

5. Las relaciones

Los modelos causales, en tanto que explicación narrativamente compleja de la realidad, aspira a explicar sistemas complejos de relaciones donde interviene un número importante de variables. La intervención de diferentes variables contribuye, en la práctica, a clarificar las relaciones existentes entre ellas. Así, por ejemplo ya nos referimos al caso de la relación espuria. Como se indico, 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 la potencialidad de control de covariaciones sin dependencia real.

Si bien es interesante determinar relaciones no explicativas, es evidente que la finalidad última de los modelos causales es determinar relaciones explicativas. El término empleado para nombrar la relación entre variables es el de efecto dado que se postulan relaciones de causa-efecto. Según el tipo de relación entre variables, es decir, según su posición en el sistema se 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:

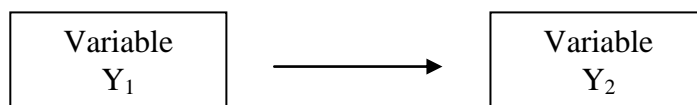
Causación unidireccional:

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

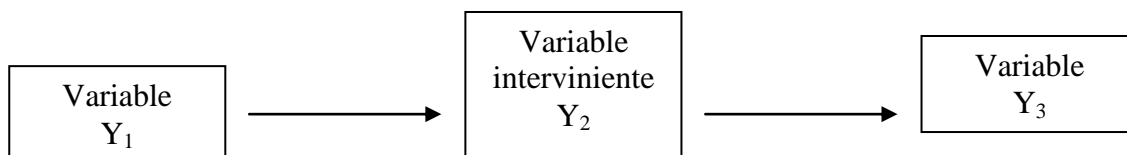
Causación bidireccional:

- efectos recíprocos directo
- efecto recíproco indirecto

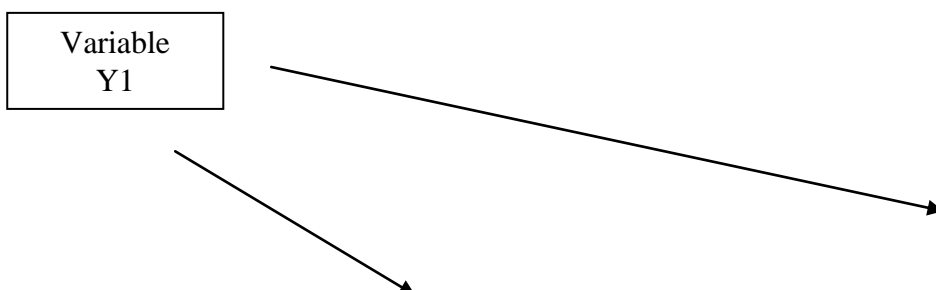
En primer lugar, un efecto directo indica una relación no medida entre dos variables. En ese sentido, expresa que de existir variables que medien entre ellas dos carecen de entidad o significación teórica para ser explicitadas. Esto no siempre es así y el recurso a los efectos directos permite ocultar, 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.

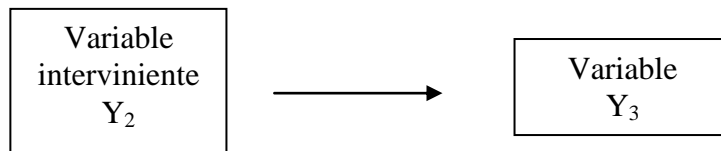


Un efecto indirecto se produce cuando una variable causa influye en otra variable a través de una tercera variable que actúa como variable mediadora. Esta tercera variable que convierte lo que sería un efecto directo en uno indirecto se denomina, como ya se advirtió, variable interviniente. Una de las ventajas de la introducción de variables intervinientes es que desvelan con una mayor nitidez la secuencia que sigue el mecanismo causal.

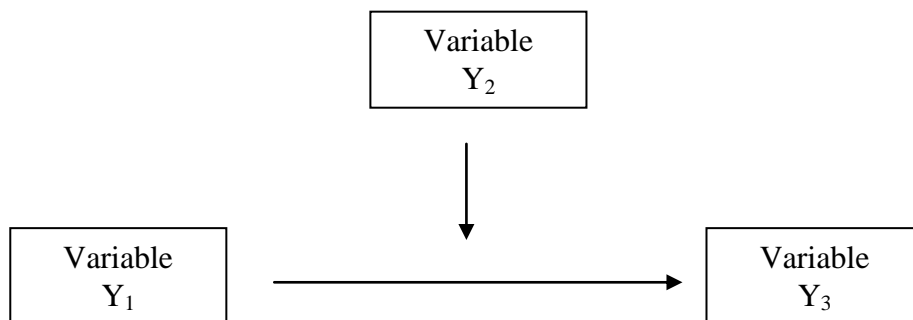


Esta secuencia muestra un efecto indirecto de la variable que se postula como causa, sobre la variable que se postula como efecto. Pueden presentarse conjuntamente efectos directos e indirectos entre una variable causa y otra efecto. Esta posibilidad se recoge en el diagrama siguiente.



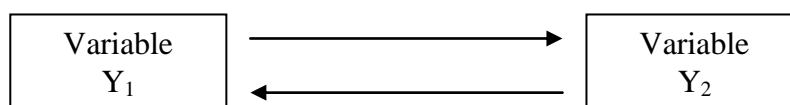


Hemos podido apreciar como la variable interviniente convierte una relación directa en indirecta. Existe otro tipo de variable que puede mediar en otra forma sobre el efecto existente entre dos variables. Es la denominada variable condicional. Las variables condicionales determinan la intensidad de los efectos causales. 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.



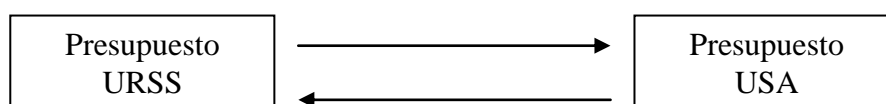
Por ejemplo, podemos afirmar que el grado en que se conozcan las normas que rigen las interacciones de los miembros de un grupo tendrá como efecto el grado de integración en dicho grupo. Sin embargo, aún con un alto conocimiento de las normas, la integración en el grupo se vera determinada por el interés que tenga el individuo en pertenecer a él. Un estudioso puede tener un conocimiento completo de las normas de un grupo de “punkis” y no por ello estar integrado en uno de ellos. En cierto modo, las variables condicionales están siempre presentes si bien no se acostumbraba a explicitarlas, excepto cuando su intervención es especialmente relevante para la relación en estudio.

Un tratamiento aparte requiere las relaciones condicionales bidireccionales. En algunos planteamientos teóricos no está clara la distinción entre variable causa y variable efecto, en la medida que ambas se afectan mutuamente. Este tipo de relación se denomina relación causal recíproca y es aquella en la que dos variables se 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 está asociada a sistemas dinámicos, donde se producen espirales de calentamiento o enfriamiento según los signos de relación. Un efecto recíproco implica la presencia de ecuaciones simultáneas. Se trata, por lo tanto, de acciones y reacciones entre variables. Dada la variabilidad en los posibles ritmos de alternancia, pueden aparecer problemas específicos de medición, al detectar o no-sincronía. Se trata en definitiva de diagnosticar el posible retardo entre la evolución de las dos variables.

En otros casos dicho problema no aparece, como por ejemplo al considerar el efecto recíproco 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.

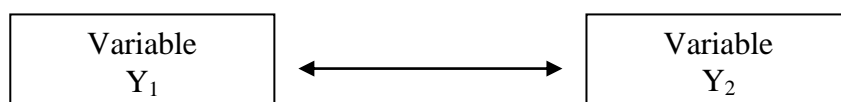


Estos efectos recíprocos pueden establecerse directamente, en cuyo caso trataremos generalmente con dos variables. Otra posibilidad viene dada por la presencia de efectos recíprocos indirectos, donde pueden estar involucradas más de dos variables; para el caso de tres variables se establecería una dinámica 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 parámetros¹.

Un aspecto distinto al de los efectos es el de la covariación. Como sabemos, un efecto es una covariación expresada en términos de causalidad. Cuando nos referimos a la covariación en los diagramas, estos son usualmente simbolizados mediante líneas con puntos de flecha señalando en ambas direcciones. Dado que no está especificada una subordinación entre variables son denominados efectos conjuntos.

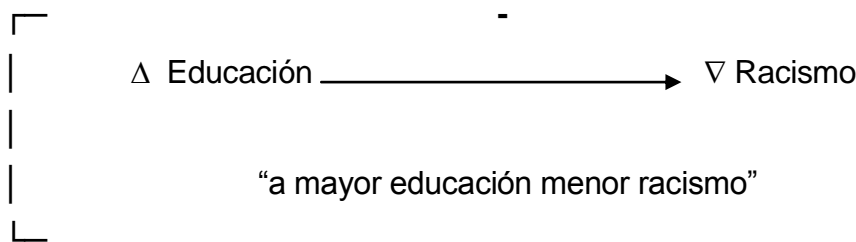
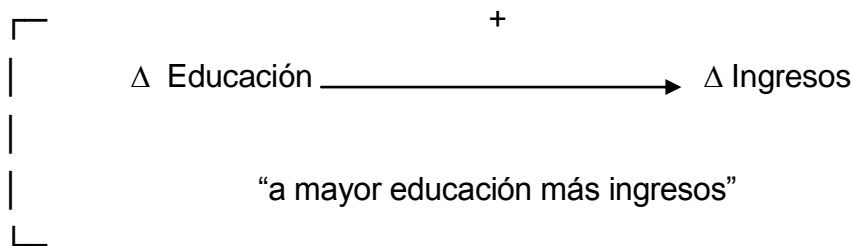


Los efectos pueden tomar signos dependiendo de la relación en que se mueva la variabilidad entre las variables. Si los valores en una variable efecto tienden a crecer cuando los valores en la variable causa tienden a crecer se establece un signo positivo, dado que la coordinación estadística entre ambas variables se mueve en el mismo sentido. Por el contrario, cuando una de ellas decrece en el caso de que la otra crezca el signo es negativo, dado que los valores en las dos variables se mueven en sentido distinto. Una cuestión interesante es, dado que los sistemas causales concatenan varios

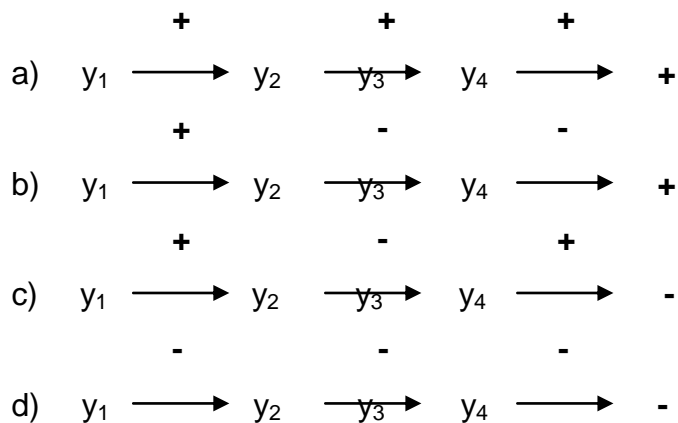
¹Los efectos recíprocos se formulan mediante sistemas de ecuaciones simultáneas, que a su vez son el alma de las simulaciones basadas en retroalimentaciones.

efectos causales 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 causales 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.



Signo del sendero



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,

$$(+*+=+ ; +*=- ; -*=-+).$$

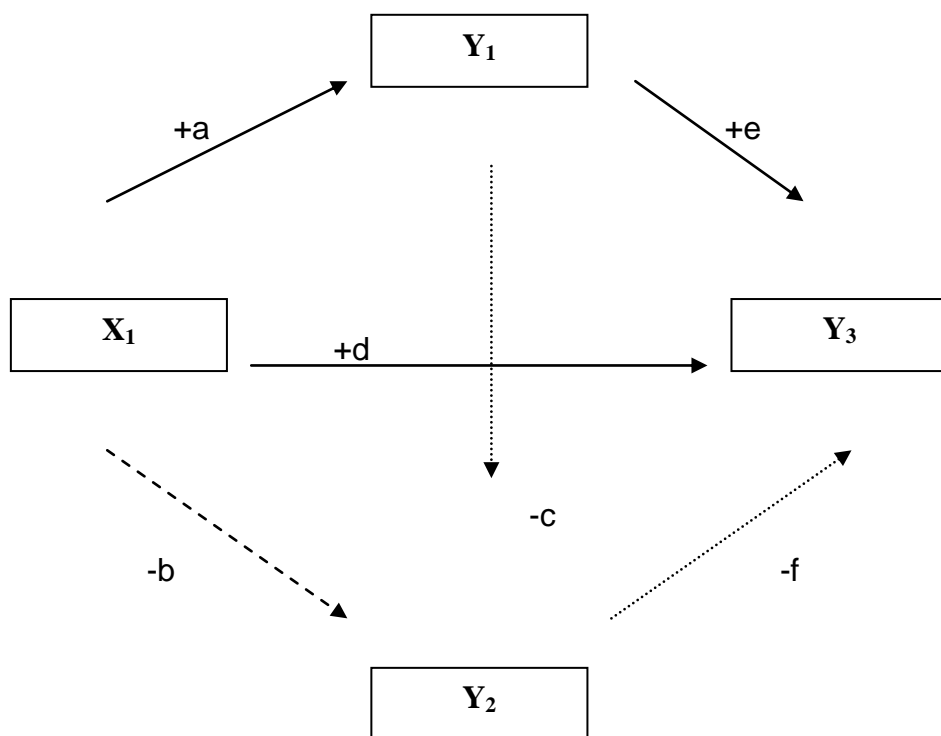
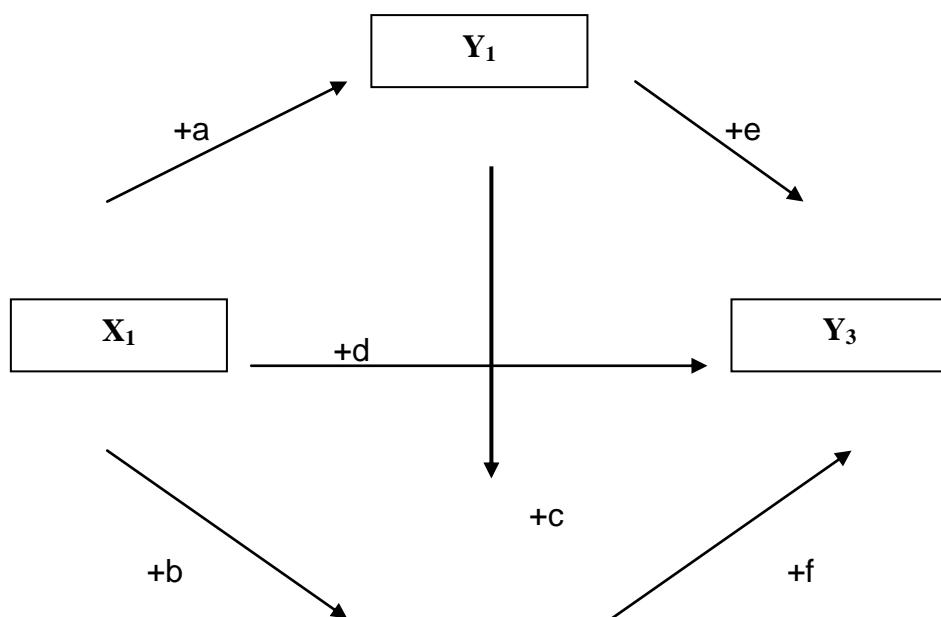
Las relaciones que hemos considerado hasta el momento se establecen para un conjunto de variables, dando forma a sistemas de variables interconectadas denominados modelos causales. La noción de sistema es central en la investigación social actual. Ello viene dado por su gran utilidad, al permitir y exigir explicitar las variables que se consideran importantes, así como la forma en que se relacionan entre sí. Para ello debe superarse la idea que afirma "todo está relacionado con todo", explicitando aquellos nudos de covariación que son especialmente significativos para comprender y explicarnos la sociedad en que vivimos.

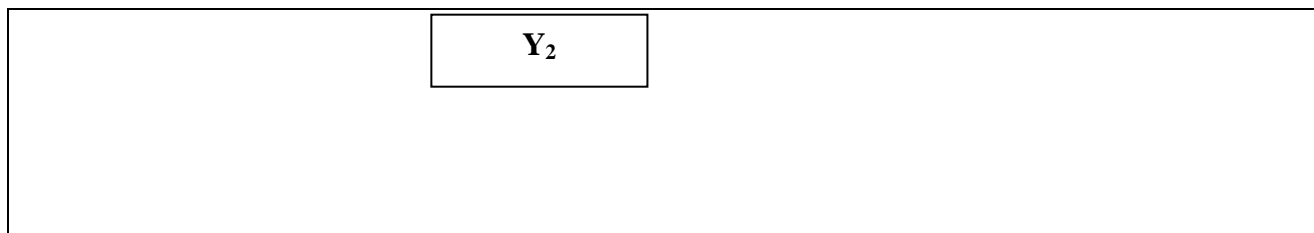
5.1. Sistemas supresores o de refuerzo

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 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.

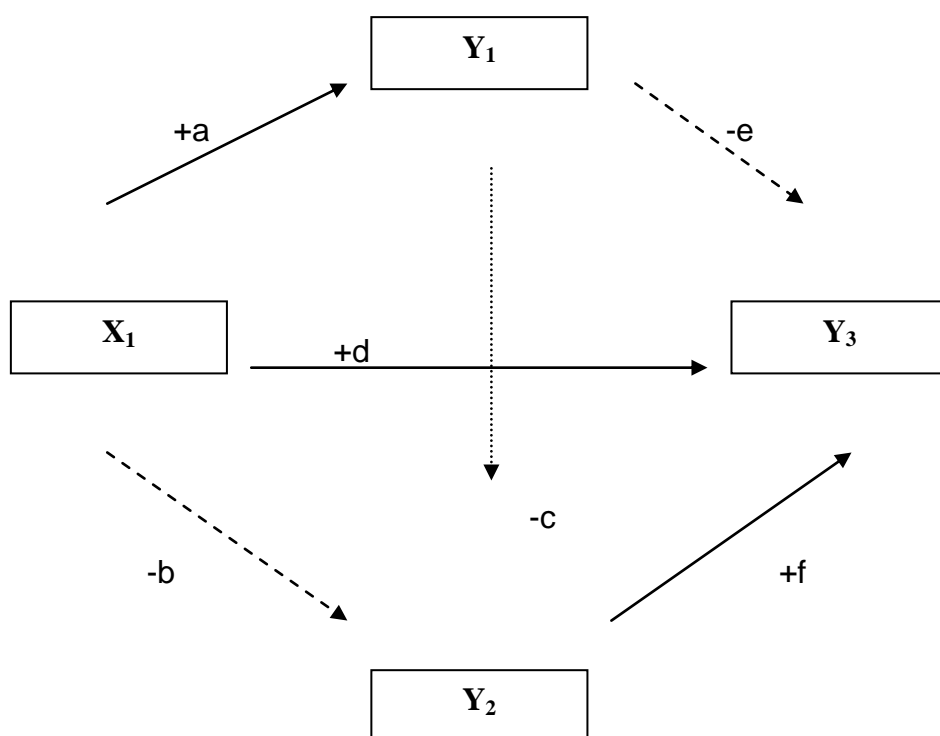
Se denominan sistemas inconsistentes a aquellos donde algunos de los componentes en una relación tienen signos contrarios o también supresores, en la medida que los efectos que influyen en sentido contrario reduce el efecto total presente en esa relación.

1ª. Sistema consistente original

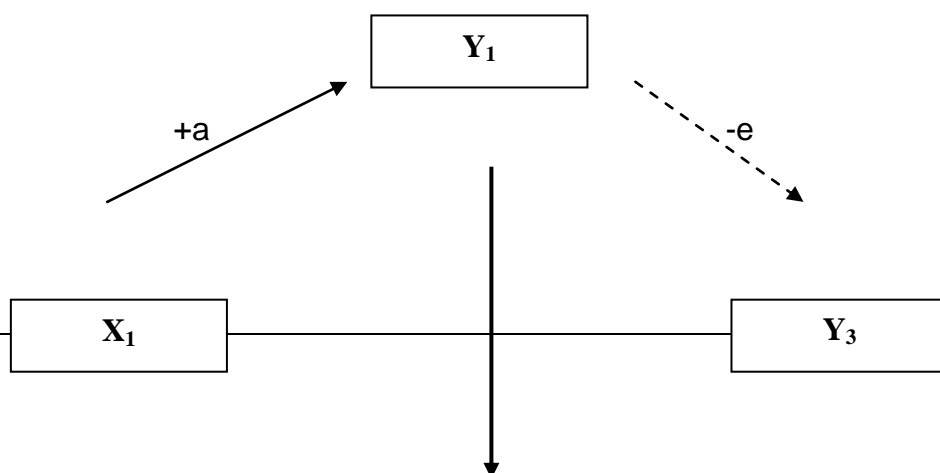
1b. Sistema consistente girando Y_2 

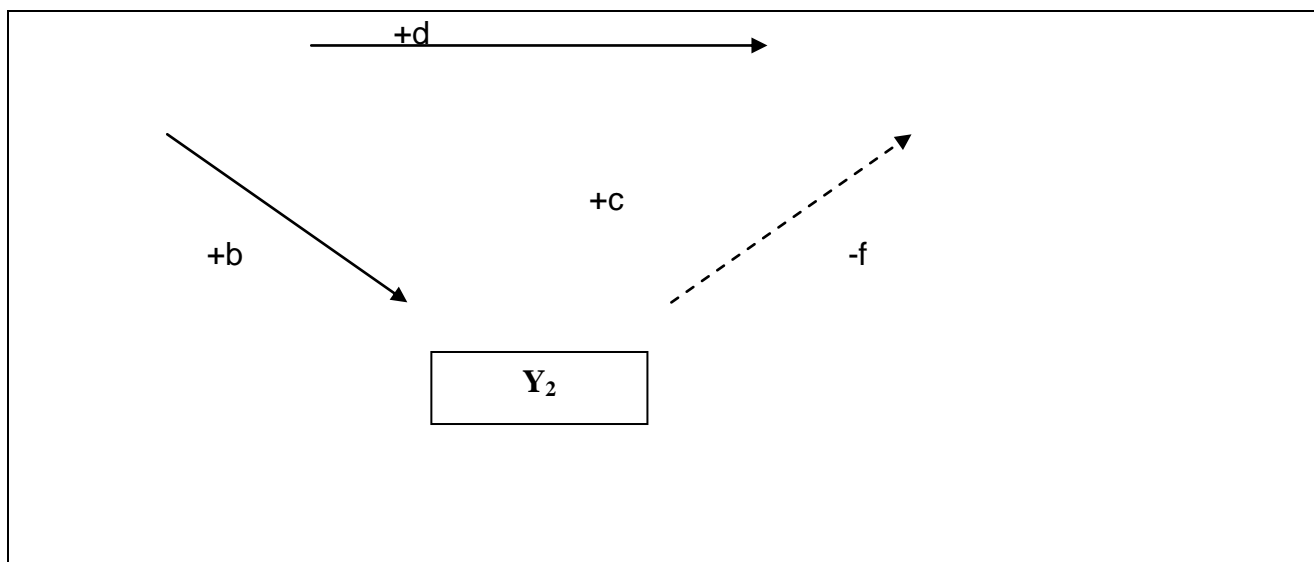


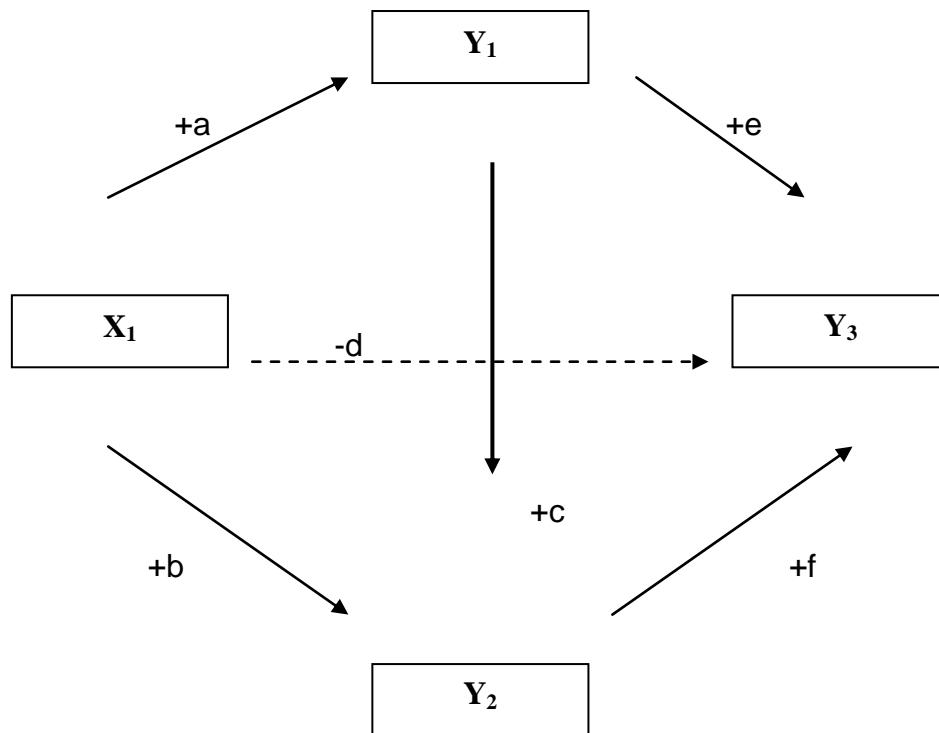
2ª. Sistema inconsistente original



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 causal que tiende a disminuir o reducir el efecto final. Por ejemplo, el nivel educativo tiende a producir una relación positiva con respecto a temas sociales (mayor nivel mayor comprensión). No obstante, el mayor nivel educativo también correlaciona bien con ingresos (más nivel educativo más ingresos), pero ingresos se relaciona negativamente con la aceptación de temas sociales (mas 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.

5.2. Estrategias de construcción de modelos estructurales

No existe, evidentemente, ningún algoritmo que por si solo genere modelos causales. Estos son el resultado de un análisis de la realidad y del establecimiento de unas hipótesis sobre ellas. No obstante, desde un punto de vista instrumental si es posible establecer algunas orientaciones sobre como organizar la tarea.

1.- En primer lugar es importante determinar la lista de las variables que son importantes en el proceso estudiado. Este paso es esencial en la medida que implica una definición de la realidad que se desea estudiar. No debe olvidarse que los modelos matemáticos requieren de variables operativizadas, es decir datos. En ese sentido, difícilmente existe libertad para utilizar todas las variables que podrían ser interesantes. Esto es especialmente cierto en el caso de los datos provenientes de encuestas o secundarios. Solo en el caso de datos primarios y cuando el coste o el tema de investigación lo permite existe una mayor libertad de diseño.

2.- Determinación del orden causal que se postula en las variables. Una vez listadas las variables que operaran en el modelo causal es preciso establecer la secuencia en que se relacionan entre si. Como se menciona, se postulan relaciones asimétricas entre ellas, en función a que variable explica y que variable es explicada.

3.- Especificación de las hipótesis causales. Es decir, establecer la cadena argumental explicativa del fenómeno social estudiado. En esta etapa se establece la potencia descriptiva de nuestro modelo explicativo.

4.- Elaboración del diagrama causal. A efectos prácticos, es útil establecer la secuencia mediante un grafo orientado que permita visualizar que variables están conexas entre si y que variables están inconexas. En muchas ocasiones el grafo causal o diagrama causal permite detectar incongruencias en la explicación que se pretende ofrecer. La visión conjunta del sistema ofrece una potencia importante para evaluar el modelo que se propone.

En términos prácticos, se procede escribiendo las variables con posiciones ordenadas indicando el orden causal. Tras esta tarea se introducen las hipótesis introduciendo flechas entre las variables de acuerdo a los efectos directos. Es una convención que los efectos no especificados son cero (0). Una vez sobre el diagrama causal es el momento de reflexionar si se han planteado todas las variables y relaciones que son pertinentes.

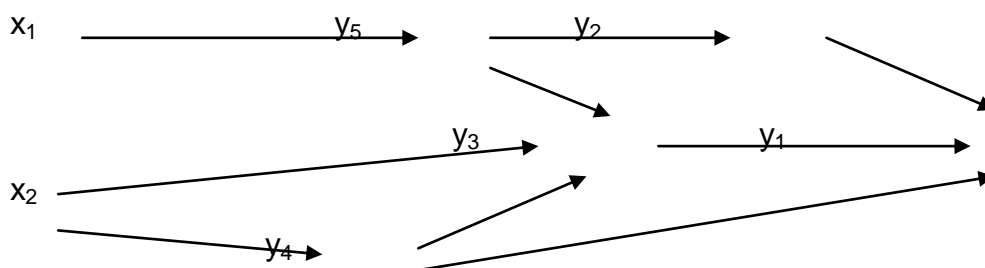
Resulta evidente que la formulación teórica es un proceso activo donde la articulación de los sistemas depende de la fase de la investigación, del empleo de datos secundarios o primarios, etc. En ese sentido, se desarrolla una reflexión sobre la coherencia lógica de

las relaciones que se postulan entre las variables así como de las limitaciones de la explicación que se está ofreciendo. Una vez que se especifica una teoría causal debe de ser contrastada con los datos para testar su eficacia empírica.

En la fase de diseño del modelo los principios rectores son esencialmente teóricos, dando cuerpo a las hipótesis causales. La determinación de las variables y su relación es una tarea previa al ajuste sobre los datos. En ese sentido, resulta interesante a la luz de la teoría establecer los modelos y dejar que posteriormente las limitaciones del acceso a datos restrinja el modelo. De ese modo se es más consciente de las variables que han podido quedar fuera (influyendo en el modelo desde fuera) así como de las limitaciones de la potencia explicativa del modelo.

Como sabemos, los datos simplemente determinan el grado de covariación. No obstante sabemos que la covariación no es una prueba de relación causal, dado que esta puede estar provocada por causas comunes a las variables de interés.

Como sabemos, el diagrama causal está compuesto por las variables relacionadas mediante grafos orientados. Así, se disponen las variables y después se conectan entre sí aquellas para las que se proponga alguna relación teórica. 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 causal es útil para expresar lo que se quiere decir, mientras que la matriz de efectos destaca lo que no estamos diciendo. Así, en el diagrama se da cuerpo a la existencia de relación mediante el grafo y no es fácil evaluar que se está diciendo a su vez que no existe relación entre las variables donde no lo hay. En la matriz de efectos destaca sobre todo los efectos que postulamos que no existen.

La matriz se construye listando todas las variables (tanto exógenas como endógenas) en la cabecera, y las variables efecto (o que son explicadas) en las filas.

		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 nota un cero (0). Como hemos destacado, un aspecto importante es el de las relaciones que postulamos igual a cero, es decir, que no existen. En esa línea, el completar la matriz es una labor que puede ayudar a desarrollar hipótesis interactivamente, dando una mejor forma al modelo.

Estas orientaciones para el diseño de los modelos causales deben considerar también la necesidad de simplificación de teorías causales. La noción de sistema es central en la investigación social actual. Ello viene dado por su gran utilidad, al permitir y exigir explicitar las variables que se consideran importantes, así como la forma en que se relacionan entre sí. Para ello debe matizarse la idea que afirma "todo está relacionado con todo", en la medida que algunas cosas están especialmente relacionadas, adoptando esa relación formas específicas arbitrarias. Hemos avanzado en el sentido de hacer operativa la noción de sistema, considerando analíticamente las unidades, variables y relaciones que lo componen.