura efectuadas por los dos estudiantes contienen error.

$$Y_1 = a + b F + e_1$$

$$Y_2 = c + d F + e_2$$

En este modelo postulamos la existencia de una variable latente que denominamos  $F$ . Al igual que sucedía en el ejemplo anterior, poseemos estimados de la media de  $Y_1$  y de  $Y_2$ , así como de sus varianzas y sus covarianzas. Habitualmente en las ciencias sociales y del comportamiento las mediciones son, en el mejor de los casos, intervalos,

donde la posición del 0 es arbitraria. Esta es una de las razones por la que la intersección **a** y **c** no son de interés. Si lo son, sin embargo los parámetros de pendiente **b** y **d**. El modelo de medición especificado por las dos ecuaciones aparece ilustrado en el diagrama siguiente. En este modelo los parámetros que deben ser estimados son  $b$ ,  $d$ ,  $\text{Var}(F)$ ,  $\text{Var}(E_1)$  and  $\text{Var}(E_2)$ .



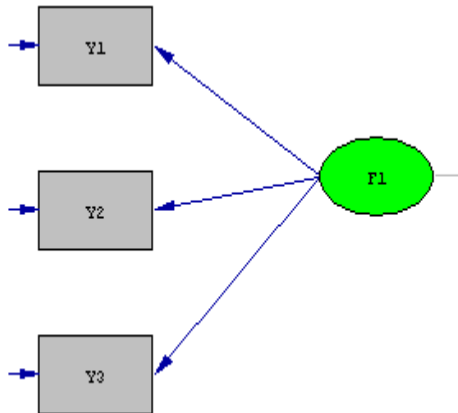
F\_A\_T\_A\_L\_E\_R\_R\_O\_R: Degrees of freedom is negative.

En este modelo partimos asumiendo que las  $\text{Cov}(E_1, E_2)$ ,  $\text{Cov}(F, E_1)$  y  $\text{Cov}(F, E_2)$  son todas 0. En otras palabras, asumimos que los errores de medición no están correlacionados y que su vez están incorrelacionados con la variable latente  $F$ . Estas pueden que no sean presunciones completamente realistas, pero de no plantearse, sería posible estimar cualquier otro parámetro de interés. En este modelo tenemos cinco parámetros para estimar, pero sólo tres estadísticos nos aportan información relevante,  $\text{Var}(Y_1)$ ,  $\text{Var}(Y_2)$  y  $\text{Cov}(Y_1, Y_2)$ . Ciertamente, esto supone un problema importante. Cuando poseemos más incógnitas que resolver que información, no existe un conjunto de soluciones únicas para estimar los parámetros.

El modelo se encuentra infraidentificado. Es el problema clásico en regresión cuando ambas variables están sujetas a error. La única estrategia para encontrar soluciones es imponerse algunas restricciones en el valor de los parámetros. Por ejemplo, podemos plantear que las mediciones  $Y_1$  e  $Y_2$  sólo pueden ofrecer información sobre los sesgos que cometen los dos estudiantes uno en relación al otro. Esto supone que podría estimarse la ratio entre **b** y **d**, pero no **b** y **d**. El problema también se puede intentar solucionar fijando arbitrariamente  $b = 1$  (de modo equivalente,  $d = 1$ ) o fijando la varianza de la variable latente  $F = 1$ . Cualquiera de las opciones anteriores no produciría diferencias

significativas en la interpretación de resultados. No obstante, a pesar de ellas, el modelo continúa infraidentificado. Cualquier otra restricción implicaría prescindir de la estimación de valores y parámetros en los cuales estamos especialmente interesados. El problema de la identificación del sistema, cuando el modelo de medición no contiene suficiente información, debería de ser tomado en cuenta en la fase del diseño de la investigación. Esto obviamente no es factible cuando los datos empleados proceden de fuentes secundarias. Una forma de evitar, desde el diseño de la investigación este problema, consiste, por ejemplo en utilizar tres indicadores independientes en lugar de sólo dos. Otra opción posible podría consistir en repetir el modelo temporalmente.

Con tres indicadores:



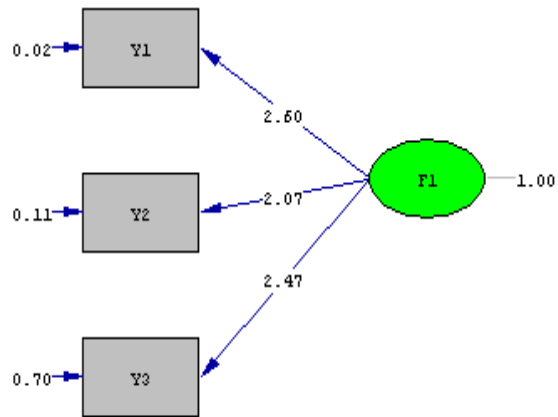
Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 0

Minimum Fit Function Chi-Square = 0.0 (P = 1.00)

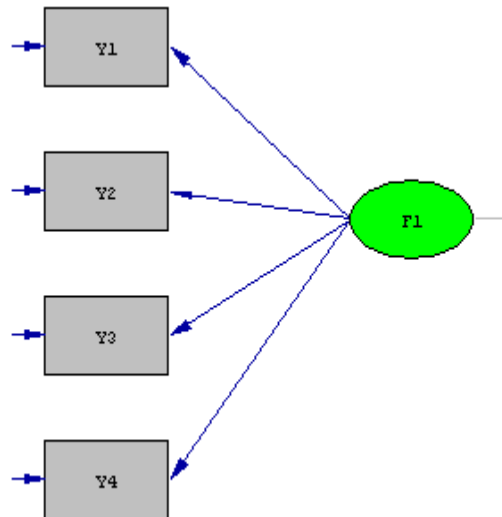
Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.00  
(P = 1.00)

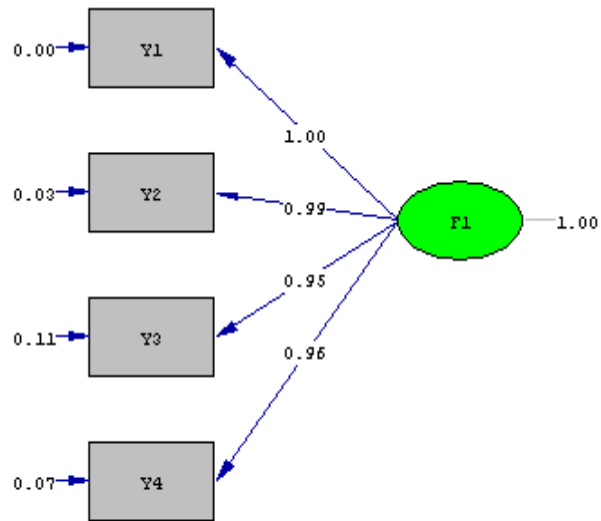
The Model is Saturated, the Fit is Perfect !



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

Con cuatro indicadores:

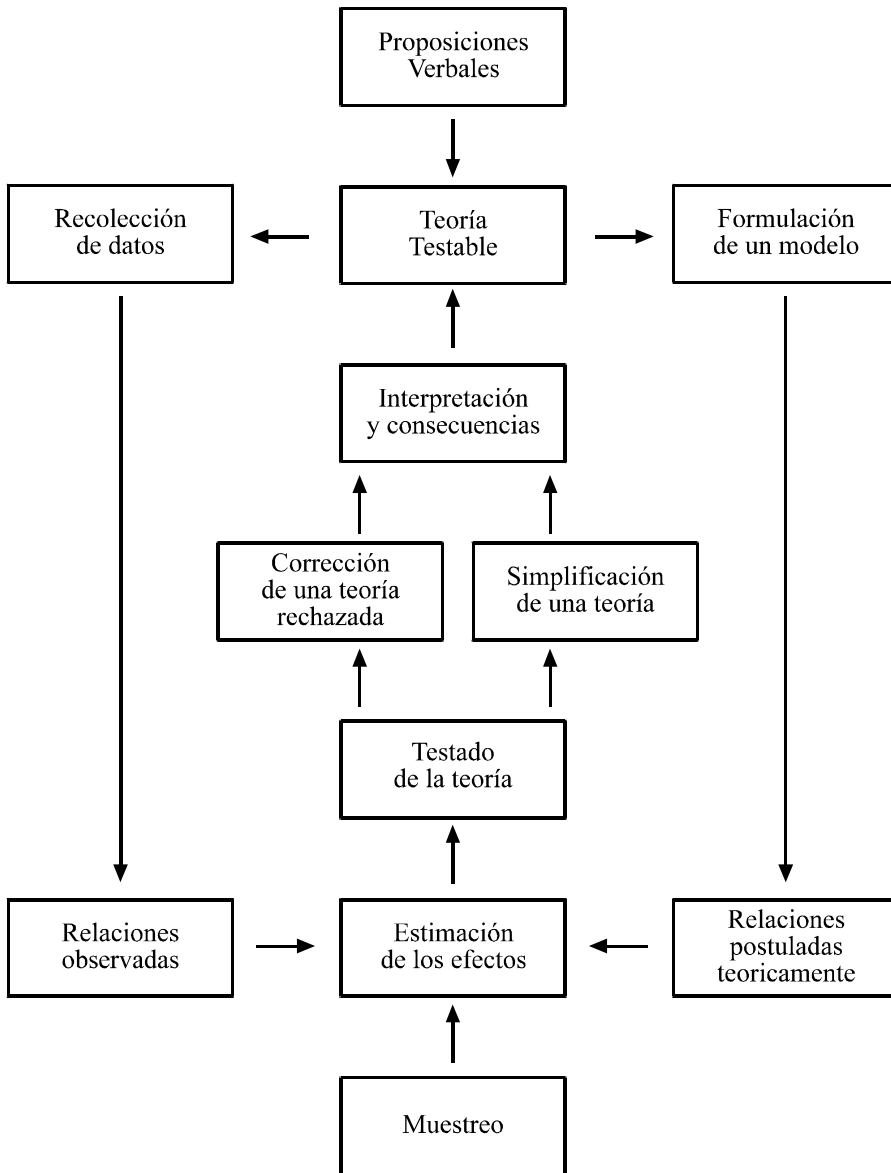




Chi-Square=0.39, df=2, P-value=0.82107, RMSEA=0.000

### 3.1. Testado de bondad de ajuste

Como indicábamos, el exceso de información supone una oportunidad especial para testar el modelo estructural. Para ello 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 éste se apoya.



Una primera aproximación consiste en comparar la matriz de correlaciones observada con la matriz de correlaciones reproducida según los diferentes modelos. Una vez que han sido estimados los diferentes parámetros para un modelo, es factible estimar la matriz de covarianza o de correlaciones. En ocasiones, la comparación entre las dos matrices de correlación concluye en que son idénticas. Esta igualdad de las dos matrices, la obtenida directamente desde los datos y la reproducida a



partir del modelo, no es incidental. Esto sucede siempre que el modelo es un “modelo recursivo saturado”. En este tipo de modelo se incluyen todos los efectos posibles (no recíprocos). En los modelos saturados el número de grados de libertad es igual a 0, lo que significa que el número de correlaciones es igual al número de parámetros que deben ser estimados. En este tipo de modelos exactamente identificados solamente es posible hallar una solución que además ajustará perfectamente con los datos y como consecuencia de ello la matriz de correlaciones estimada coincide exactamente con la observada. Este resultado puede encontrarse generalmente en cualquier tipo de modelo con 0 grados de libertad<sup>37</sup>

Una situación adecuada para este test de reproducibilidad de la matriz de relaciones empíricas aparece con los sistemas sobreidentificados. Como se trató previamente, para la solución los parámetros se hacen necesarias tantas ecuaciones como número de parámetros. Por ello, cuando tenemos más ecuaciones que parámetros es posible emplear el exceso de información para testar el modelo. Evidentemente, este test no es posible cuando el modelo está exactamente identificado, dado que no quedan ecuaciones libres para testar. Veamos seguidamente el procedimiento de testado de los modelos explicativos sobreidentificados.

En primer lugar debemos distinguir, como es habitual, entre los coeficientes teóricos propuestos y los coeficientes estimados. Partiendo de los valores de los coeficientes estimados y mediante la relación que el modelo propone entre coeficientes y parámetros teóricos es posible reproducir las covariaciones y varianzas. Las varianzas y covarianzas pueden derivarse de forma única desde los parámetros estructurales del modelo (como sabemos, lo contrario no es cierto y de ahí el problema de la identificación).

El grado en que las varianzas y covarianzas reproducidas desde el modelo se parezcan a las obtenidas directamente y sobre las que se apoya el ajuste actuará como test del modelo propuesto. Un mismo conjunto de varianzas y covarianzas pueden ser el punto de partida para ajustar diferentes modelos; cada modelo postula un tipo distinto de relaciones. En la medida que la reconstrucción de varianzas y covarianzas depende de las relaciones propuestas, cada modelo generará una reproducción distinta de la matriz relacional empírica.

En ese sentido, cabe la opción de testar los diferentes modelos en la medida que diferentes modelos generarán diferentes varianzas y

---

<sup>37</sup> Con la excepción de aquellos en los que algún parámetro no puede ser identificado

covarianzas reproducidas. De hecho, si el modelo propuesto diese cuenta completa de las covarianzas y varianzas originalmente obtenidas, empíricamente no existiría diferencias entre estas y las covarianzas y varianzas reproducidas. Podemos entender que un modelo es correcto en la medida que las diferencias entre varianzas y covarianzas de partida se correspondan con las generadas desde el modelo. Por el contrario, si el modelo propuesto fuésera erróneo, los dos conjuntos de varianzas y covarianzas serían muy diferentes, indicando de este modo la poca bondad del ajuste del modelo sobre los datos. No tratamos aquí de la realidad, sea la que sea, sino de cómo ésta ha sido expresada mediante datos (hablada) y cómo un modelo puede ajustar mejor o peor sobre esos datos.

En todo caso, cuando se compara la matriz reproducida de varianzas y covarianzas con la matriz de datos original, es importante evaluar si las diferencias se reparten de forma igual entre todas las coeficientes. La concentración de diferencias importantes en unos coeficientes en concreto nos indicaran posibles problemas de especificación del modelo en esas variables.

Cuando los grados de libertad son mayores de cero ( $df > 0$ ), es decir se trata de un modelo sobreidentificado, la similaridad entre las dos matrices dependerá de las restricciones que definamos en el modelo. En principio, el tamaño de las desviaciones entre las dos matrices dependerá de la magnitud del error que exista en el modelo especificado. La información que se refiere al determinante de la matriz de covarianzas observada, nos indican que todo va correctamente cuando su determinante es  $> 0$ . Otro indicador importante se refiere a la matriz de residuales. Esta matriz de residuales se construye mediante la comparación entre la matriz de covarianzas originales y la matriz de covarianzas estimadas a partir del modelo. El valor de estos residuales debería de ser relativamente pequeño y distribuido de modo parecido entre las diferentes variables si el modelo ajustada de modo razonable a los datos. Unos valores residuales excesivamente grandes asociados a variables concretas son un indicador de un mal ajuste.

La matriz de residuales estandarizada (basada en las correlaciones) es más fácil interpretar que la matriz no estandarizada (basada en covarianzas) dado que el tamaño de los residuales no depende de la escala con que se midiese las variables observadas.

Aún cuando la comparación entre la matriz de covarianza observada y reproducida ofrece un buen indicador del ajuste del modelo a los datos, es evidente que la necesidad de un test más preciso.

Especialmente en la medida que es previsible que se produzcan fluctuaciones aleatorias procedentes de la naturaleza muestral de los datos. En ese sentido, es necesario algún tipo de test que ayude a decidir si las desviaciones entre las covarianzas observadas y las reproducidas son fluctuaciones muestrales o consecuencia de que el modelo está mal especificado. Este tipo de medidas se denominan tests estadísticos. Cuando la distribución de un test estadístico es conocida (indicando para un modelo correcto que parte de la fluctuación de la medición corresponde al muestreo) es posible efectuar la comparación entre los valores observados y el conjunto de valores esperados si el modelo es correcto. Es posible considerar tres tests estadísticos diferentes asociados con los tres procedimientos de estimación más frecuentes. El mejor candidato para los mínimos cuadrados no ponderados (ULS) es la suma de los residuales al cuadrado, definidos los residuales como la diferencia entre las covarianzas observadas y las covarianzas reproducidas. Es evidente que este estadístico  $T_{ULS}$  crece cuando las desviaciones entre observadas y reproducidas se incrementan. Es decir el valor del estadístico es mayor cuanto mayor es la diferencia entre la matriz observada y la matriz de covarianza reproducida. Desafortunadamente no es conocida la distribución de este estadístico. Para los otros dos procedimientos de estimación si es posible formular estadísticos cuya distribución es conocida.  $T_{GLS}$  también depende del tamaño de los residuales. Tendrá un valor mayor cuando los residuales son grandes y menor si las diferencias entre las observadas y las reproducidas son pequeñas. Los residuales son ponderados en el mismo modo que en el procedimiento de estimación, introduciendo un factor de ajuste:  $\frac{1}{2}(N - 1)$ .  $T_{ML}$ , al igual que los dos estadísticos anteriores, cuanto más grande es su valor, más lejos está de un buen ajuste. Cuando el coeficiente se aproxima a cero el modelo ofrece un ajuste perfecto.

El coeficiente *CHI-cuadrado para el modelo de independencia* nos ofrece un test de significación para la hipótesis de que las diferentes variables observadas consideradas en el modelo son mutuamente independientes. Si el coeficiente indica que las variables observadas son realmente independientes no tiene ningún sentido continuar explorando modelos de dependencias entre ellas. Ya sea porque no existe realmente una estructura de covarianzas que analizar o que el tamaño muestral es demasiado pequeño para poder demostrar algo.

Otro de los tests se refiere a CHI-cuadrado basado en un número determinado de grados de libertad. La distribución de Chi cuadrado ha resultado ser de gran utilidad en múltiples situaciones, entre ellas el testado de la bondad de ajuste en modelos estructurales. Bajo ciertas

condiciones, el test estadístico para comprobar la adecuación de un modelo se distribuirá aproximadamente como la distribución de Chi cuadrado, con el valor  $K$  igual a los grados de libertad de un modelo. Por ejemplo, con 10 grados de libertad la probabilidad de encontrar un estadístico próximo a cero es muy baja. Es mucho más probable que el valor obtenido se encuentre entre cinco y quince, mientras que valores mayores que veinte son bastante improbables. Así, en general, es posible esperar, como media, que el valor del estadístico en un buen modelo se aproximara al valor de los grados de libertad. Dado que la distribución de Chi cuadrado es conocida exactamente para cualquier grado de libertad, es posible efectuar afirmaciones más precisas aún. Si comprobamos la tabla de valores de Chi cuadrado, podemos apreciar como para un modelo con diez grados de libertad, en un 95% de las muestras de posibles estadísticos el valor se espera sea menor que 18.3 o para 1 grado de libertad el valor se espera que sea menor que 3.84. Gracias a esta relación entre el test estadístico y la distribución Chi cuadrado, podemos evaluar que valores distintos de cero son esperables debido a las fluctuaciones muestrales. Por ello, es factible considerar un test estadístico que indique la bondad del ajuste de un modelo teórico sobre los datos empíricos así como tener en cuenta las variaciones debidas a las oscilaciones muestrales que caracterizan a los datos.

Podemos, por lo tanto, considerar un test estadístico que nos ofrezca información sobre el ajuste del modelo a los datos. La tabla de Chi cuadrado nos facilita la información sobre lo grande debería de ser el valor de un test estadístico en el 95% de las muestras en el caso que el modelo sea correcto. Es decir, si al ajustar un modelo sobre una muestra particular el valor es menor de este valor crítico, el modelo no se rechaza dado que puede haberse producido debido a fluctuaciones muestrales. Si el valor del estadístico es mayor que este valor crítico, sabemos que existe un 5% de probabilidad de que sea debido a fluctuaciones muestrales, asumiendo que el modelo es el correcto. Por ello, se rechaza la hipótesis de que el modelo es correcto cuando el valor excede el valor crítico. Lo más probables que sea un problema de especificación del modelo y no de fluctuaciones muestrales.

En cualquier caso, debemos considerar que cualquier conclusión referida al modelo puede ser errónea dado que cualquier valor puede ser debido a fluctuaciones muestrales. De acuerdo al procedimiento descrito, también es factible el caso opuesto. Es decir, la posibilidad de rechazar un modelo cuando la teoría es correcta es del 5%. Una forma de rehuir este posible error es testando al 0.01 en vez del 0.05. En ese caso, la probabilidad de rechazar un modelo correcto se reduce al 1%. En general,

en ciencias sociales se considera aceptable un riesgo del 5%. Este nivel de riesgo se denomina nivel de significación del test.

Vamos a considerar varios indicadores de bondad de ajuste. **RMR** es un coeficiente basado directamente sobre los residuales. Esta medida es próxima a 0 cuando todos los residuales están próximos a cero. Esto implica que tiene una utilidad especial para comparar el ajuste de un modelo con el de modelos alternativos, para un mismo conjunto de datos. Por otra parte, no está claro cómo debe de ser de grande esta medida de modo que exprese un mal ajuste del modelo sobre la datos. Esto significa que este coeficiente es especialmente útil para comparar diferentes modelos alternativos ajustados sobre los mismos datos, dado que sus valores solamente puede ser comparados en esas condiciones. Para intentar evitar el problema de la interpretación de dichos coeficientes, es posible normalizarlos de forma que su valor posible oscile entre 0 y 1. Es lo que sucede con los coeficientes denominados Indices de Bondad de Ajuste (GFI). Es evidente que una de las ventajas principales de este coeficiente de ajuste es que su valor es más fácil de interpretar que el anterior. Cuando GFI es cero el ajuste es malo, mientras que cuando **GFI** está próximo a 1 el ajuste es bueno. Este coeficiente puede ser utilizado para comparar modelos alternativos ajustados sobre el mismo conjunto de datos y también para comparar modelos ajustados sobre diferentes datos. Actualmente el problema con estas mediciones es que están poco estudiadas y no está muy claro cuando es factible hablar de un ajuste aceptable o no. Una cuestión importante en estos coeficientes es que la medición de la bondad del ajuste debería considerar el número de parámetros empleado en el modelo. En general, es posible obtener un mejor ajuste con un número mayor de parámetros. Por ello, es interesante considerar una medición que también tenga en cuenta el número de parámetros empleados o, de modo equivalente, el número de grados de libertad. Un coeficiente que tiene en cuenta los grados de libertad es el denominado AGFI. Este coeficiente también oscila entre 0 y 1, donde cero expresa un ajuste deficiente y 1 un ajuste excelente. No obstante, también en este caso es difícil considerar los valores intermedios de la medición, en el sentido de los valores que expresan un buen ajuste o un mal ajuste. Entre las ventajas de estos estadísticos se encuentra la no dependencia del tamaño muestral. Los test estadísticos basados en Chi-cuadrado son muy sensibles a los errores pequeños en el caso de muestras grandes y poco sensitivos en el caso de muestras pequeñas. Estos coeficientes nos ofrecen un nivel absoluto de ajuste del modelo a los datos, mientras que los test basados en Chi cuadrado ofrecen básicamente una apreciación relativa. Esto se hace evidente, por ejemplo, si consideramos que en el caso de Chi cuadrado la comparación se efectúa con el modelo nulo (independencia) lo que en definitiva es una elección arbitraria. No

obstante, poseen por ello la ventaja de una fácil interpretación: la mejora proporcional supone el ajuste de un nuevo modelo, comparado con el modelo nulo.

- Degrees of Freedom = 2
- Minimum Fit Function Chi-Square = 0.40 (P = 0.82)
- Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.39 (P = 0.82)
- Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0
- 90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 2.81)
- Minimum Fit Function Value = 0.0025
- Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0
- 90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.018)
- Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0
- 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.094)
- P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.88
- Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.11
- 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.11 ; 0.13)
- ECVI for Saturated Model = 0.13
- ECVI for Independence Model = 5.45
- Chi-Square for Independence Model with 6 Degrees of Freedom = 858.40
- Independence AIC = 866.40
- Model AIC = 16.39
- Saturated AIC = 20.00
- Independence CAIC = 882.70
- Model CAIC = 49.00
- Saturated CAIC = 60.
- Normed Fit Index (NFI) = 1.00
- Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.00
- Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.33
- Comparative Fit Index (CFI) = 1.00
- Incremental Fit Index (IFI) = 1.00
- Relative Fit Index (RFI) = 1.00
- Critical N (CN) = 3681.52
- Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0044
- Standardized RMR = 0.00079
- Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00
- Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.99
- Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.20

El criterio de información de Akaike (**AIC**) y la versión de Bozdogan del estadístico (**CAIC**), toman en cuenta tanto los indicadores de ajuste

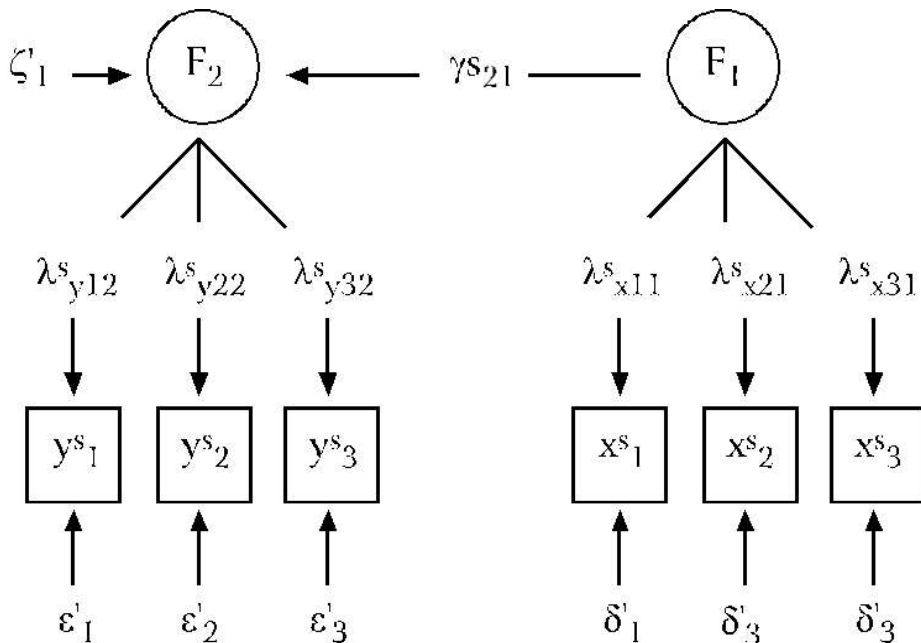
como el número de parámetros a estimar empleados para lograr ese ajuste. El modelo que produzca *el valor más pequeño* en ambos estadísticos es el que puede considerarse potencialmente el más útil.

Podemos considerar, así mismo, otros tres índices de ajuste **NFI**, **NNFI**, y **CFI**. Todos ellos están basados en los valores de la función de ajuste y tienen como límite superior el valor 1. El NNFI presenta la ventaja de funcionar bastante bien independientemente de los tamaños muestrales. En general, la experiencia demuestra que todos estos índices necesitan *valores superiores a .9* para reflejar un modelo con ajuste adecuado

COEFICIENTES DE BONDAD DE AJUSTE		
GENERAL		
GFI	0-Sin ajuste 1-Ajuste Perfecto	Los valores próximos a .90 expresan un buen ajuste del modelo
RMR Stand.RMR	El Investigador decide el nivel	Indica la proximidad entre la matriz de covarianzas original y la reproducida por el modelo propuesto
INCREMENTO		
NNFI (TLI) NFI	0 Sin ajuste 1 ajuste perfecto	Los valores superiores a .90 expresan un buen ajuste del modelo
CRITERIO INFORMACIÓN		
AIC CAIC ECVI	DEPENDE DEL MODELO	Compara los valores en modelos alternativos Emplear ECVI con muestras pequeñas
INDICE PARSIMONIA		
AGFI	0 Sin límite inferior 1 ajuste perfecto	Valor ajustado para grados de Libertad, con .90 como buen ajuste del modelo
RMSEA	< 0.05 > 0.05 y < 0.08 > 0.08	Buen ajuste del modelo Ajuste moderado del modelo Mal ajuste del modelo
PNFI PGFI	0 Sin ajuste 1 ajuste perfecto	Compara los valores en modelos alternativos

### 3.2. La explicación entre latentes

En el ámbito del análisis de senderos se determinó la posibilidad de análisis estructurales empleando variables latentes<sup>38</sup>. Veamos seguidamente un modelo simple de efectos entre variables latentes. El siguiente fué el primer modelo discutido en 1969 y donde se puede apreciar claramente su relación con los modelos estructurales construidos exclusivamente con variables manifiestas. En este modelo podemos apreciar dos variables latentes  $F_1$  y  $F_2$ , donde  $F_1$  es la variable latente causa y  $F_2$  la variable latente efecto. El coeficiente que liga ambas variables estructuralmente es  $\gamma_{21}$ .



Podemos apreciar como la variable latente  $F_1$  influencia las variables indicadoras  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , mientras que la variable latente  $F_2$  influye en las variables indicadoras  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ . Se han notado los errores ecuacionales como  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  el error para las variables  $x$  y  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  para las variables  $y$ . En este tipo de modelos la notación de las variables  $y$  y de

<sup>38</sup> Las variables latentes son denominadas factores en el ámbito de la psicología.



los errores varía en la medida que se introduce el concepto de variable latente y variable indicador. En este modelo en particular, el interés está centrado en la relación entre variables latentes y no entre los indicadores. Sin embargo, la correlación entre indicadores es la única información que poseemos empíricamente desde los datos. La relación entre variables latentes es algo que debemos estimar desde la correlación entre indicadores. Precisamente, este fue el descubrimiento importante desde el análisis de senderos: que es posible estimar la relación entre las variables latentes mediante la correlación conocida entre las variables indicadoras. El modo como se deriva el efecto  $\gamma_{21}$  es exactamente igual a como consideremos en las reglas de descomposición.

En primer lugar, las correlaciones apreciadas entre las variables indicadoras se expresan en términos de los parámetros del modelo y en segundo lugar, se estiman los parámetros empleando la información que les asocia a las correlaciones.

$$\rho_{y_2y_1} = \lambda_{y_{22}}^S \lambda_{y_{12}}^S \quad (3.1.1.)$$

$$\rho_{y_3y_1} = \lambda_{y_{32}}^S \lambda_{y_{12}}^S \quad (3.1.2.)$$

$$\rho_{x_1y_1} = \lambda_{x_{11}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{12}}^S \quad (3.1.3.)$$

$$\rho_{x_2y_1} = \lambda_{x_{21}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{12}}^S \quad (3.1.4.)$$

$$\rho_{x_3y_1} = \lambda_{x_{31}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{12}}^S \quad (3.1.5.)$$

$$\rho_{y_3y_2} = \lambda_{y_{32}}^S \lambda_{y_{22}}^S \quad (3.1.6.)$$

$$\rho_{x_1y_2} = \lambda_{x_{11}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{22}}^S \quad (3.1.7.)$$

$$\rho_{x_2y_2} = \lambda_{x_{21}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{22}}^S \quad (3.1.8.)$$

$$\rho_{x_3y_2} = \lambda_{x_{31}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{22}}^S \quad (3.1.9.)$$

$$\rho_{x_1y_3} = \lambda_{x_{11}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{32}}^S \quad (3.1.10.)$$

$$\rho_{x_2y_3} = \lambda_{x_{21}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{32}}^S \quad (3.1.11.)$$

$$\rho_{x_3y_3} = \lambda_{x_{31}}^S \gamma_{21}^S \lambda_{y_{32}}^S \quad (3.1.12.)$$

$$\rho_{x_2x_1} = \lambda_{x_{21}}^S \lambda_{x_{11}}^S \quad (3.1.13.)$$

$$\rho_{x_3x_1} = \lambda_{x_{31}}^S \lambda_{x_{11}}^S \quad (3.1.14.)$$

$$\rho_{x_3x_2} = \lambda_{x_{31}}^S \lambda_{x_{21}}^S \quad (3.1.15.)$$

Además de las ecuaciones anteriores es posible especificar seis más correspondientes a las varianzas de las variables indicadoras, descomponiéndolas en varianza explicada y varianza no explicada. No nos ocuparemos de dichas ecuaciones en la medida en que el efecto que nos ocupa teóricamente es el que liga las dos variables latentes  $F_1$  y  $F_2$  ( $\gamma_{21}$ ). En resumen, tenemos 15 ecuaciones especificadas y solo 7 parámetros desconocidos. En estos términos podemos concluir que la condición necesaria para la identificación del sistema se cumple.

Es evidente que con la información facilitada por los datos (en forma de correlaciones) y por las ecuaciones (3.1.1) (3.1.2.) (3.1.6) es posible estimar los coeficientes  $\lambda_{y12}^s$ ,  $\lambda_{y22}^s$ ,  $\lambda_{y32}^s$ . Si consideramos la razón entre  $\rho_{y2y1}$  y  $\rho_{y3y1}$

$$\rho_{y2y1} / \rho_{y3y1} = \lambda_{y22}^s / \lambda_{y32}^s$$

luego

$$\lambda_{y22}^s = \lambda_{y32}^s (\rho_{y2y1} / \rho_{y3y1})$$

sustituyendo en la ecuación (3.1.6) obtenemos la solución para  $\lambda_{y32}^s$

$$\lambda_{y32}^s = \text{raíz} (r_{y3y1} r_{y3y1}) / r_{y2y1}$$

habiendo determinado  $\lambda_{y32}^s$  los otros coeficiente pueden hallarse por sustitución en las ecuaciones anteriores. Aplicando el mismo procedimiento pueden estimarse los coeficientes

$$\lambda_{x11}^s, \lambda_{x21}^s, \lambda_{y31}^s.$$

Tras determinar los coeficientes que ligan las variables indicadoras a las variables latentes, aún nos quedan 9 ecuaciones para determinar el valor de  $\gamma_{21}$ .

De este modo, el parámetro puede resolverse desde 9 ecuaciones distintas. Podemos apreciar como una vez establecido el mecanismo

estructural que da forma a las variables latentes es posible determinar la influencia de unas sobre otras. En este caso es incluso posible testar el modelo teórico propuesto dado que quedan 8 grados de libertad. Evidentemente, el modelado con variables latentes se ha desarrollado implicando modelos más complejos, donde se combinan variables latentes, indicadoras y manifiestas.

### 3.3. Modelos estructurales con variables observadas

Los modelos estructurales, en tanto que explicación narrativamente compleja de la realidad, aspira a explicar sistemas 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. 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. Ésta es una posibilidad existente que debe ser evaluada en detalle, y en principio constituye una sospecha que pesa sobre toda covariación bivariable. 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 su validez.

*"Los hechos son obstinados, dice un proverbio inglés. Este proverbio inglés nos viene a menudo a la memoria, especialmente cuando algún escritor se despacha, trinando como un ruseñor, sobre la grandeza del "principio de la nacionalidad" en sus diversos sentidos y correlaciones, a tiempo que este "principio" se aplica con tanto acierto como acertadas y oportunas fueron las exclamaciones de un célebre héroe de un cuento popular que, a la vista de una procesión fúnebre, les deseó: "Ojalá tengáis siempre un muerto que llevar."*

*Hechos exactos, hechos indiscutibles: he aquí lo particularmente insoportable para esta clase de escritores y lo verdaderamente necesario, si uno desea orientarse con seriedad en el complejo y difícil problema, a menudo enredado con toda premeditación. Pero ¿cómo reunir los hechos? ¿Cómo establecer su nexos e interdependencia?*

*En el terreno de los fenómenos sociales no existe procedimiento más difundido y más inconsistente que tomarse de los pequeños hechos "aislados", jugando a los ejemplos. Escoger los ejemplos, en general, es*

*bastante fácil, pero resulta que, o no significan nada o son negativos, puesto que el fondo reside en el ambiente histórico concreto de cada caso. Los hechos, considerados en su conjunto, en su mutua correlación intrínseca, no sólo son "obstinados" sino absolutamente demostrativos. En cambio, los pequeños hechos tomados en forma aislada y sin relación intrínseca, fragmentaria y arbitrariamente se trasforman en un juguete o en algo peor. Por ejemplo, si un escritor con fama de persona seria, deseoso de que se lo siga considerando como tal, toma el caso del yugo mongólico y lo expone como ejemplo para aclarar ciertos acontecimientos ocurridos en la Europa del siglo XX, ¿podrá considerarse su proceder sólo como un juego, o más correctamente como charlatanismo político? El yugo mongol es un hecho histórico indudablemente ligado con el problema nacional. También en la Europa del siglo XX se observa una serie de hechos cuya conexión con este problema es asimismo obvia. Sin embargo, pocas personas habrá -del tipo que los franceses tildan de "payasos nacionalistas"- susceptibles de pretender seriedad y al mismo tiempo obrar con "hechos" como los del yugo mongol para ilustrar lo que sucede en la Europa del siglo XX.*

*La conclusión es clara: hay que tratar de establecer una base de hechos exactos e indiscutibles sobre la cual apoyarse para comparar cualesquiera de esas argumentaciones "generales" y "ejemplares" que en la actualidad se usan en forma abusiva en algunos países. Para que esa base sea verdadera, es necesario no tratar hechos aislados, sino todo el conjunto de los hechos que atañen al problema en discusión, sin una sola excepción, puesto que de otra manera es inevitable que surja la sospecha, muy legítima, de que los hechos se eligieron o adoptaron arbitrariamente y que, en lugar de una correlación objetiva y una interdependencia de los fenómenos históricos en su conjunto, nos sirven un mejunje "subjetivo" para justificar posiblemente un asunto sucio. Eso ocurre más a menudo de lo que se cree.*

*Partiendo de estas premisas, hemos resuelto comenzar con estadísticas, conscientes de la gran antipatía que suelen provocar en algunos lectores y escritores, quienes prefieren la "noble mentira" a las "bajas verdades"; por su afición a pasar, bajo la bandera de meditaciones "generales", contrabando político sobre internacionalismo, cosmopolitismo, nacionalismo, patriotismo, etcétera."*

*V.I. Lenin. Estadística y sociología. Bolchevik, nº 2, 1935*

Si bien es interesante determinar relaciones no explicativas, es evidente que la finalidad última de los modelos estructurales es determinar

relaciones explicativas. El termino 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 denominara 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:

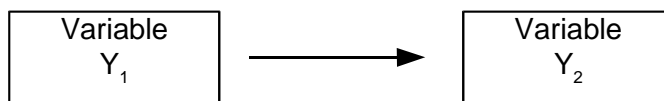
Causación unidireccional:

- efectos directos
- efectos indirectos
- efectos directos e indirectos
- efecto condicional

Causación bidireccional:

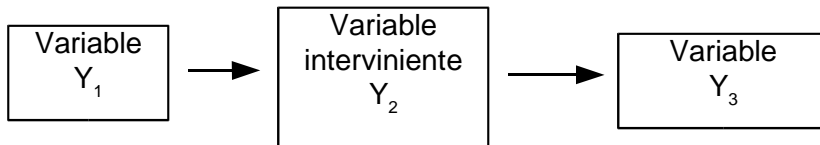
- efectos recíprocos directo
- efecto recíproco indirecto

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 comprensión del proceso en estudio. Los efectos directos responden al siguiente esquema.

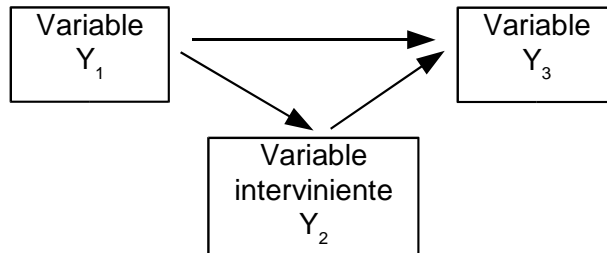


Un efecto indirecto se produce cuando una variable causa influye en otra variable a través de una tercera variable que actúa como variable

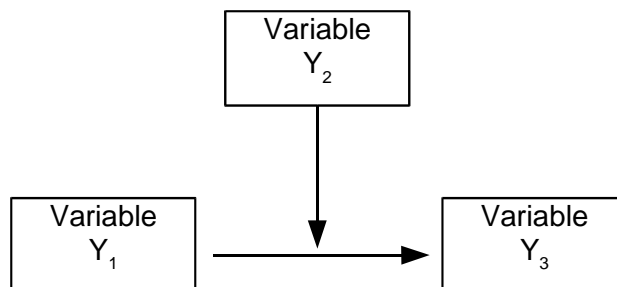
mediadora. Esta tercera variable que convierte lo que sería un efecto directo en uno indirecto se denomina, como ya se advirtió, variable interviniente. Una de las ventajas de la introducción de variables intervinientes es que desvelan con una mayor nitidez la secuencia que sigue el mecanismo estructural.



Esta secuencia muestra un efecto indirecto de la variable que se postula como causa, sobre la variable que se postula como efecto. Pueden presentarse conjuntamente efectos directos e indirectos entre una variable causa y otra efecto. Esta posibilidad se recoge en el diagrama siguiente.

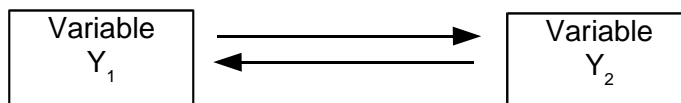


Hemos podido apreciar como la variable interviniente convierte una relación directa en indirecta. Existe otro tipo de variable que puede mediar de otra forma sobre el efecto existente entre dos variables. Es la denominada variable condicional. Las variables condicionales determinan la intensidad de los efectos estructurales. Así, en el diagrama siguiente podemos apreciar como la variable condicional  $Y_2$  no orienta su grafo hacia otra variable, sino que lo hace en dirección a otro grafo.



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 vera 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 estudiada.

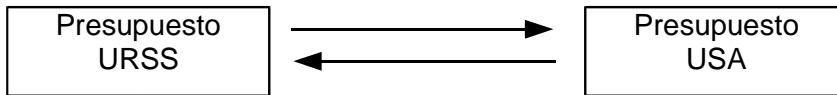
Un tratamiento aparte requiere las relaciones bidireccionales. En algunos planteamientos teóricos no está clara la distinción entre variable causa y variable efecto, en la medida que ambas se afectan mutuamente. Este tipo de relación se denomina relación recíproca y es aquella en la que dos variables se influyen mutuamente. Es decir, la teoría prevé que una variable produce variación en otra, y ésta segunda en la primera.



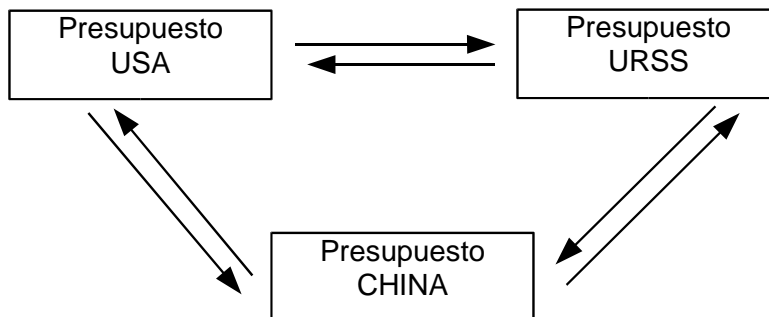
Un tipo de fenómeno modelado con frecuencia de este modo son los conflictos sociales, por ejemplo estudiantes y policías, oposición y represión, etc. Así, las variables se afectan una a la otra secuencialmente en el tiempo. Esta retroalimentación esta asociada a sistemas dinámicos, donde se producen espirales de calentamiento o enfriamiento según los signos de relación. Un efecto reciproco implica la presencia de ecuaciones simultaneas. Se trata, por lo tanto, de acciones y reacciones entre variables. Dada la variabilidad en los posibles ritmos de alternancia, pueden aparecer problemas especificos de medición, al detectar o no sincronía. Se trata en definitiva de diagnosticar el posible retardo entre la evolución de las dos variables.

En otros casos dicho problema no aparece, como por ejemplo al considerar el efecto reciproco entre URSS y USA de los presupuestos de defensa durante la guerra fría, dado que la unidad temporal año detecta

bien la variabilidad existente. Así, en el modelado de la influencia de los presupuestos de defensa de USA en la antigua URSS y viceversa, debe considerarse que el conocimiento de los presupuestos de un año en USA inflúan en el siguiente en URSS y así sucesivamente.



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.



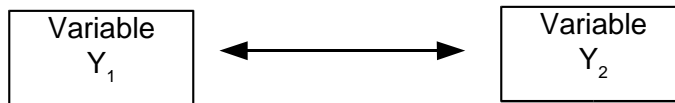
En este caso de efectos recíprocos indirectos, las variables se afectan entre sí en una dinámica circular. Este tipo de relación es característica, en la medida que refleja claramente dinámicas de crecimiento o decrecimiento en un sistema. Dan forma por si solas a unas tipologías específicas de modelos, así como a las técnicas para determinar los parámetros<sup>39</sup>

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

<sup>39</sup> Los efectos recíprocos se formulan mediante sistemas de ecuaciones simultáneas, que a su vez son el alma de las simulaciones basadas en retroalimentaciones.



señalando en ambas direcciones. Dado que no está especificada una subordinación entre variables son denominados efectos conjuntos.

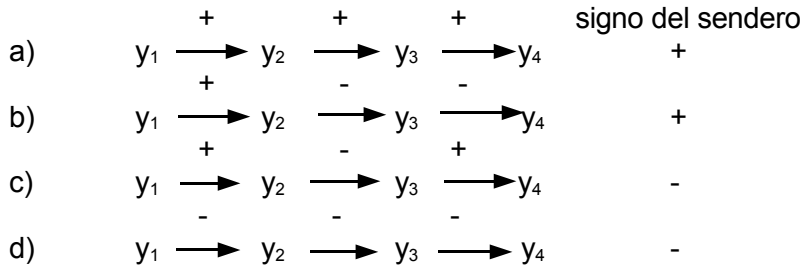


Los efectos pueden tomar signos dependiendo de la relación en que se mueva la variabilidad entre las variables. Si los valores en una variable efecto tienden a crecer cuando los valores en la variable causa tienden a crecer se establece un signo positivo, dado que la coordinación estadística entre ambas 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, debido a que los valores en las dos variables se mueven en sentido distinto. Una cuestión interesante es, dado que los sistemas estructurales concatenan varios efectos estructurales con diferentes signos, determinar cual es la relación entre una variable y otra. Por ejemplo, supongamos una variable causa, 15 variables intervinientes mediando y una variable final. ¿Cómo podremos saber si la coordinación entre ambas es directa o inversa?

En los modelos estructurales los senderos tienen signo. Un sendero es una serie de variables conectadas entre si mediante grafos (efectos), siempre que el orden de los efectos se desplace en el mismo sentido. Es decir, no aparezcan mediando efectos recíprocos.

$\Delta$  Educación  $+$   $\Delta$  Ingresos  
 "a mayor educación más ingresos"

$\Delta$  Educación  $-$   $\nabla$  Racismo  
 "a mayor educación menor racismo"



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. 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 estructurales. 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.

### 3.4. La teoría de grafos y modelos estructurales

Un aspecto común en el análisis de redes y estructuras es el recurso al enfoque matemático de la teoría de grafos. La teoría de grafos facilita un lenguaje formal con el que analizar las estructuras, 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 (variables en modelos estructurales) y las relaciones arcos (efectos). 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 *arcos*. Los grafos pueden ser usados para representar estructuras de la naturaleza más diversa. En este caso los emplearemos para diagnosticar las características estructurales

de las variables dentro de un modelo explicativo. Desde la perspectiva global de una explicación, debemos considerar que la posición de las variables dentro de esta puede ser fundamental. Por ejemplo, al actuar como ligazón lógica entre dos argumentos.

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 transformada en un conjunto de puntos conectados mediante líneas.

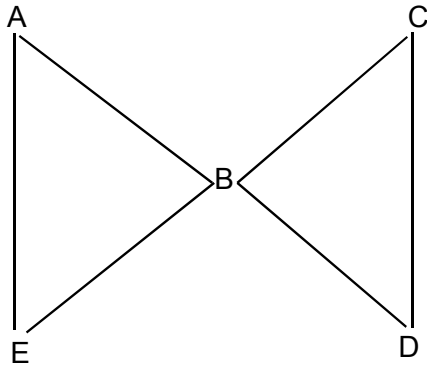
*Grafos no ordenados.* Una estructura está compuesta esencialmente por elementos y relaciones. En un grafo, son las pautas de las conexiones lo que importa y no la posición de los puntos. En ese sentido, los conceptos usados en la teoría de grafos pretenden describir las pautas de conexión existentes 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 los 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 direccionadas, que implican una asimetría en la estructura y que darán lugar a grafos direccionados; líneas no direccionadas, donde se destaca la existencia de relación entre dos puntos sin afirmar nada sobre la naturaleza de la relación, dando lugar a grafos no direccionados o relaciones de covariación. En el caso de los modelos estructurales, la relación (efecto) que se expresa mediante una línea llevara varios valores asociados. Así, las líneas pueden poseer la propiedad de expresar una intensidad.

Los puntos (variables) que componen la red son origen y destino de las relaciones o líneas (efectos), poseyendo propiedades específicas en la medida que la relación entre ellos esté direccionadas o no.

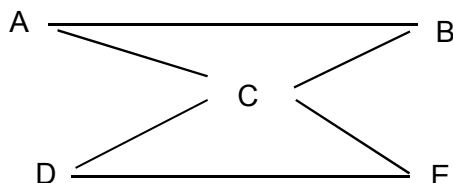
Para un mejor comprensión de el tratamiento matemático de la estructura explicativa desde la teoría de grafos, vamos a considerar en primer lugar grafos no direccionados. Cuando dos puntos están conectados por una línea se denominan adyacentes. Aquellos puntos para los que un punto es adyacente se denominan 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. Consideremos el ejemplo siguiente.

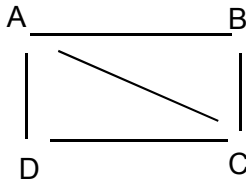


	A	B	C	D	E	TOTAL
A	-	1	0	0	1	2
B	1	-	1	1	1	4
C	0	1	-	1	0	2
D	0	1	1	-	0	2
E	1	1	0	0	-	2
TOTAL	2	4	2	2	2	12

Como podemos apreciar, la suma de los grados es 12, lo que al ser un grafo no orientado indicaría la presencia de  $12/2=6$  líneas (relaciones). 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 (path análisis). La longitud de un sendero se determina por el número de líneas que contiene.



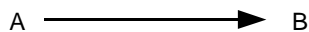
ACE es un sendero que une A y E con una longitud de 2. (Dos pasos necesarios para ir del punto A al E). Otro concepto importante es el de distancia. La distancia entre dos puntos vendrá dada por la longitud del sendero más corto que los conecta.



AD	sendero de longitud 1
ABCD	sendero de longitud 3
ACD	sendero de longitud 2

En el caso del grafo anterior, sólo AD indicaría la distancia entre los puntos A y D. Si consideramos la secuencia de líneas ABCAD, no constituiría un sendero al repetir el punto A.

*Grafos dirigidos.* 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

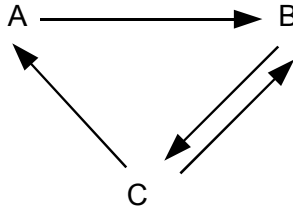


no implica que exista otra relación que partiendo de B llegue hasta A



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.



	A	B	C	Grado externo
A	-	1	0	<b>1</b> $\Sigma$
B	0	-	1	<b>1</b>
C	1	1	-	<b>2</b>
Grado interno $\Sigma$	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	

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.

*" Dicho esto, detúvose un poco; luego manda dar la señal y conduce a un lugar llano la gente puesta en orden. Después haciendo retirar todos los caballos, a fin de que los soldados, viendo el peligro igual, se esforzasen más, él mismo a pie escuadrón el ejército, según lo permitían el lugar y el número, porque conforme se extendía la llanura entre los montes que tenía a su izquierda y un gran risco que había a la derecha, colocó ocho cohortes de frente, poniendo las demás compañías algo más apiñadas en el cuerpo de reserva, del cual entresacó a todos los centuriones, a los veteranos voluntarios y a cuantos entre los soldados rasos veía bien armados, pasándolos a las primeras filas. Manda, asimismo, que Cayo Manlio cuide del ala derecha y cierto fesulano de la izquierda, quedándose él con sus libertos y colonos cerca del águila o bandera, que decían ser la misma que tuvo en su ejército Cayo Mario en la guerra de los cimbrós.*

*Por su parte, Cayo Antonio, hallándose enfermo de la gota y no pudiendo asistir a la batalla, entregó el mando del ejército a Marco*

*Petreyo, su legado. Éste pone en el frente las cohortes veteranas, que había vuelto a alistar por causa de esta guerra; detrás de ella coloca el resto del ejército para el socorro y, girando a caballo por las filas, nombra a cada uno de los soldados por su nombre y los exhorta y ruega que miren que van a pelear con unos ladrones desarmados, por la patria, por sus hijos, por sus aras y sus hogares. Como era hombre de guerra, que treinta y más años que militaba con gran crédito y había sido tribuno, prefecto, legado y pretor en el ejército, conocía a los más de ellos y sabía sus particulares hazañas, y con traérselas a la memoria inflamaba los ánimos de los soldados.*

*Pero después que reconocido todo, mandó Petreyo dar la señal con las trompetas, dispone que las cohortes se vayan poco a poco adelantando. Lo mismo hace el ejército enemigo. Ya que llegaron a tiro los ferentarios, trábase la batalla con grandísima vocería, dejan las armas arrojadas y viénesse a la espada. Los veteranos, acordándose de su valor antiguo, estrechan de cerca a los enemigos. Éstos resisten con igual valor y así se pelea con grandísimo empeño de ambas partes. Entretanto Catilina con los más desembarazados andaba en el primer escuadrón, socorriendo a los que lo necesitaban, sustituyendo sanos en lugar de heridos, acudiendo a todo, peleando mucho por sí mismo e hiriendo frecuentemente al enemigo. En suma, hacía a un mismo tiempo los oficios de buen general y de soldado valeroso. Cuando Petreyo, al revés de lo que tenía creído, vio que Catilina resistía con tanto esfuerzo, hace que la cohorte pretoria rompa por medio de los enemigos, con lo que, desordenándolos, mata a cuantos le hacían frente y acomete después por ambas partes a los de los lados. Manlio y el fesulano caen peleando entre los primeros. Catilina, luego que vio deshecho su ejército y que le habían dejado con muy pocos, acordándose de su nobleza y de su antiguo estado, métese por lo más espeso de los enemigos, donde peleando cayó atravesado de heridas.*

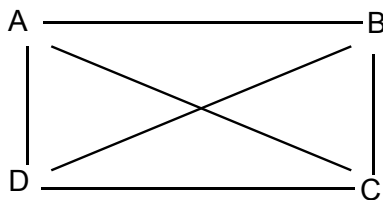
*Acabada la batalla, se echó de ver cuánta determinación y esfuerzo había en el ejército de Catilina, porque casi el mismo sitio que cada soldado ocupó al darse la batalla, cubría después con su cadáver; sólo aquellos pocos a quienes desordenó la cohorte pretoria, rompiendo por medio de ellos, murieron algo separados; pero todos haciendo cara al enemigo. Catilina fue hallado entre los muertos, lejos de los suyos, que aún respiraba y mantenía en su rostro aquella fiereza, que había tenido vivo. Últimamente de todo aquel ejército ni en la batalla ni en alcance se hizo siquiera un ciudadano prisionero; de tal suerte habían todos mirado tan poco por sus vidas, como por las de sus enemigos. Ni la victoria fue para el ejército del pueblo romano alegre o poco costosa, porque los más valerosos o habían muerto en la batalla o habían sido gravemente*

*heridos, y muchos que salieron de los reales por curiosidad o por despojar a los enemigos, se encontraban entre los cadáveres, unos con el amigo, otros con el huésped o el pariente, y hubo algunos que aun a sus enemigos conocieron. De esta suerte la alegría y tristeza, el gozo y los llantos iban alternando por todo el ejército.*

*Cayo Salustio. La conjuración de catilina.*

*Tratamiento de 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 (una variable produce la variación en la otra) el tratamiento será evidentemente orientado. En el caso que sólo interese la presencia o ausencia de canal o relación, el grafo será no orientado. Ambos tipos de relaciones se encuentran presentes en los modelos estructurales de covarianzas.

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 respecto al que 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 la estructura.

Inclusividad absoluta = total de puntos - puntos aislados

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.

$$IR = \frac{\text{número de puntos conectados}}{\text{total de puntos en el grafo}}$$

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. Esto nos daría la expresión siguiente.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de líneas presentes}}{\text{Número total de líneas posibles}}$$

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.

La determinación de la densidad en un **grafo no dirigido** sigue dicha lógica. 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 dirección en la relación. Para que se traten de líneas diferentes (no contar dos veces la misma relación) habrá que dividir por dos.

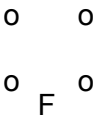
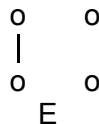
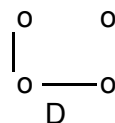
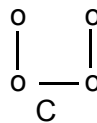
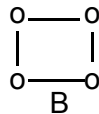
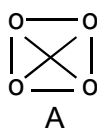
De ello, dado que cada punto puede estar conectado con todos los demás, excepto con el mismo, y no existe dirección en la relación, un grafo no orientado con  $n$  puntos puede contener el siguiente máximo de líneas distintas.

$$\text{Líneas distintas} = \frac{n(n-1)}{2}$$

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.

$$\text{Densidad en grafos no dirigidos} = \frac{\text{Líneas existentes}}{n(n-1)/2}$$

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. Para evaluar el comportamiento de los diferentes coeficientes, consideremos como reflejan las siguientes estructuras.



	A	B	C	D	E	F
Número de puntos conectados	4	4	4	3	2	0
Inclusividad relativa	1	1	1	0,7	0,5	0
Sumatorio de grados	12	8	6	4	2	0
Número de líneas	6	4	3	2	1	0
Densidad	1	0,7	0,5	0,3	0,1	0

Podemos apreciar como el coeficiente de densidad es bastante sensible a los cambios que se producen en la estructura, reflejándolos con una variación apreciable y normalizada, lo que permitiría la comparación de densidades entre diferentes redes. El resto de los coeficientes plantean problemas al expresar la estructura relacional en términos absolutos o no ser especialmente sensibles a la variación que se produce en la red.

Así, en **grafos dirigidos** el cálculo de la densidad vendrá dado directamente por

$$\text{Densidad en grafos dirigidos} = \frac{\text{Líneas existentes}}{n(n-1)}$$

siendo  $l$  el número de líneas existentes en el grafo, y  $n(n-1)$  el número de líneas posibles en ese grafo. Esto es así en grafos dirigidos porque la línea AB



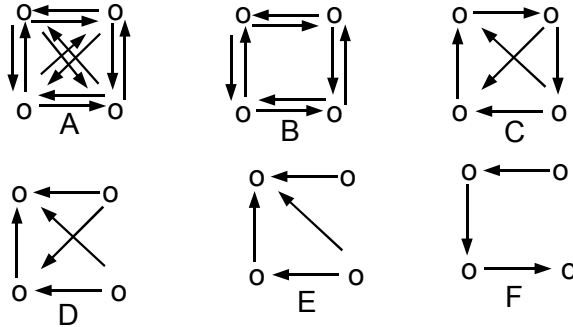
no es igual que la línea que nota la relación BA,



luego el número máximo de líneas es igual al número máximo de pares de puntos, que es  $n(n-1)$ .

Continuando con el ejemplo anterior, podemos considerar como se asocian los coeficientes a las distintas estructuras, mediante efectos. La aplicación de este tipo de análisis en los modelos estructurales de covarianzas implica abandonar la idea de puntos aislados. La idea es simple, dado que puntos en este tipo de modelado equivale a variable. En

este sentido, las variables están presentes en la especificación del modelo cuando están asociadas con otras variables. En otras palabras, las variables aisladas están fuera del modelo estructural.



	A	B	C	D	E	F
Número de líneas	12	8	6	5	4	3
Densidad	1	0.66	0.5	0.41	0.3	0.25

Una estructura de covarianzas con densidad 1, expresa una incapacidad de explicar. En ella todo está relacionado con todo, prescindiendo de orden teórico o temporal.

Para el investigador todo es importante, todo explica y todo es explicado por todo. Como orientación, en modelos con 4 o más variables, los coeficientes de densidad inferiores a 0.25 indicarían la presencia de una estructura lógica argumental lineal y poco ligado. Es decir, la explicación estaría próxima a una cadena argumental.

En el cálculo del coeficiente de densidad encontramos una situación especial con la presencia de variables exógenas. Como sabemos las variables exógenas son aquellas que explican y no son explicadas. Estas variables se introducen en la explicación como “bordes” con el resto de la realidad. Suponen un anclaje de la estructura en el resto de las estructuras, que dan forma a la realidad social. Dado que estas variables exógenas dan lugar a relaciones asimétricas, solamente es posible la presencia de un grafo orientado. Por ello es preciso corregir el número total de relaciones (líneas direccionadas) posibles. Siendo  $m$  el

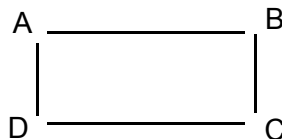
número de variables exógenas y  $n$  el de variables endógenas, el número total posible de relaciones es igual a  $n(n-1) + n*m$

La densidad se calculará, por lo tanto, dividiendo las relaciones existentes por la relaciones posibles.

$$\text{Densidad en modelos estructurales con variables exógenas} = \frac{\text{l existentes}}{n(n-1)+n*m}$$

En el cálculo de la densidad del modelo no consideramos las covarianzas entre variables exógenas, dado que son un presupuesto de todo modelo.

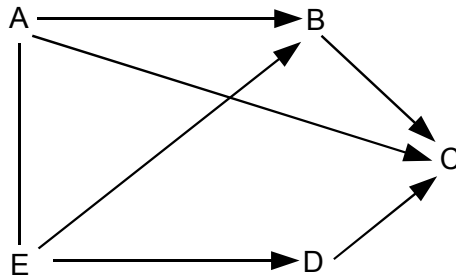
Como ya sabemos, una estructura de relaciones puede representarse tanto gráficamente, como mediante una matriz de efectos. Una matriz de efectos es básicamente una matriz con valores 0 y 1 según exista o no conexión entre los dos elementos que encabezan la fila y la columna correspondiente. Así, una estructura no direccionada representada gráficamente como sigue



tendría asociada la siguiente matriz:

	A	B	C	D
A	0	1	0	1
B	1	0	1	0
C	0	1	0	1
D	1	0	1	0

Y el grafo o estructura direccionada:



tendría asociada la matriz:

	A	B	C	D	E
A	0	1	1	0	1
B	0	0	1	0	0
C	0	0	0	0	0
D	0	0	1	0	0
E	0	1	0	1	0

Como ya sabemos, a cada red o estructura le corresponde una y sólo una matriz estructural. En la matriz 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. B actúa como variable endógena interviniente.



En general, una cadena de orden  $n$  es una cadena de  $n$  saltos entre dos elementos en la estructura. En definitiva, la presencia de variables intervinientes dentro de la explicación. El significado de estas conexiones de escalón doble entre variables es bastante importante. Así, la vinculación de una variable a la argumentación no sólo se determina por su relación directa, sino también por cauces indirectos, dependiendo de que estructura relacional tenga el resto de las variables. También, podemos determinar que variables están más relacionadas indirectamente entre sí, cual es el grado de estas relaciones o cuales son las relaciones posibles entre diversas variables. En el caso de relaciones asimétricas, que variable influye sobre el mayor número de variables.

Este valor de cuantas variables se ven influenciados por una en concreto es complementario a la determinación del “efecto total” de esa misma variable. El “efecto total” nos indicará cual es la influencia “total” que ejerce en la estructura explicativa. Desde el análisis de redes estructurales, se puede evaluar la “posición” estructural de cada variable en el argumento explicativo que se está desarrollando. Así, por ejemplo, una variable puede mostrar un “efecto total” explicativo relativamente bajo, pero ocupar una posición central en la estructura explicativa al “conectar” dos argumentos lógicos explicativos hasta entonces paralelos. Es decir, la importancia de una variable puede proceder de su importancia en tanto que conector teórico, y no tanto de su eficacia explicativa empírica mediante su efecto total.

Ciertamente, si nos ocupamos del concepto de estructura, las conexiones directas entre variables son inadecuadas para llevar a cabo una descripción completa de dicha estructura. El efecto de una variable se extiende más allá de las variables que le son más próximas. 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 o variables. El proceso de operación es el mismo, dado que es posible determinar, sin margen de error, todas las cadenas de diferentes ordenes.

El procedimiento técnico para determinar las conexiones de orden  $n$  entre diferentes sujetos es relativamente simple. Por medio de la multiplicación de matrices se puede 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 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.

### **3.5. Estrategias de construcción de modelos estructurales**

No existe, evidentemente, ningún algoritmo que por sí solo genere modelos estructurales. 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 estructural que se postula en las variables. Una vez listadas las variables que operaran en el modelo estructural es preciso establecer la secuencia en que se relacionan entre si. Como se mencionó, se postulan relaciones asimétricas entre ellas, en función a que variable explica y que variable es explicada.

3.- Especificación de las hipótesis estructurales. 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 estructural. A efectos prácticos, es útil establecer la secuencia mediante un grafo orientado que permita visualizar que variables están conexas entre si y que variables están inconexas. En muchas ocasiones el grafo o diagrama estructural 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 estructural. Tras esta tarea se

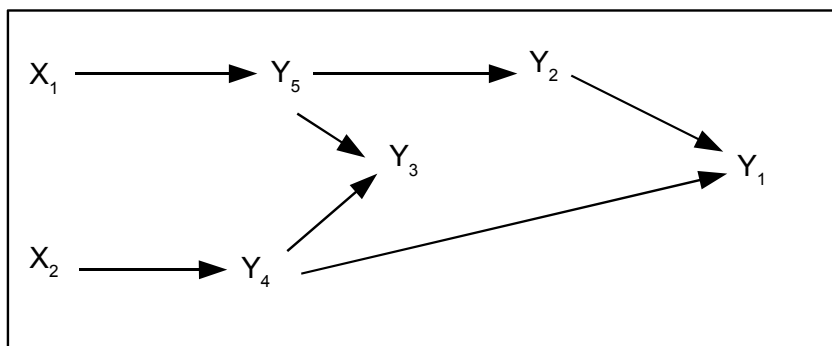


introducen las hipótesis introduciendo flechas entre las variables de acuerdo a los efectos directos. Es una convención que los efectos no especificados son cero (0). Una vez sobre el diagrama estructural es el momento de reflexionar si se han planteado todas las variables y relaciones que son pertinentes.

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 estructural 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 estructurales. 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.

Los datos simplemente determinan el grado de covariación. No obstante sabemos que la covariación no es una prueba de relación estructural, dado que esta puede estar provocada por causas comunes a las variables de interés. El diagrama estructural 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. El ejemplo siguiente muestra un grafo orientado, donde X e Y notan variables y las flechas relaciones.



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 estructural 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. 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.

	$y_5$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_1$	$x_1$	$x_2$	Variables exógenas al final
$y_5$	-	0	0	0	0	1	0	
$y_2$	1	-	0	0	0	0	0	
$y_3$	1	0	-	1	0	0	1	
$y_4$	0	0	0	-	0	0	1	
$y_1$	0	1	1	1	-	0	0	

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 anota 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.

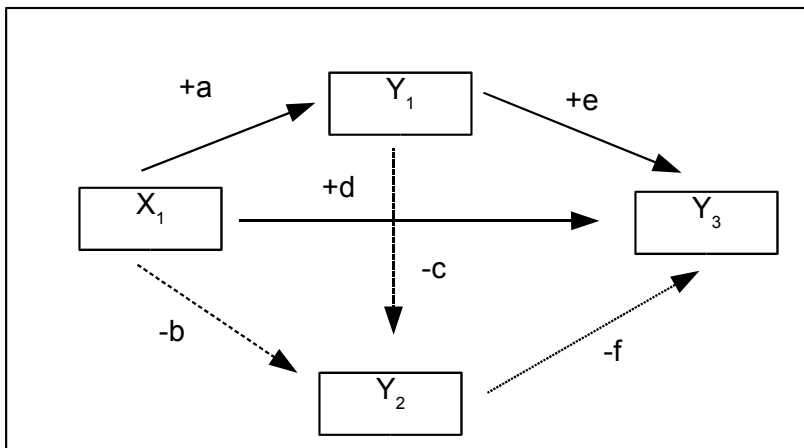
Estas orientaciones para el diseño de los modelos estructurales deben considerar también la necesidad de simplificación de teorías estructurales. La noción de sistema es central en la investigación social actual. Ello viene dado por su gran utilidad, al permitir y exigir explicitar las variables que 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. Hemos avanzado en el sentido de hacer operativa la noción de sistema, considerando analíticamente las unidades, variables y relaciones que lo componen.

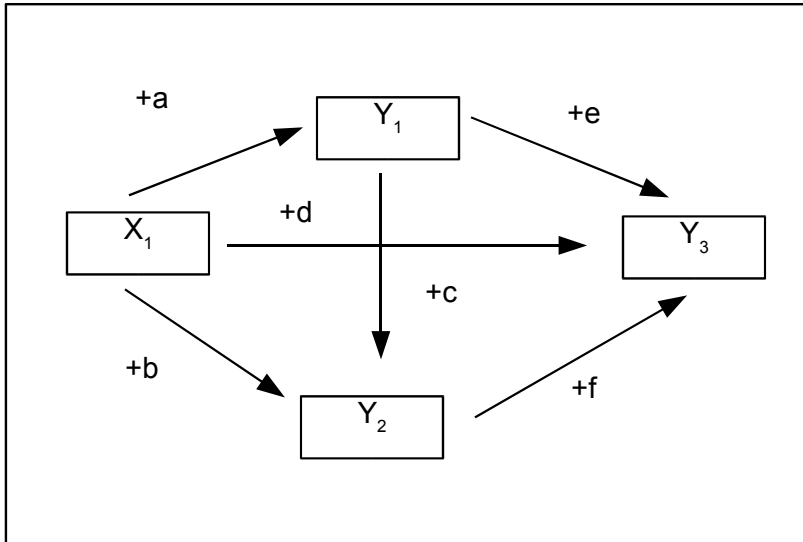
### 3.6. Sistemas supresores o de refuerzo

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 que medida los efectos entre 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 bivariable es extensible a los sistemas en su totalidad.

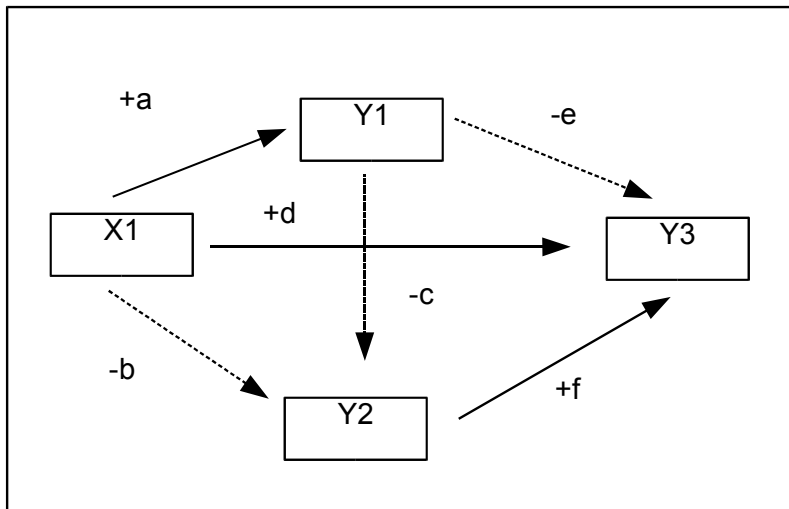
Se denominan sistemas inconsistentes aquellos donde algunos de los componentes en una relación tienen signos contrarios o también supresores, en la medida que los efectos que influyen en sentido contrario reduce el efecto total presente en esa relación.

1ª. Sistema inconsistente original

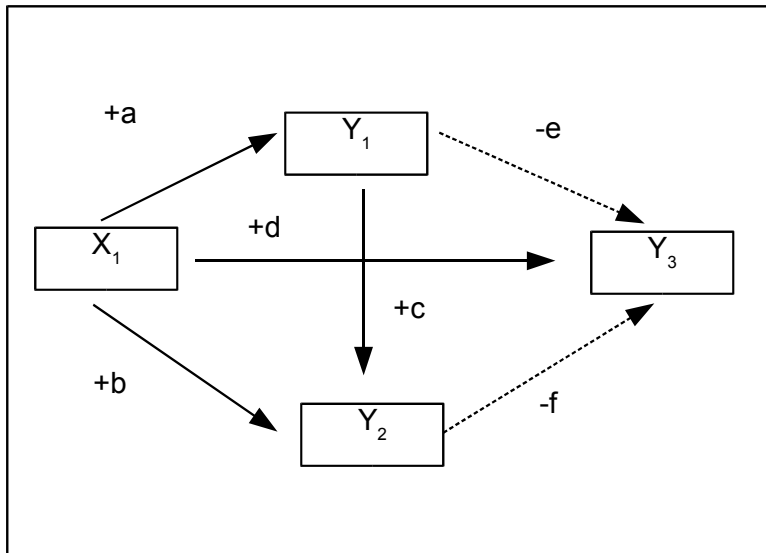


1b. Sistema consistente girando  $Y_2$ 

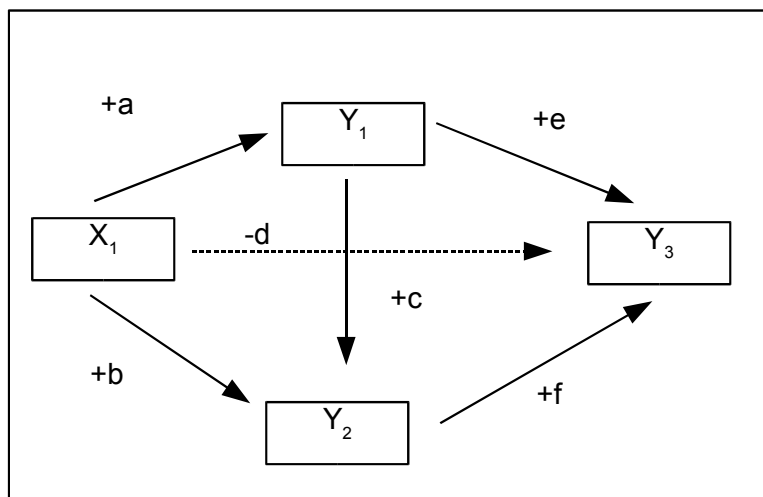
## 2ª. Sistema inconsistente original



2b. Sistema inconsistente girando  $Y_2$



2c. Sistema inconsistente girando  $Y_3$



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 todos 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 intervinientes 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 estructural 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 violente la explicación en dependencia de la polaridad de la variable. Ambos factores deben de ser tenidos en consideración.

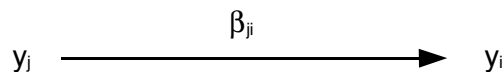
### 3.7. Notación de sistemas estructurales

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 alternativa de representar el mismo modelo es mediante un sistema de ecuaciones. Debemos adoptar una serie de convenciones para poder formular el modelo ecuacionalmente. No existe una notación universalmente aceptada, (evidentemente, no existe una notación natural) y la que empleamos no deja de ser una más de las existentes.

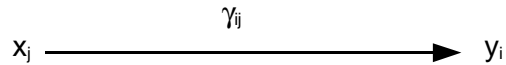
Las variables endógenas (dependientes) las notaremos mediante una  $Y$  con subíndice que expresa un número que la diferencia. Para el caso de las variables exógenas (independientes) emplearemos una  $X$  con subíndice.

Variable endógena  $y_i$   
Variable exógena  $x_i$

En lo que se refiere a las relaciones o efectos, aquel que se postula entre variables endógenas lo notaremos  $\beta$  con dos subíndices ( $ij$ ) donde se identifican las variables que intervienen en dicha relación. El subíndice ( $i$ ) para la variable que recibe el efecto (y por tanto que es explicada) y el subíndice ( $j$ ) para la variable que explica.



Para la relación de una variable exógena sobre una endógena emplearemos una  $\gamma$  con la misma intencionalidad en los subíndices.



Como ya se advirtió al hablar del contenido de los errores, estos serán notados  $\zeta$  con el subíndice de la variable correspondiente. Evidentemente, suponemos un error por cada ecuación. Ya nos es posible especificar un sistema de ecuaciones lineales, donde habitualmente los efectos son aditivos. El sistema tendrá tantas ecuaciones como variables endógenas contenga, dado que cada variable endógena posee alguna previa que explica su variabilidad. En ese sentido, recordemos que la variación y covariación entre variables endógenas están, de algún modo, determinadas por la variación y covariación entre variables exógenas, lo que nos lleva a reconocer que la varianza y covarianza de las variables exógenas son fundamentales en todo modelo.

Necesitamos, por lo tanto, una forma de notación para las varianzas de cada variable y las covarianzas entre ellas. La cuantía de la  $x_i$  (la variación de la variable exógena) se nota  $\Phi_{ii}$ . Cuando se trate de la covarianza entre dos variables exógenas  $x_i$  e  $x_j$  serán los subíndices los encargados de indicarlo.

$$\Phi_{ij}$$

La varianza de los errores  $\zeta_i$  se nota como

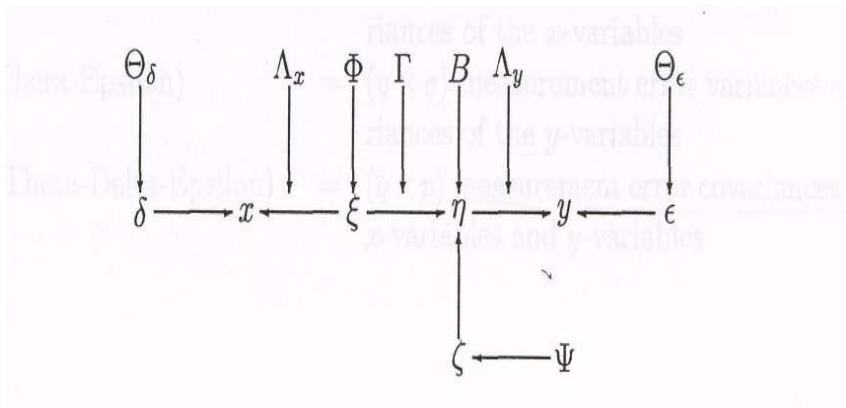
$$\Psi_{ii}$$

y nuevamente cuando nos refiramos a la covarianza entre dos errores  $\zeta_i$  e  $\zeta_j$

$$\Psi_{ij}$$

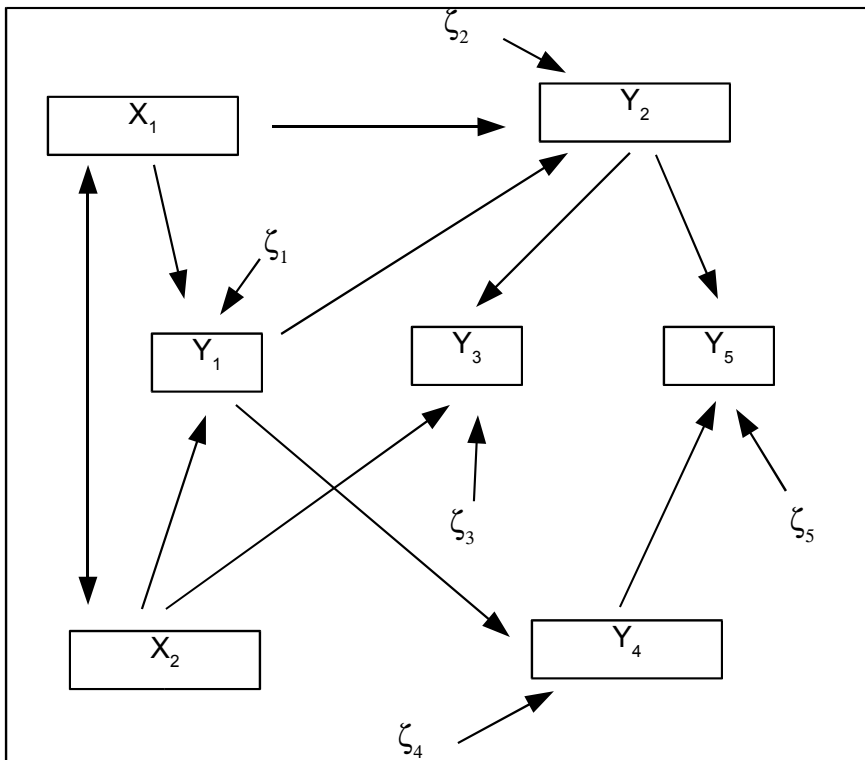
Una vez acordadas las convenciones de notación, podemos utilizarlas para construir ecuaciones.





### 3.8. Sistemas de ecuaciones

Antes de comenzar, debemos recordar que un modelo estructural no es simplemente un sistema de ecuaciones. Lo esencial es que dicho sistema represente el mecanismo estructural que ha producido los valores observados en las variables endógenas. En ese sentido, el diagrama estructural siguiente expresaría una secuencia explicativa.



Sobre la base del sistema de notación que se ha introducido, las relaciones entre variables endógenas se expresaran mediante una  $\beta$  con los subíndices correspondientes a las variables que esta relacionando. Recordemos que primero se posiciona el subíndice de la variable efecto (la que recibe el grafo) y seguidamente el subíndice correspondiente a la variable que se propone como causa de ella.

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= 0y_1 + 0y_2 + 0y_3 + 0y_4 + 0y_5 + \gamma_{11}x_1 + \gamma_{12}x_2 + a_1 + z_1 \\
 Y_2 &= \beta_{21}y_1 + 0y_2 + 0y_3 + 0y_4 + 0y_5 + \gamma_{21}x_1 + 0x_2 + a_2 + z_2 \\
 Y_3 &= \beta_{31}y_1 + \beta_{32}y_2 + 0y_3 + 0y_4 + 0y_5 + 0x_1 + \gamma_{32}x_2 + a_3 + z_3 \\
 Y_4 &= \beta_{41}y_1 + 0y_2 + 0y_3 + 0y_4 + 0y_5 + 0x_1 + 0x_2 + a_4 + z_4 \\
 Y_5 &= 0y_1 + \beta_{52}y_2 + \beta_{53}y_3 + \beta_{54}y_4 + 0y_5 + 0x_1 + 0x_2 + a_5 + z_5
 \end{aligned}$$

### 3.9. Presunciones

En el planteamiento de modelos estructurales son habitualmente necesarias un conjunto de presunciones que definan 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 transformadas, 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 si.

$$\mu\zeta_i = 0 \text{ para todo } i \quad (1)$$

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.

$$\text{Cov}(\zeta_i, x_j) = 0 \text{ para todo } i, j \quad (2)$$

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 si que puede ser cero, pero no su variación alrededor de la media.

$$\Psi_{ij} = 0 \text{ para todo } i \neq j \quad (3)$$

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.

$$\Phi_{ij} \neq 0 \text{ para todo } i, j \quad (4)$$

Estas cuatro presunciones vienen a plantear las condiciones de funcionamiento del modelo, orientando a su vez sobre los posibles problemas que este pueda mostrar 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 transformaciones. Como veremos la finalidad de estas transformaciones es conseguir una mayor facilidad de estimación de parámetros así como mejorar la comparabilidad entre los coeficientes. A su vez, dichas transformaciones dejaran su huella sobre las presunciones.

### 3.10. Transformaciones

La primera de las transformaciones produce efectos interesantes en el sistema de ecuaciones. En primer lugar suprime el coeficiente constante (a) de la ecuación. Debemos considerar que el coeficiente constante es un parámetro a estimar y sin embargo, con frecuencia, es un mero apoyo matemático para ajustar la solución. De hecho, al expresar el valor de la dependiente para determinadas combinaciones de valores de las que la explican, puede estar asociada a una situación sin significado. Eliminarla no supone ningún problema porque puede recuperarse en caso de que se necesite. Otro efecto interesante es que las medias de las variables se hacen igual a 0. ( $\mu y_i^d = 0$  y  $\mu x_i^d = 0$ ). No obstante, no produce ningún efecto sobre los coeficientes, que permanecen expresados al igual que en la ecuación original. Para transformar las variables calculamos su desviación a la media.

$$y_i^d = y_i - \mu y_i \text{ para todos los } i$$

$$x_i^d = x_i - \mu x_i \text{ para todos los } i$$

El impacto sobre la notación es una d como superíndice sobre las variables.

$$y_1^d = \gamma_{11}x_1^d + \gamma_{12}x_2^d + \zeta_1$$

$$y_2^d = \beta_{21}y_1^d + \gamma_{21}x_1^d + \zeta_2$$

$$y_3^d = \beta_{31}y_1^d + \beta_{32}y_2^d + \gamma_{32}x_2^d + \zeta_3$$

$$y_4^d = \beta_{41}y_1^d + \zeta_4$$

$$y_5^d = \beta_{52}y_2^d + \beta_{53}y_3^d + \beta_{54}y_4^d + \zeta_5$$

Y una modificación en la primera presunción donde se indica que la media de todas las variables en la ecuación es igual a 0

$$\mu y_i^d = \mu x_i^d = \mu \zeta_j = 0 \text{ para todo } i \quad (1)$$

$$\text{Cov}(\zeta_i, x_j^d) = 0 \text{ para todo } i \quad (2)$$

$$\Psi_{ij} = 0 \text{ para todo } i \neq j \quad (3)$$

$$\Phi_{ij} \neq 0 \text{ para todo } i, j \quad (4)$$

Otra transformación muy frecuente consiste en normalizar las variables mediante la división de éstas, expresadas en desviación a la media por la desviación típica de la variable.

$$Y_i^s = y_i^d / \sigma_{y_i}$$

$$X_i^s = x_i^d / \sigma_{x_i}$$

Es importante notar que la transformación mediante la división de las variables por la desviación típica afecta a los parámetros y a su interpretación. Así, para un coeficiente normalizado la interpretación de  $\beta_{ij}^s$  es que  $y_i^s$  cambiara  $\beta_{ij}^s$  desviaciones típicas cuando  $y_j^s$  cambie una desviación típica, con todas las demás variables permaneciendo sin cambios. Una interpretación equivalente para el caso de los coeficientes normalizados que expresan los efectos directos de las variables exógenas  $\gamma_{ij}^s$ . Así, una variable  $y_i^s$  cambiara  $\gamma_{ij}^s$  desviaciones típicas cuando  $x_j^s$

cambie una desviación típica, con todas las demás variables permaneciendo constantes.

El sistema de ecuaciones se expresa, con notación simplificada para las variables normalizadas introduciendo un superíndice  $s$  en todas las variables y parámetros así como un apóstrofe en el error.

$$\begin{aligned}
 y_1^s &= \gamma_{11}^s x_1^s + \gamma_{12}^s x_2^s + \zeta'_1 \\
 y_2^s &= \beta_{21}^s y_1^s + \gamma_{21}^s x_1^s + \zeta'_2 \\
 y_3^s &= \beta_{31}^s y_1^s + \beta_{32}^s y_2^s + \gamma_{32}^s x_2^s + \zeta'_3 \\
 y_4^s &= \beta_{41}^s y_1^s + \zeta'_4 \\
 y_5^s &= \beta_{52}^s y_2^s + \beta_{53}^s y_3^s + \beta_{54}^s y_4^s + \zeta'_5
 \end{aligned}$$

En lo referido a las presunciones, es necesario añadir una quinta. Esta presunción indica que la variabilidad de las variables en el modelo (normalizadas) es igual a 1.

$$\mu y_i^s = \mu x_i^s = \mu \zeta'_i = 0 \text{ para todo } i \quad (1)$$

$$\text{Cov}(\zeta'_i, x_j^s) = 0 \text{ para todo } i, j \quad (2)$$

$$\Psi'_{ij} = 0 \text{ para todo } i \neq j \quad (3)$$

$$\Phi^s_{ij} \neq 0 \text{ para todo } i, j \quad (4)$$

$$\sigma_{x_i}^s = \sigma_{y_i}^s = 1 \text{ para todo } i \quad (5)$$

Consideremos las ventajas y desventajas de las diferentes formas de expresar los coeficientes, normalizados o no. Una de las ventajas de emplear coeficientes no normalizados es que en el caso de aplicar el modelo a diferentes poblaciones, estos tenderán a ser los mismos, aún cuando la variabilidad interna de las variables no lo sea. Los coeficientes normalizados pueden cambiar más fácilmente (menos robustos al cambio) cuando se trata con poblaciones diferentes. Esto es debido a que los coeficientes normalizados son función de la desviación típica. Si varía la distribución típica de una variable al comparar poblaciones distintas, provocará cambios en los coeficientes inducidos por dichas diferencias en la variabilidad. En ese sentido, cabe recomendar el uso de los coeficientes sin normalizar para ajustar modelos sobre diferentes poblaciones.

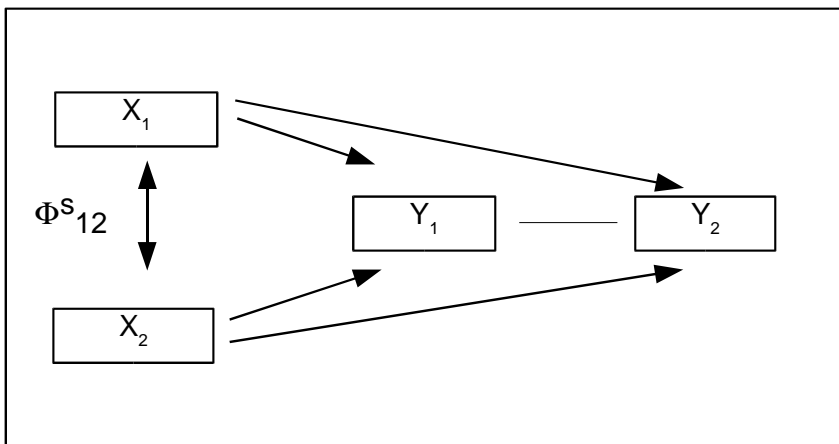
Por otra parte, si en el modelo se mezclan diferentes tipos de variables con rangos muy dispares y distintas escalas (tanto en el mismo modelo o para comparar entre modelos que provienen de diferentes investigaciones) será conveniente el empleo de coeficientes normalizados, dado que ello facilita la comparación entre modelos.

### 3.11. Parámetros teóricos y estimados empíricos

Se han definido los sistemas de notación de los modelos, así como los parámetros que los constituyen. Sin embargo, sobre la base de los datos solo nos es posible obtener coeficientes de covarianza o de correlación, varianzas, etc. y desde ellos debemos definir los diferentes parámetros y efectos. Para ello se definen dos reglas de descomposición que nos vinculan teóricamente dichos coeficientes y los parámetros del modelo.

Observemos el siguiente ejemplo. El modelo estructural tiene asociada un diagrama estructural, la matriz de correlaciones, un sistema de ecuaciones y sus presunciones estandarizadas.

***diagrama estructural***



### matriz de correlaciones

$x_1$	$\rho_{x_1x_1}$			
$x_2$	$\rho_{x_2x_1}$	$\rho_{x_2x_2}$		
$y_1$	$\rho_{y_1x_1}$	$\rho_{y_1x_2}$	$\rho_{y_1y_1}$	
$y_2$	$\rho_{y_2x_1}$	$\rho_{y_2x_2}$	$\rho_{y_2y_1}$	$\rho_{y_2y_2}$
	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$

### sistema de ecuaciones

$$y^s_1 = \gamma^s_{11} x^s_1 + \gamma^s_{12} x^s_2 + \zeta_1$$

$$y^s_2 = \beta^s_{21} y^s_1 + \gamma^s_{21} x^s_2 + \gamma^s_{22} x^s_2 + \zeta_2$$

### presunciones estandarizadas

$$\mu y^s_i = \mu x^s_i = \mu_{\zeta_i} = 0 \text{ para todo } i \quad (1)$$

$$\text{Cov}(\zeta_i, x^s_j) = 0 \text{ para todo } i, j \quad (2)$$

$$\Psi'_{ij} = 0 \text{ para todo } i \neq j \quad (3)$$

$$\Phi^s_{ij} \neq 0 \text{ para todo } i, j \quad (4)$$

$$\sigma_{x_i}^s = \sigma_{y_i}^s = 1 \text{ para todo } i \quad (5)$$

## 3.12. Primera regla de descomposición

Es denominada así, dado que descompone la correlación observada entre variables en cuatro componentes de variación. Definición: el coeficiente de correlación entre dos variables es igual a la suma de los efectos directos, los efectos indirectos, las relaciones espurias y los efectos conjuntos.

La diagonal de la matriz de correlaciones no se ve afectada por esta primera regla. La correlación observada entre las variables exógenas es igual al parámetro que expresa su covariación.

$$\rho_{x_1x_2}^s = \phi^s_{12}$$

Correlación entre  $x_1^s$  e  $y_1^s$  ( $\rho y_1^s x_1^s$ ) es igual a un efecto directo ( $\gamma_{11}^s$ ) más un efecto conjunto entre  $x_1^s$  e  $x_2^s$  ( $\gamma_{12}^s \phi_{21}^s$ ) luego

$$\rho y_1^s x_1^s = \gamma_{11}^s + \gamma_{12}^s \phi_{21}^s$$

El último es un efecto conjunto dado que no sabemos si es un efecto indirecto a través de  $x_2^s$  o espurio debido a  $x_2^s$

$$\rho y_1^s x_2^s = \gamma_{12}^s + \gamma_{11}^s \phi_{21}^s$$

$$\rho y_2^s x_1^s = \gamma_{21}^s + \beta_{21}^s \gamma_{11}^s + \gamma_{22}^s \phi_{21}^s + \beta_{21}^s \gamma_{12}^s \phi_{21}^s$$

$$\rho y_2^s x_2^s = \gamma_{22}^s + \beta_{21}^s \gamma_{12}^s + \gamma_{21}^s \phi_{21}^s + \beta_{21}^s \gamma_{11}^s \phi_{21}^s$$

$$\rho y_2^s y_1^s = \beta_{21}^s + \gamma_{21}^s \gamma_{11}^s + \gamma_{22}^s \gamma_{12}^s + \gamma_{22}^s \phi_{21}^s \gamma_{11}^s + \gamma_{21}^s \phi_{21}^s \gamma_{12}^s$$

### 3.13. Segunda regla de descomposición

La segunda regla de descomposición responde de la variabilidad apreciada en la diagonal de la matriz de correlación. Definición: la varianza total de una variable endógena es igual a la cantidad de varianza explicada, más una cantidad de varianza no explicada. En definitiva lo que se viene a afirmar es que la varianza de la variable endógena estandarizada es igual a la varianza explicada por las variables estructurales y a la varianza no explicada por estas. Dado que las variables están estandarizadas su varianza es igual a 1. Debemos recordar que la varianza de las variables predeterminadas no se explica desde otras variables contenidas en el modelo, Por lo tanto, la varianza observada en las variables predeterminadas es igual a la varianza del modelo. Así,

$$\rho x_1^s x_1^s = \phi_{11}^s$$

$$\rho x_2^s x_2^s = \phi_{22}^s$$

Por otra parte tenemos la varianza de las variables endógenas. La proporción de varianza explicada mediante un grupo de variables se denota

$$R^2_{y_1 \cdot x_1, x_2}$$



siendo  $R^2$  el coeficiente de determinación, la primera variable aquella endógena que se desea explicar y separada de las demás por un punto.

$$\begin{aligned} \rho_{y_1 y_1} = 1 &= R^2_{y_1.x_1,x_2} + \psi'_{11} \\ \rho_{y_2 y_2} = 1 &= R^2_{y_2.y_1,x_1,x_2} + \psi'_{22} \end{aligned}$$

El coeficiente de determinación es una función de los parámetros del modelo estructural y no un nuevo parámetro del modelo. Se puede demostrar que "para cualquier variable endógena, la proporción de varianza explicada puede obtenerse sumando los productos de los efectos directos y los coeficientes de correlación entre la variable endógena y cada una de las variables causales que les afecta directamente".

$$\begin{aligned} R^2_{y_1.x_1,x_2} &= \gamma^s_{11} \rho_{y_1 x_1} + \gamma^s_{12} \rho_{y_1 x_2} \\ R^2_{y_2.y_1,x_1,x_2} &= \beta^s_{21} \rho_{y_2 y_1} + \gamma^s_{21} \rho_{y_2 x_1} + \gamma^s_{22} \rho_{y_2 x_2} \end{aligned}$$

La proporción de varianza no explicada es igual a la varianza del error estandarizado  $\psi'_{ii}$

### 3.14. Los modelos recursivos y no recursivos

Las diferentes tipologías de sistemas estructurales se establecen sobre la base de diferentes criterios que dan pie a conjuntos específicos de terminologías. No obstante tal y como advirtiera Bentler (1994), todas las tipologías se apoyan sobre la noción básica de un conjunto de ecuaciones estructurales lineales. Las variantes simplemente expresan las diferentes formas que este conjunto de ecuaciones adquiere en función a la finalidad de su utilización. Así, se diferenciarán entre sistemas recursivos o no recursivos en función a la direccionalidad del sistema según este totalmente ordenado o no. Uno de los aspectos principales de esta diferencia es el problema de la identificación. Es decir, de la complejidad que puede suponer la resolución matemática del sistema.

El análisis estructural, puede emplearse combinando variables latentes, (del mismo modo que el análisis factorial), junto con otras variables dentro del modelo explicativo; así mismo, puede referirse a datos en un solo momento del tiempo o en varios (como en el análisis de panel) o en simulaciones mediante ecuaciones simultaneas, etc. En cualquiera de éstas formas de utilización, el elemento básico es la idea de estructura.

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 estructurales en los que todos los efectos estructurales 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:

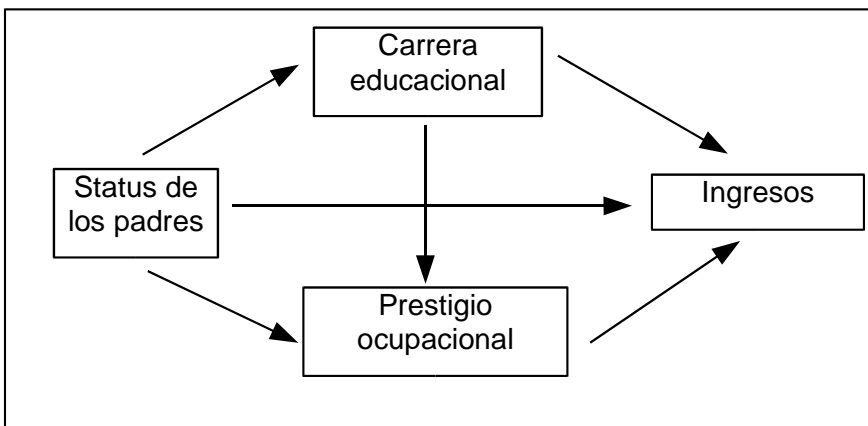
- 1) jerárquico, donde todas las variables en el modelo pueden ser ordenadas y etiquetadas en una secuencia  $y_1, y_2, y_3, y_4, \dots, y_n$  de tal modo que para todo  $y_i$  e  $y_j$ , donde  $i < j$ ,  $y_j$  no se presenta como causa de  $y_i$ . Por lo tanto  $\beta_{ij}$  será igual a cero. Según esto, la primera variable endógena solo podrá ser influida por una variable exógena. La segunda endógena solo 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.
- 2) 2) los errores deben de estar incorrelacionados entre si y con las variables exógenas. Esta característica permite el estimar los coeficientes mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios de forma insesgada y consistente.<sup>40</sup> En ese sentido, los modelos estructurales recursivos son fáciles de estimar. No obstante, en muchas ocasiones ámbas 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 este perfectamente convencido de que las relaciones son estrictamente unidireccionales (jerárquicas) y que los factores (o variables no incluidas en el análisis) que están contribuyendo al error de cada ecuación son distintos para cada ecuación (no hay

<sup>40</sup> El termino 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.

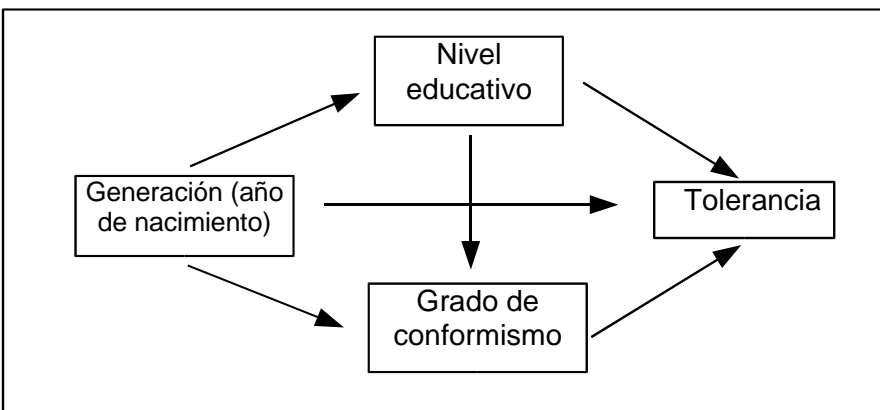
factores que influyan en común sobre ambas ecuaciones) no debe optarse por un modelo recursivo. El problema no debe ser de comodidad sino de acierto en la descripción completa y realista de un fenómeno social. Consideremos que si las presunciones no son ciertas (jerarquía e independencia de los errores) los estimados de los coeficientes (mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, OLS) serán inconsistentes y sesgados, con lo cual no solo no habremos esclarecido nada, sino que lo habremos oscurecido.

### Modelos recursivos

a) estatus socioeconómico



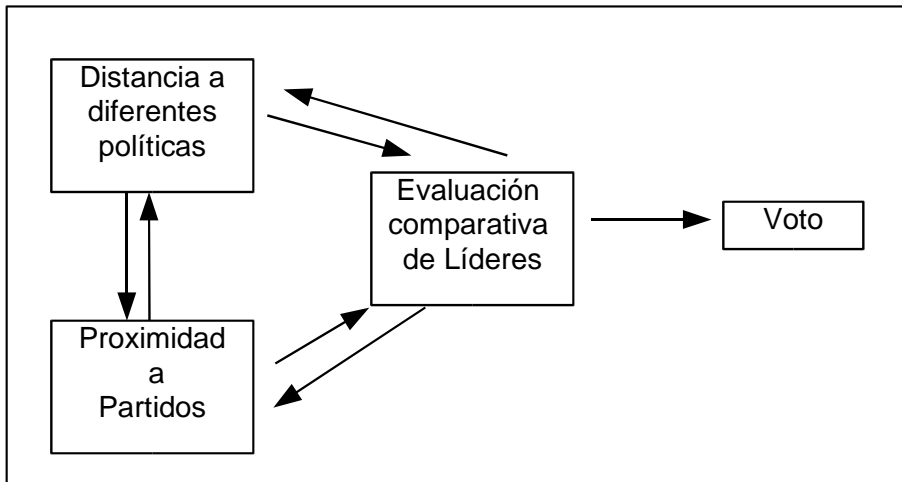
b) Tolerancia a lo distinto



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 estructurales 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 entre 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. Veamos los ejemplos siguientes, reflejados mediante diagramas basados en grafos orientados.

## Modelos no recursivos

### a) Comportamiento electoral (Page y Jones)



Podemos apreciar que mientras en los modelos recursivos la explicación 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 estructurales 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.

### 3.15. 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. 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 estructural 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 a estimar. Se trata en definitiva de poseer más hipótesis que información para testarlas. En resumen, la identificación del sistema no es un concepto que este 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 esta directamente relacionada con la especificación del sistema, es decir, con las relaciones que planteamos que existen a efectos de explicar un fenómeno social.

Podemos efectuar un planteamiento intuitivo desde el álgebra mediante el examen de un sistema de ecuaciones. Básicamente, la cuestión de la identificación se refiere a tener la suficiente información para obtener un conjunto de soluciones a un conjunto de incógnitas. Así, por ejemplo:

a) **Identificación exacta.** El siguiente sistema de ecuaciones

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 7 \\ x - 4y &= -2 \end{aligned}$$

Constituye un sistema exactamente identificado, dado que hay tantas ecuaciones linealmente independientes entre si, como incógnitas. Así, obtenemos una solución única donde

$$x = 2 \text{ e } y = 1$$

b) **Subidentificación**

La subidentificación aparece cuando poseemos más incógnitas que ecuaciones linealmente independientes entre si. Por ejemplo, el sistema de ecuaciones

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 7 \\ 4x + 6y &= 14 \end{aligned}$$

esta subidentificado, dado que aún cuando hay dos ecuaciones con dos incógnitas, la segunda es simplemente la primera multiplicada por dos (son linealmente dependientes). Es decir, al ser la segunda ecuación

simplemente la primera multiplicada por dos, no aporta ninguna información nueva que ayude a resolver de un modo único las incógnitas  $x$  e  $y$ . De hecho, solo tendremos una ecuación con dos incógnitas, lo que lleva a un conjunto infinito de soluciones. Por ejemplo, las siguientes pueden ser soluciones al sistema anterior.

$$\begin{array}{ll} X = 2 & y = 1 \\ x = 3,5 & y = 0 \\ x = 5 & y = -1 \end{array}$$

Como nuestra intención es obtener unos estimados con significado teórico para ese conjunto de incógnitas, la existencia de infinitas soluciones es una situación indeseable.

### c) Sobreidentificación

Una situación semejante puede aparecer cuando poseemos un número mayor de ecuaciones que de incógnitas. Por ejemplo, el sistema de ecuaciones linealmente independiente que mostramos a continuación posee dos incógnitas y tres ecuaciones.

$$\begin{array}{ll} 2x - y = 7 & (1) \\ x + 3y = 0 & (2) \\ 3x - 2y = 2 & (3) \end{array}$$

Si se emplearan las ecuaciones (1) y (2) para resolver el sistema, obtendremos una solución única para ese sistema de dos ecuaciones

$$x = 3 \text{ e } y = -1$$

Las ecuaciones (1) y (3) dan como resultado

$$x = 12 \text{ e } y = 17$$

Las ecuaciones (2) y (3) ofrecen como resultado las soluciones

$$x = 6/11 \text{ e } y = -2/11$$

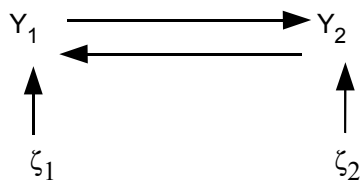
El término identificación y cada uno de los estados posibles (sub, exacta y sobre) se refieren tanto a las ecuaciones estructurales por separado como al conjunto del sistema de ecuaciones. Así, diremos que un modelo estructural, está identificado si todas y cada una de las

ecuaciones que lo componen están identificadas. Por el contrario diremos que un sistema no está identificado, cuando alguna de sus ecuaciones este subidentificada. Como podemos apreciar, la solución del sistema depende de la relación entre información e incógnitas. En el caso de la subidentificación, no tendremos solución posible (cualquier solución será indeterminada), en el caso de identificación exacta tendremos la posibilidad de estimar los parámetros mediante una solución única. Sin embargo, la situación más interesante se produce en caso de la sobre identificación. En este caso, como podremos apreciar, se presenta la posibilidad de testar la bondad del ajuste del modelo.

Seguidamente vamos a considerar en primer lugar algunos criterios para identificar el estado del sistema de ecuaciones, para después plantear las posibles alternativas de los modelos no identificados. Evidentemente, en la medida que el problema de la identificación es un problema de especificación, solo una reelaboración de la explicación (es decir del modelo y de la teoría) puede ofrecer soluciones.

### 3.16. La determinación del estado

El problema de la identificación tiene consecuencias diferentes según se trate de sistemas recursivos o no recursivos. Como veremos, en el caso de los sistemas recursivos existe la posibilidad de establecer restricciones que permitirán siempre identificar (y solucionar) el sistema. No es éste el caso de los sistemas no recursivos donde en determinadas situaciones su identificación requerirá necesariamente la modificación del modelo (introduciendo nuevas variables o restricciones de coeficientes o covarianzas). Podemos preguntarnos que es lo que hace a los modelos no recursivos especiales en términos de identificación. En principio, de forma intuitiva podríamos pensar que contando con suficiente datos el sistema debería tener solución. Sin embargo consideremos el ejemplo siguiente:



$$Y_1 = \beta_{12}Y_2 + \zeta_1$$

$$Y_2 = \beta_{21}Y_1 + \zeta_2$$



Este modelo no está identificado; pero esto es evidente, en la medida que es imposible determinar en que sentido se desplaza la causalidad (cuando solo tenemos datos referidos a un solo punto en el tiempo). Así, solamente con el dato de la covariación entre ambas variables no existe ninguna forma matemática de distribuir cuanta covarianza corresponde al efecto de  $y_1$  sobre  $y_2$  y cuanta corresponde al efecto inverso, de  $y_2$  sobre  $y_1$ . Esto puede pasar perfectamente en un modelo no recursivo más complejo. Además, en relación con los modelos recursivos, en un modelo no recursivo existen en general más parámetros a estimar incluso poseyendo el mismo número de variables. Otro aspecto que influye en el problema de la identificación de modelos no recursivos es el hecho de no postular que los errores son independientes entre sí. Por lo tanto, los criterios de identificación que introduciremos seguidamente son especialmente pertinentes en el caso de los modelos no recursivos.

Vamos a considerar tres criterios de evaluación del estado del modelo. El primero de ellos va a considerar el sistema en conjunto y por lo tanto aportará un diagnóstico global. En estas condiciones se tiene poca información para intervenir sobre el modelo, si bien es un procedimiento rápido de diagnóstico. Una mayor utilidad a efectos de intervenir en el caso de no identificación del sistema son los procedimientos que evalúan el estado de cada una de las ecuaciones del sistema. De este modo, identificando las ecuaciones problemáticas es posible intervenir sobre las relaciones de forma que se posibilite la identificación del sistema. En los modelos no recursivos se emplearán otros dos medios para evaluar las posibles restricciones de coeficientes, las condiciones de rango y las condiciones de orden. Como se ha dicho, estos procedimientos operan evaluando cuál es la situación de cada ecuación; esto viene dado porque en un modelo podrían existir ecuaciones subidentificadas, junto a otras identificadas exactamente y otras sobreidentificadas. El poder detectar cuál es la situación de cada ecuación dentro del sistema ayuda claramente en el procedimiento de identificación global del sistema de ecuaciones. El procedimiento que evalúa directamente el sistema de ecuaciones en conjunto no ofrece una orientación con respecto al modo como corregir el sistema de modo que, como mínimo, se determine un conjunto finito de soluciones para las incógnitas (parámetros) a estimar. Por último recordar que la identificación, en la medida que depende de la especificación, se ve afectada por las presunciones sobre el error. Aquí consideraremos, tal como se advirtió inicialmente, que las medias de los errores y las variables es cero (desviaciones o normalización) y que los errores son independientes de las variables exógenas (es decir, no covarian). En los sistemas donde se planteen otras presunciones la identificación por los siguientes procedimientos puede verse afectada. Los dos primeros

procedimientos son condiciones<sup>41</sup> necesarias pero no suficiente. El ultimo procedimiento es condición suficiente.

### 3.17. Identificación del sistema

Como sabemos, el problema que queremos solucionar es si los parámetros estructurales de un modelo pueden ser determinados de forma única sobre la base de la información que se disponga de varianzas y covarianzas entre las variables observadas. Una regla general en álgebra es que una condición necesaria para resolver las incógnitas en un sistema de ecuaciones es que el numero de incógnitas debe ser igual o inferior que el numero de ecuaciones (linealmente independientes entre si, claro esta). Las incógnitas, en este caso, son los parámetros estructurales. Es posible determinar el numero de ecuaciones (en términos de descomposición de efectos, es decir las varianzas y las covarianzas por un lado y por el otro los parámetros). Las ecuaciones, insistimos, se refieren a las correspondientes a la relación entre parámetros y varianzas y covarianzas. En ese sentido, es fácil apreciar que tendremos tantas ecuaciones como varianzas y covarianzas. Así, si en un modelo tenemos 4 variables (tanto exógenas como endógenas) el numero de ecuaciones será igual a  $\frac{1}{2} n(n+1)$ , siendo n el numero de variables,  $\frac{1}{2} 4(4+1) = 10$  ecuaciones. La diferencia entre el numero de ecuaciones y el número de parámetros estructurales a estimar se denomina grados de libertad y se notan como **df**. Una vez definidos estos términos, el criterio para identificar el sistema puede formularse como sigue:

Una condición necesaria para la identificación de un modelo de ecuaciones estructurales es que los grados de libertad deben ser iguales o mayores que cero, es decir  $df \geq 0$ . Los grados de libertad resultan de comparar la información de que se dispone (varianzas y covarianzas) con los parámetros del modelo que deben estimarse.

La forma de contabilizar el numero de ecuaciones (varianzas y covarianzas) es directo, contabilizando las variables exógenas y endógenas del modelo, dividiendo por dos y multiplicando por el numero de variables mas uno

$$\frac{1}{2} n(n+1).$$

---

<sup>41</sup> Necesaria pero no suficiente. Quiere decir que si no se cumple esa condición la ecuación no puede ser identificada. Si la condición se cumple, la ecuación puede o no puede ser identificada, pero existe la posibilidad.

Sin embargo, el número de incógnitas puede ocasionar dudas, dado que depende de la especificación del modelo. En principio, dado que consideramos las variables expresadas en desviación a la media o normalizadas, la constante  $\alpha$  desaparece de la ecuación eliminando una incógnita a estimar. Sin embargo permanecen como incógnitas los parámetros  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\psi$ ,  $\phi$ . El número de parámetros  $\beta$ ,  $\gamma$  pueden determinarse directamente de las ecuaciones o de los diagramas. El número de parámetros (correspondientes a las varianzas y covarianzas de las variables exógenas)  $\phi$  es igual a  $\frac{1}{2} q(q+1)$ , siendo  $q$  el número de variables exógenas ( $x$ ). El número de parámetros  $\psi$  es como mínimo  $p$ , siendo  $p$  el número de varianzas de los errores. El total que resulta de sumar los parámetros anteriores expresa el número de incógnitas a resolver. Es decir, que trabajando con variables expresadas en desviación sobre la media se trata de contar los parámetros  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\psi$ ,  $\phi$ .

### 3.18. Condiciones de orden

Técnicamente, la condición de orden es una condición necesaria, pero no suficiente, para la identificación de una ecuación. Sin embargo, en muchas de las situaciones que se producen en la práctica al analizar datos, esta condición funciona como necesaria y suficiente. La condición de orden afirma que si tenemos un modelo consistente en  $K$  ecuaciones lineales, para que cualquier ecuación en el modelo este identificada debe de excluir como mínimo un número de variables igual (o mayor) a  $K-1$ , de entre todas las variables que aparecen en el modelo.

Por ejemplo, en el caso que un sistema posee 12 ecuaciones y 15 variables, para que una ecuación cualquiera este identificada debe de excluir 11 variables ( $12-1$ ) de entre todas las que aparecen en el modelo. Es decir, las ecuaciones identificadas deben de excluir 11 variables (sus coeficientes = 0) y retener 4 variables (con coeficientes  $\neq 0$ ).

### 3.19. Condiciones de rango

La condición de rango afirma (Christ,1966) que una ecuación en un modelo de  $K$  ecuaciones lineales esta identificada si existe un determinante de cualquier submatriz de coeficientes  $K-1$  dentro de la matriz que resta después de omitir todas las columnas donde la ecuación a identificar posea coeficientes distintos de 0 y omitiendo la ecuación a identificar. El proceso se repetirá hasta identificar cada ecuación.

- Si no existiese ninguna submatriz de rango  $K-1$  con determinante  $\neq 0$  la ecuación esta subidentificada.
- Si existe solo una submatriz de rango  $k-1$  con determinante  $\neq 0$  la ecuación está determinada exactamente.
- Si existe más de una submatriz de rango  $k-1$  con determinante  $\neq 0$  la ecuación está sobreidentificada.

La condición de rango es una condición necesaria y suficiente para identificar una ecuación.

Una vez considerados diferentes procedimientos para comprobar el estado del sistema de ecuaciones, podemos ofrecer algunas conclusiones generales que servirán para diagnosticar en que estado se encuentran en la práctica los modelos.

(1) Los modelos de una sola ecuación estructural donde el error no covaria (son independientes) con las variables exógenas están siempre identificados. Son conocidos como modelos de regresión. ( $\sigma_{\zeta_{ixj}} = 0$ )

(2) Los modelos de ecuaciones sin efectos estructurales recíprocos y con las presunciones  $\sigma_{\zeta_{ixj}} = 0$  para todo  $i, j$  y que  $\sigma_{\zeta_{ij}} = 0$  para todos los  $i \neq j$ , siempre están identificados. Son denominados modelos recursivos.

(3) Los modelos donde existen efectos de  $x_i$  sobre  $y_j$ , existiendo covariación entre las variables exógenas y el error no, están identificados.  $\sigma_{\zeta_{ixj}} \neq 0$ .

(4) Los modelos estructurales con efectos estructurales recíprocos (modelos no recursivos) no estarán identificados en el caso particular en que un conjunto de variables endógenas se vean afectadas todas ellas entre si.

Esencialmente, las conclusiones que pueden extraerse de las observaciones anteriores es que todos los modelos recursivos de ecuaciones estructurales, (1) y (2), están identificados siempre que las variables importantes se encuentren presentes en el modelo. Es decir, que la especificación sea la correcta. Es fundamental que todas las variables importantes estén en el modelo como garantía de que las presunciones se podrán cumplir; es decir, no covariaran las variables exógenas con el error y los errores estarán incorrelacionados entre si.

La conclusión tercera expresa la importancia de la presunción acerca de que las variables exógenas no deben covariar con el error. Como sabemos, la covariación entre las variables exógenas y el error indicara la existencia de causas comunes omitidas. Cuando exógena y error covarian puede ignorarse tal covariación, pero la consecuencia será que los parámetros y estimados serán erróneos. La otra opción es introducir la covariación entre exógena y error en el modelo, entre las presunciones, pero entonces es probable que el modelo se convierta en subidentificado. En definitiva, todo apunta al hecho de que la incorporación de causas comunes es realmente vital para la consistencia explicativa y matemática del modelo. Por último, la cuarta conclusión indica en que condiciones un modelo no recursivo no puede ser identificado.

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 restaran 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.

### **3.20. 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. 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, sí 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  $\frac{1}{2} 3(3+1)$ , 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. Un procedimiento para solucionar el sistema 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, obtenemos 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 causas 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 causas 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 practicable 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) solo 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, aún 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 facilitara la identificación o no.<sup>42</sup>

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 correlacionadas con el error de las variables endógenas. Además, deben de estar fuertemente asociadas con aquellas variables a las que están afectando teóricamente (Fisher, 1971). La búsqueda de variables exógenas (predeterminadas) con dichas características no siempre es fácil. Las 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 spongan 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 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

---

<sup>42</sup> Muy 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.

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 esta) determine las características finales de esta explicación. Evidentemente, las transformaciones 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 el método de análisis de la realidad ha permitido o ha obligado a producir.

Este es un fenómeno que supone un riesgo evidente, en la medida que la dinámica de modelado conduce fuera de la explicación a un terreno donde las reglas de juego las imponen las matemáticas. No debería actuar se con timidez o complacencia. 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).

Cuando las ecuaciones estructurales presentan una identificación exacta o sobreidentificación no existe problema en términos de la especificación del modelo, de modo que la explicación que se propone no se vera modificado, por las condiciones matemáticas el sistema (relación incógnitas / información). En ambas condiciones del sistema, la sobre identificación ofrece posibilidades importantes. Un riesgo evidente de un sistema exactamente identificado es que alguno de los efectos propuestos sea cero, con lo que la identificación se ve amenazada. Por el contrario, en los modelos sobre identificados este riesgo no se da. Por otra parte,



para la solución del sistema se requiere igual número de ecuaciones (información) que de incógnitas (coeficientes), ello hace que la información (ecuaciones) extras no utilizadas puedan emplearse para testar el modelo.



## 4. ANEXO

### Matrices: conceptos fundamentales.

- *Matriz*: es un grupo de números presentado en una distribución rectangular.
- *Columnas*: son las líneas verticales de elementos que forman la matriz.
- *Filas*: son las líneas horizontales de elementos que forman la matriz.
- *Elementos*: son los números que forman la matriz. Los elementos de la matriz se identifican mediante dos subíndices, donde el primero indica la fila y el segundo la columna. Ej:

$$A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

- *Orden de una matriz*: si llamamos "m" a las filas y "n" a las columnas, entonces decimos que una matriz tiene orden  $m \times n$ , donde se indica de una forma convencional en primer lugar el número de filas y segundo el número de columnas.
- *Vector*: es una matriz que tiene una sola fila o una sola columna. La diferencia de representación con la matriz es que el vector se representa con letra minúscula y la matriz con mayúscula. Para distinguir a los vectores fila de los vectores columna se pondrá una prima junto a la letra minúscula del vector fila. Ej:

$$a = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 6 \\ 5 \end{bmatrix} \quad a' = [3 \ 2 \ 7 \ 2]$$

### a. Tipos de matrices.

- *Matrices cuadradas*: son matrices que tienen el mismo número de filas que de columnas. Se puede distinguir dentro de las matrices cuadradas:

- La matriz cuadrada simétrica: matriz en la que cada elemento  $a_{ij} = a_{ji}$ . Ej:

La diagonal principal está formada por los números 3, 2, 1, 4.

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 6 & 2 \\ 5 & 2 & 4 & 2 \\ 6 & 4 & 1 & 6 \\ 2 & 2 & 6 & 4 \end{bmatrix}$$

- *Matriz diagonal*: es una matriz en la que todos los elementos son ceros, excepto los de la diagonal principal:

$$B = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

- *Matriz identidad o unidad*: es una matriz diagonal en la que todos los elementos que forman la diagonal principal son 1.

- *Matriz transpuesta*: es una matriz en la que se intercambian las filas por las columnas, la matriz que resulta de esta operación se representa con una letra mayúscula con prima, ej:

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 2 & 7 \\ 1 & 2 & 3 \\ 5 & 7 & 8 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad A' = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 5 & 1 \\ 2 & 2 & 7 & 2 \\ 7 & 3 & 8 & 1 \end{bmatrix}$$

- *Matriz nula*: matriz donde todos los elementos son cero.

## **b. Operaciones con matrices.**

### *Suma y resta de matrices.*

Una condición indispensable para que dos matrices puedan sumarse o restarse es que ambas deben ser del mismo orden.

La suma de dos matrices consiste en la suma de sus elementos tomando cada elemento de la primera matriz y el correspondiente de la segunda matriz.

La resta sigue el mismo procedimiento que la suma, a cada elemento de la primera matriz se le resta el elemento correspondiente de la segunda.

Si se restan dos matrices iguales, es decir con los mismos elementos nos dará como resultado una matriz nula equivalente al 0 en álgebra escalar.

### *Multiplicación de matrices.*

Es importante especificar previamente a la realización de la multiplicación el orden de las matrices que van a ser operacionalizadas.

Para que dos matrices puedan ser multiplicadas debe ser igual el número de columnas de la primera matriz que el de filas de la segunda matriz, se dice de estas matrices que son **conformables**.

La forma de procedimiento es de "fila por columna": es decir, elemento de la primera fila de la primera matriz se multiplica por el elemento primero de la primera columna de la segunda matriz, después se multiplica el segundo elemento de la primera fila por el segundo elemento de la primera columna y se anota el resultado, después nuevamente se realiza el producto de la primera fila pero ahora por la segunda columna, y así sucesivamente.

Ejemplo:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 & 4 & 5 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1 \times 3) + (2 \times 4) & (1 \times 4) + (2 \times 5) & (1 \times 5) + (2 \times 6) \\ (2 \times 3) + (3 \times 4) & (2 \times 4) + (3 \times 5) & (2 \times 5) + (3 \times 6) \\ (3 \times 3) + (4 \times 4) & (3 \times 4) + (4 \times 5) & (3 \times 5) + (4 \times 6) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 & 4 & 5 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11 & 14 & 17 \\ 18 & 23 & 28 \\ 25 & 32 & 39 \end{bmatrix}$$

## 5. 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
- Alaminos, A. *Mode effects*, RC33, Mannheim, 1998
- Alaminos, A. *Ideological topologies in Germany, 1989 to 1998*. ZUMA, 1999
- Alaminos, A. *The structures of don't know*. LSDA. Colonia, 1999
- Alaminos, A. *Testing political ideology configural invariance in Europe*. RC33 Amsterdam. 2004
- Alaminos, A.; Francés, F.; Santacreu, O. *Socialización, Ideología y Participación: Casos prácticos de análisis estructural de covarianzas*, Alicante, OBETS, 2004
- Alaminos; Penalva; Santacreu; Martínez. *Mapa social de Alcoy*, 2004
- 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 persistence 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.
- 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
- Amopoulos, 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, (1<sup>st</sup> 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 desing*, 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. *Mathematiques 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.

- Beauchamp, 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 directship 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.
- Bohnstedt, 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.
- Boisevain, 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
- Bornschieer, 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, *Metodologia 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 causalite*. 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 sociologo*, 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* n° 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.
- Braitwaitz, 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: Phyca-Verlag, 1979.
- Bråten, S., "Model Monopoly and Communication: Systems Theoretical Notes on Democratization". *Acta Sociologica* 16(2), (1973) 98-107.



- Bråten, S., "Systems Research and Social Sciences". In: Klir, *Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends*. New York, Plenum, 1978, 655-685.
- Bråten, 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.
- Bråten, 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.
- Broekstra, 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 Vierteljahresschrift 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 Altnestadt". *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, Martinez-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, Wadworth y Durbury, 1983
- Chanman, W. ; Buskoff, A., *Sociology and history, theory and research*, New York, Free Press, 1964
- Chapin, F.S., *Experimental desing 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: Lenguaje 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.
- Counelis, 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 bipolarization". *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, Leopold *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 Halls, 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*. Monticello, 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 Gegenwertigen 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
- Furfey, 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".
- García Ferrando, M., *Sobre el método*, Madrid, CIS, 1979
- García Ferrando, M., *Socioestadística*, Madrid, CIS, 1984
- García-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, *Desing 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 Schutz 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 Polsby, 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 phenomenes 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*. (2<sup>nd</sup> 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
- Hanmond, 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. Kimmel "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 theory". *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 crosstabulation*, 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, Paidós, 1979
- Henderson, James M. and Quant, Richard E. *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. New York: McGraw Hill, 1958.
- Henry, N.W. McGinnis, R., Tegtmeier, 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 Press, 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, Patricia 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 fiels 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, Reinhard "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 Press, 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 Press, 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.; Mulkay, 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 enviroment 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., *Teoria de los sistemas. Origenes 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, Françoise 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, *Interrupted 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, Paidós, 1969
- Makarov, V.L. 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. "Academentia 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. Bensele 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 in tragerational 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 institutionalization and growth*. 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.
- Middtun, 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; stabilita e mutamento*. Universita 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
- Neustadt, 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 McNally, 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, Pary, 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, Oxford 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.L. 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
- Sarf, 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, Ill.: Northwestern University Press, 1967.
- Schutz, J.V. and Hubert, L.J. "Data analysis and the connectivity of random graphs". *Journal of Mathematical Psychology*, 10, (1973) 421-428.
- Schwartz, Jonathan M. "Tracking-down the nordic spirit in thorstein Veblen's sociology". *Acta Sociologica*, 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 Vierteljahresschrift* 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, *Sociocybernetics; 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 Europeennes 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". Forthcoming 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.
- Skytner, 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 carrers". *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*. Pinceton: 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.
- Synnott, 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. Pollowy & 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-Pariis, 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 por 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 Wriqth, 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, *Unobstrusive 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 "Economía 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. "Persetroika 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, Martinez 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: Studying 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 Romney 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, ans 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. Ballanoff (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),
- Worral, J. ; Currier, G. ; Lakatos, I., *The methodology of scientific research programmes*, Cambridge, Cambridge U. Press, 1978
- Woodcock, A. y Davis, M. *Teoria de las catastrofes* 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.
- Zarowich, 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. I*. 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, *Sociocybernetic 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. and 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. Trappl (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.