

Ayudas para la elaboración de diagramas causales

Sebastián Jaén

Resumen

En este texto se suministrarán algunos consejos prácticos para la elaboración de diagramas causales, teniendo en cuenta los tipos de errores más cometidos cuando se está aprendiendo.

1. Introducción

Los diagramas causales son una herramienta útil en *dinámica de sistemas*. Ellos ilustran la estructura de realimentación del sistema. Al ser una concepción conceptual, también sirven para identificar los mapas mentales de las personas u organizaciones. Los diagramas causales son fundamentales para la *dinámica de sistemas*, pues además de lo anterior, sirven de guías para la elaboración y comprensión de los modelos. Al diagrama causal también se le suele llamar *hipótesis dinámica*.

Este texto tiene como propósito advertir sobre ciertos errores en que se incurre cuando se está aprendiendo a realizar los diagramas causales, y *no* pretende remplazar la guía básica de elaboración de diagramas causales presentada por Sterman[2] en el capítulo 5, bajo el título *Causal Loop Diagrams*.

2. Errores comunes en la realización de diagramas causales

En la práctica, se ha identificado varios tipos de errores que son comunes en la elaboración de los diagramas causales. Inicialmente se describirán y posteriormente se mostrarán con ejemplos. Ellos son a continuación:

Uso de variables no cuantificables: se suelen bautizar las variables con nombres que no sugieren cantidad.

Variables que incorporan la polaridad : se da cuando el nombre de la variable tiene un verbo que sugiere su incremento o decremento.

Relación de variables vs. Hipótesis dinámica: surge cuando se relacionan variables, y hasta se logra plantear ciclos, pero en realidad esta relación no está explicando nada del fenómeno en cuestión.

Causalidades redundantes : se presenta cuando se plantean causalidades para lograr efectos que otras causalidades ya lograron.

Nivel de agregación: por exceso o por defecto. Se hacen diagramas muy grandes y detallados para situaciones muy simples, o diagramas muy pequeños para situaciones complejas.

Diagramas causales sin dinámica: cuando se hace un diagrama causal en el cual los ciclo carecen de relaciones que permitan la realimentación.

2.1. Uso de variables no cuantificables

Este es el caso de variables que se bautizan con nombres que no admiten cuantificación.

El siguiente diagrama causal presentado en la figura 1, representa la *hipótesis dinámica* de un problema real que sucede en el poblado de *Haryana* en la India[1]. Allí, las mujeres se venden de niñas, pues culturalmente se prefieren hijos varones. El problema resulta después, cuando estos varones quieren casarse en el futuro, y no hay mujeres disponibles. Por esta razón las novias deben ser compradas a traficantes de personas.

El diagrama causal de la figura 1, plantea varios errores: el primero es el referido en esta sección tiene varias variables que no son cuantificables o que fueron inadecuadamente definidas. El segundo, es que es más una relación de variables que una *hipótesis dinámica*.

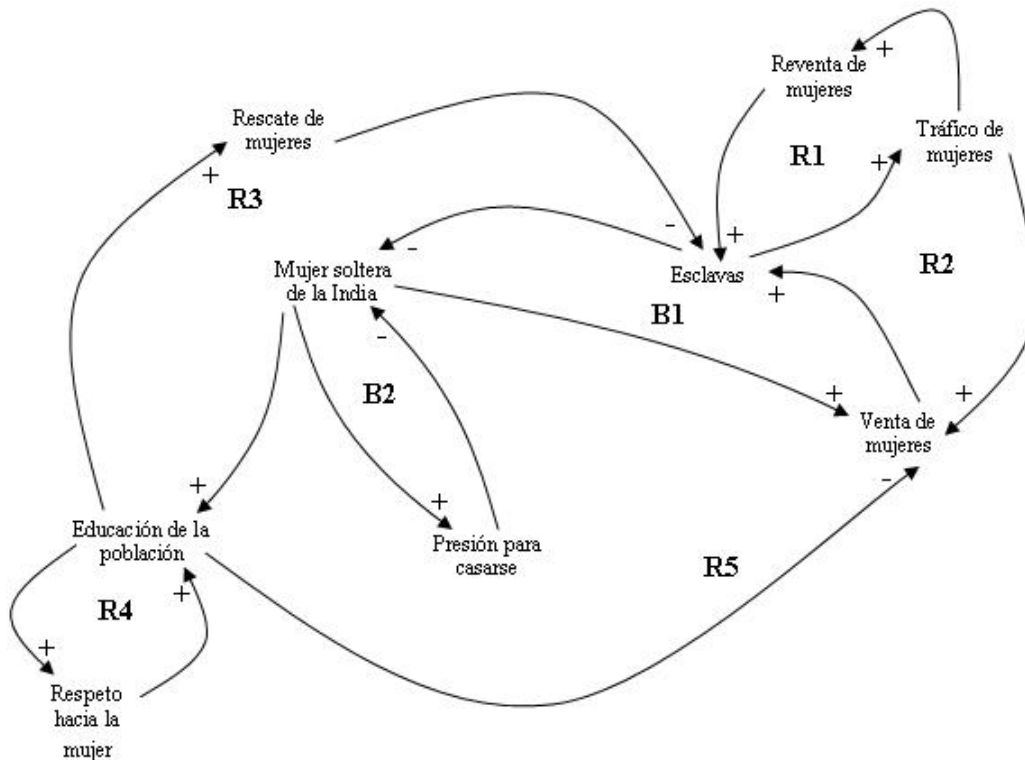


Figura 1: Diagrama causal de la venta de esposas en Haryana (versión 1)

Las variables *Respeto hacia la mujer* y *Presión para casarse*, son variables que no se asocian a una cantidad en forma inmediata. Medir el grado de respeto o de presión en un asunto, es algo que puede suscitar debates innecesarios. Estas variables deberían rebautizarse en equivalentes más cuantificables, como se muestra a continuación:

Respeto hacia las mujeres → *Mujeres maltratadas* y *Presión para casarse* → *Adolescentes casadas*

Las variables *Rescate de mujeres*, *Educación de la población*, *Mujer soltera de la India*, *Reventa de mujeres*, *Tráfico de mujeres* y *Venta de mujeres*, no son variables que no se pueden contar, sino, que han sido expresadas de una manera inadecuada. Una posible forma de nombrar correctamente estas variables podría ser así:

Rescate de mujeres → *Mujeres rescatadas*, *Educación de la población* → *Personas con nivel secundario*, *Mujer soltera de la India* → *Solteras*, *Reventa de mujeres* → *Mujeres vendidas*, *Tráfico de mujeres* → *Mujeres vendidas* y *Venta de mujeres* → *Mujeres vendidas*

El hecho de que las tres últimas variables puedan ser identificadas de la misma forma, sugiere que el diagrama causal estuvo mal hecho, pues este presenta tres variables distintas para algo que es lo mismo.

En la siguiente figura (2), se presenta otro diagrama causal que presenta los mismos problemas que el causal anterior: definición de variables no cuantificables, y relación de variables en vez de una *hipótesis dinámica*.

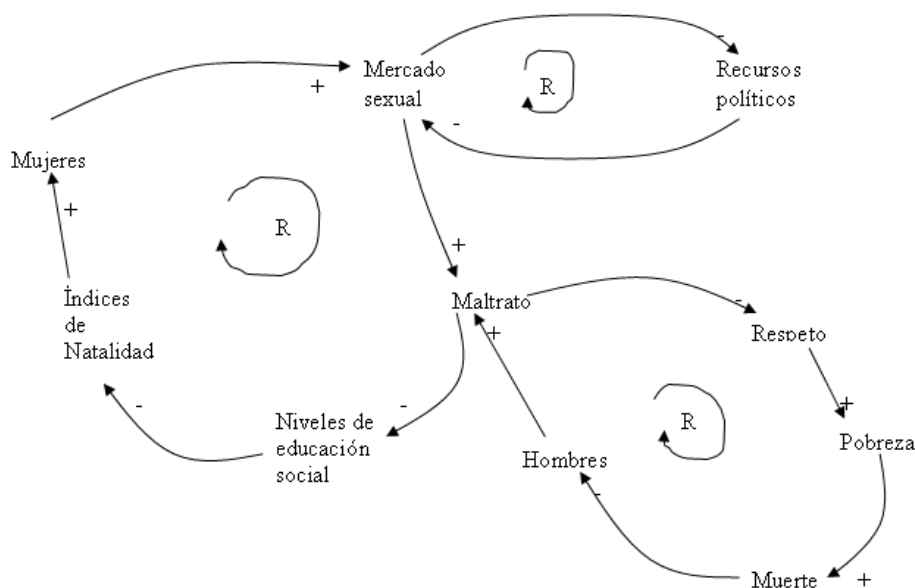


Figura 2: Diagrama causal de la venta de esposas en Haryana (versión 2)

Las variables *Mercado sexual*, *Recursos políticos*, *Maltrato*, *Respeto* y *Pobreza*, tienen nombres cuya cuantificación no está clara. ¿Cómo se mide un *Mercado sexual*?, ¿*Recursos políticos*? o ¿*Respeto*? Se tienen que rebautizar las variables. Un ejemplo de ello podría ser:

Mercado sexual → *Mujeres vendidas*, *Recursos políticos* → *Presupuesto público*, *Maltra-*

to → *Mujeres maltratadas*, *Respeto* → *Mujeres sin maltrato* y *Pobreza* → *Pobres*

Finalmente, la variable *Niveles de educación*, se podría reexpresar en una forma más clara que señale lo que se está midiendo: *Niveles de educación* → *Bachilleres*.

Sin embargo, aunque se redefinan estas variables, el diagrama causal todavía no es útil pues subyace el problema de que es más una relación de variables que una *hipótesis dinámica*. Más adelante se ilustrará cómo debe ser un diagrama causal que plantee una verdadera *hipótesis dinámica*.

2.2. Variables que incorporan la polaridad

En este caso, la variable se define con un verbo que denota si esta se está incrementado o decrementando. La figura 3 ilustra bien este error. Aquí se pedía realizar una *hipótesis dinámica* para explicar por qué la política de bajar costos en una empresa se había traducido en menores ventas.

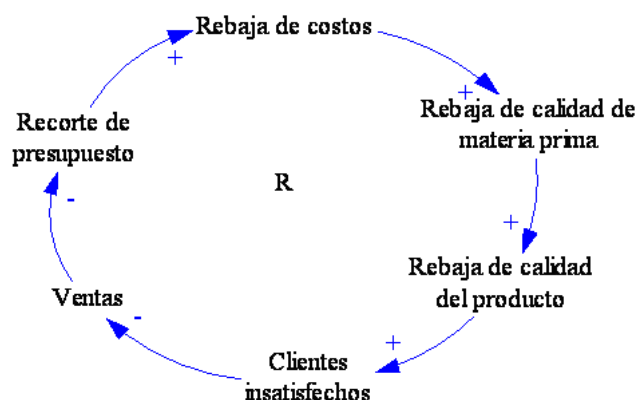


Figura 3: Diagrama causal de las pérdidas en la empresa como consecuencia de una política de rebaja de costos (versión 1).

Las variables *Rebaja de costos*, *Rebaja de calidad de materia prima*, *Rebaja de calidad de producto* y *Recorte de presupuesto*, tienen incorporado un elemento sobrante, pues la ‘rebaja’ o el ‘incremento’ (que en este diagrama no está) es un elemento que lo da el signo de la flecha que le llega, y no el nombre de la variable.

En ese sentido, la figura 4, muestra como es posible eliminar todas estas ‘rebajas’ manteniendo el sentido del diagrama.

Puede resultar ‘extraño’ que un diagrama causal donde todas las relaciones causales son positivas explique la caída en las ventas a causa de la rebaja en el costo. Sin embargo, si se comprende el sentido del signo (+ ó -) en la flecha, se puede entender esta situación.

La figura 4 presenta un ciclo donde todas las relaciones son directas o positivas, es decir, a más de A, más de B, luego cuando A rebaja, B también lo hace. En ese sentido, si los costos bajan, como todas las relaciones son directas, las variables del diagrama, incluyendo las ventas, bajarán también. Este es el sentido de un bucle reforzado.

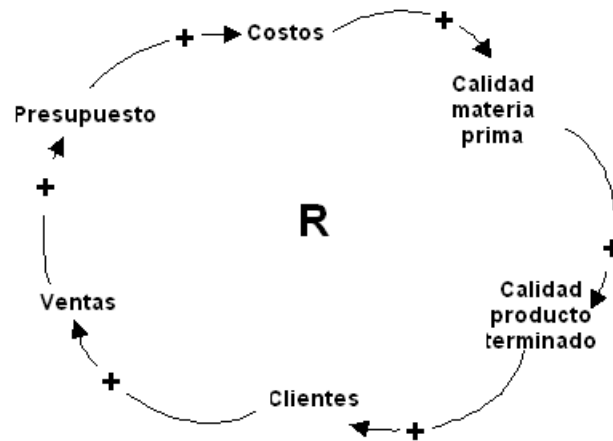


Figura 4: Diagrama causal de las pérdidas en la empresa como consecuencia de una política de rebaja de costos (versión 2).

2.3. Relación de variables vs. Hipótesis dinámica:

Como se afirmó en la sección 2.1, las figuras 1 y 2, corresponden una relación de variables, más que a la formulación de una verdadera *hipótesis dinámica*. Un diagrama causal debe ‘contar’ una historia, y ayudar a que tanto el modelador como los espectadores la entiendan. Cuando claramente no se entiende qué explica el diagrama, es una señal de que este se ha efectuado en una forma inadecuada. El diagrama causal debe ser muy transparente.

En la figura 5 se presenta un diagrama causal de lo que podría considerarse la *hipótesis dinámica* del por qué faltan esposas en Haryana. El papel que juega cada ciclo se describe a continuación:

R1: presenta el ciclo de los hombres dentro del sistema.

R2: presenta el ciclo de las mujeres dentro del sistema. Tiene un elemento adicional, la presencia de la variable *Mujeres faltantes* reduce la posibilidad de que se consoliden *Parejas*, y así, el nacimiento de futuros hijos.

B1: presenta como el sistema controla o balancea el número de niñas. Culturalmente las niñas son rechazadas, este ciclo muestra la reacción del sistema contra las niñas, vendiéndolas.

B2: presenta como el sistema balancea las *Mujeres faltantes* comprando mujeres a través de la variable *Mujeres compradas*.

En síntesis, este simple diagrama muestra que la ausencia de mujeres en el presente se debe a la venta de niñas en el pasado.

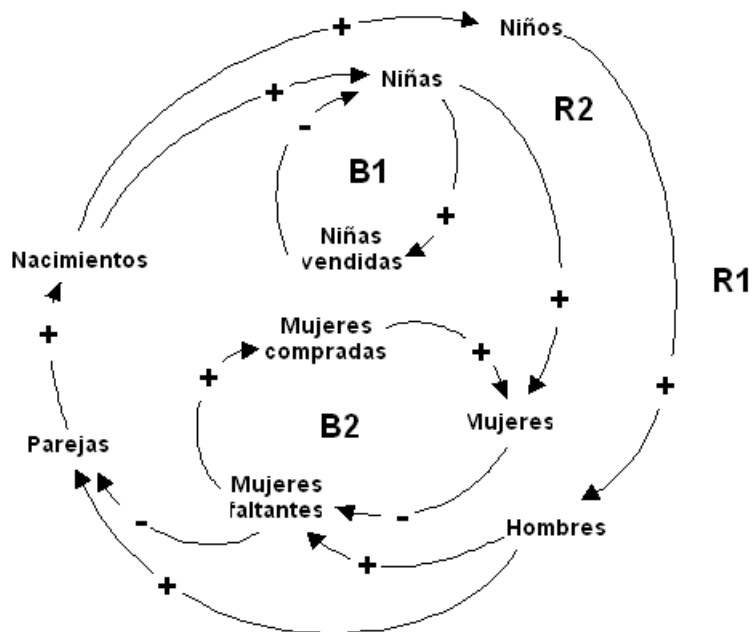


Figura 5: Diagrama causal de la venta de esposas en Haryana (versión 3).

2.4. Causalidades redundantes

Las causalidades *redundantes* puede ser un error común, incluso para gente con experiencia. Surge cuando se agrega una causalidad que pretende lograr lo que el sistema con las causalidades iniciales logra. La dificultad por identificarlas es dada porque causalmente estas relaciones son causalmente correctas, sin embargo, sobran en el sistema y generan errores de cálculo.

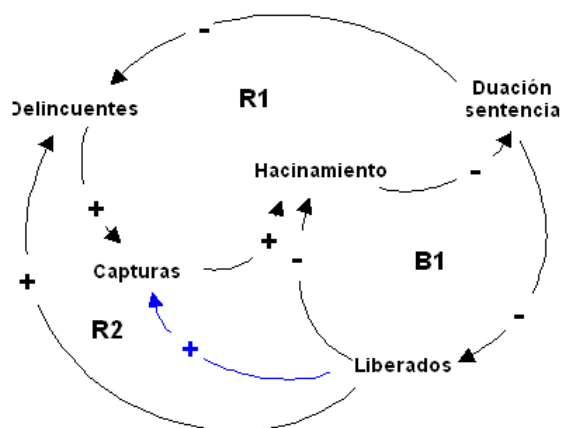


Figura 6: Diagrama causal del efecto de la reducción de la pena sobre el hacinamiento.

La figura 6, presenta el diagrama causal del efecto que tiene el *Hacinaamiento* sobre los *Delincuentes*. El diagrama supone que a más *Hacinaamiento*, menos *Duración de la sentencia*,

lo que genera un incentivo para que aparezcan más *Delincuentes*. En síntesis, **B1** pretende controlar o balancear el *Hacinamiento* y lo logra, pero además, activa **R1** y **R2**, atrayendo y liberando delincuentes.

Pese a que el diagrama es una hipótesis correcta, tiene una relación causal que es *redundante* y que ocasiona errores de sobreestimación de la variable *Capturas*. La flecha de color azul, presenta la relación: a más *Liberados*, más *Capturas*. Es una relación que causalmente es correcta, sin embargo, *Liberados* ya ha influenciado a *Delincuentes*, y a partir de *Delincuentes* se determina las *Capturas*. Cuando en *Capturas* se permite la inclusión de *Liberados*, *Liberados* estaría siendo contabilizada dos veces.

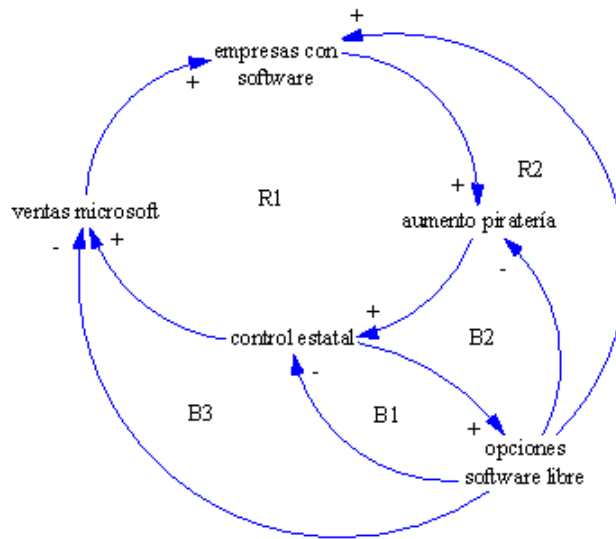


Figura 7: Diagrama causal del impacto del control policial sobre el software libre.

En la 7, se puede apreciar otro ejemplo de una causalidad redundante. La variable *Control estatal* incide positivamente sobre *Software libre*, el cual a su vez incide negativamente en las *Ventas de microsoft*. Esto tiene sentido, ya que al tener un software libre, no se necesita comprar uno con licencia. La redundancia se da cuando se agrega la causalidad a más *Software libre*, menos *Control estatal*, pues la misma estructura causal del sistema puede hacer que al incrementar *Software libre* el *Control estatal* baje. Se deben seguir las causalidades:

$$\begin{aligned}
 & \text{Software libre} \xrightarrow{-} \text{Ventas de microsoft} \\
 & \text{Ventas de microsoft} \xrightarrow{+} \text{Empresas con software} \\
 & \text{Empresas con software} \xrightarrow{+} \text{Piratería} \\
 & \text{Piratería} \xrightarrow{+} \text{Control estatal}
 \end{aligned}$$

Si *Ventas de microsoft* cae, todas las variables de ahí en adelante caen, dada la relación directa o *positiva* de las variables. En una forma indirecta aumentar *Software libre*, es disminuir el *Control estatal*.

2.5. Nivel de agregación

El diagrama causal debe servir para explicar el fenómeno que se estudia. Realizar diagramas causales muy agregados o muy detallados puede resultar completamente inútil para el propósito en cuestión.

En la figura 8, se muestran dos diagramas causales sobre agregados. El primer diagrama causal a la izquierda, pretendía explicar por qué las personas que depredan el recurso *leña* tienen que recorrer más kilómetros para encontrar nueva. La figura muestra que, además de que la variable *Ansiedad por encontrar leña* es una variable expresada en una forma inadecuada, el nivel de agregación es tal que no se entiende por el por qué del fenómeno.

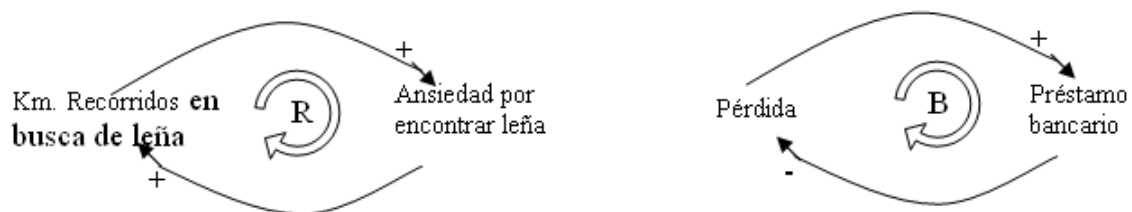


Figura 8: Diagramas causales con un nivel de agregación exagerada.

Una situación igual presenta el diagrama causal de la derecha. Se pretendía explicar cómo se puede superar las *Pérdidas* en una empresa. Nuevamente, el nivel de agregación es tal que el causal no explica nada. En la figura 9 se puede observar un ejemplo de un nivel de agregación adecuado para las dos situaciones descritas con anterioridad.

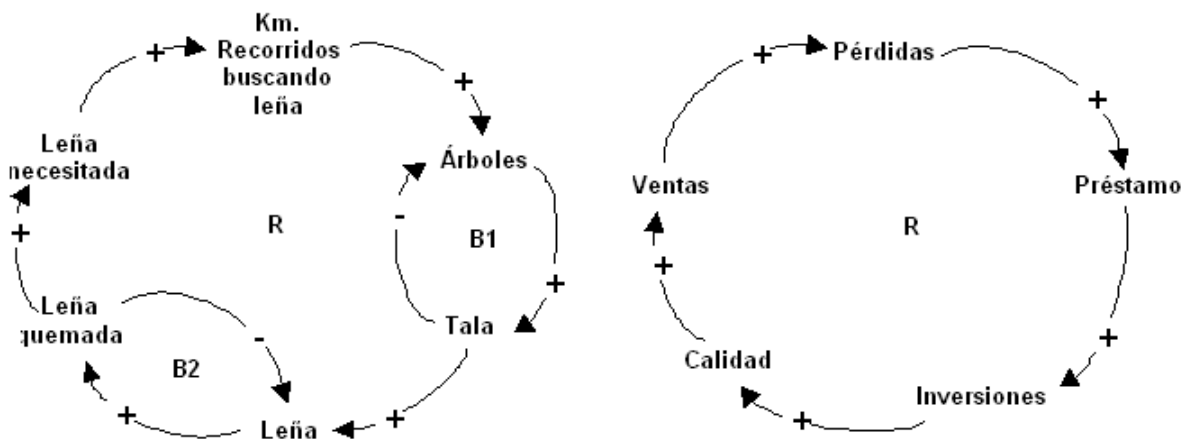


Figura 9: Diagramas causales con un nivel de agregación adecuado.

2.6. Diagramas causales sin dinámica

Algunos diagramas causales tienen forma de ‘bicicleta’. En la figura 10, muestra un diagrama causal que trata de explicar por qué el Estado se endeuda cada vez más.

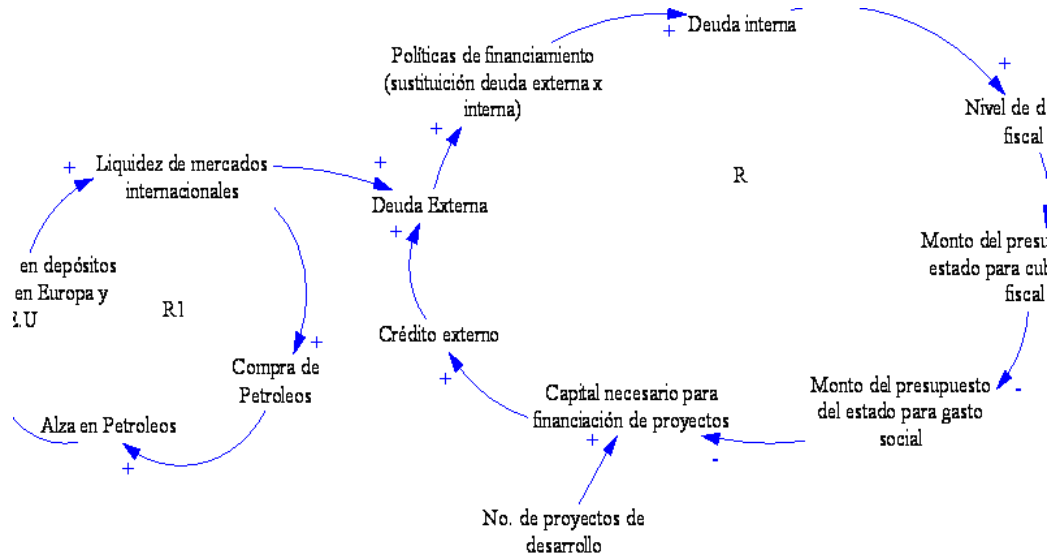


Figura 10: Diagrama causal sin dinámica.

Sin entrar en los detalles del nombre de las variables, ni la bondad del diagrama anterior. El error que se señala aquí es que un ciclo afecta a otro de manera exógena, y no hay realimentación con el primer ciclo. Si se está buscando una explicación endógena, no tendría sentido que ambos ciclos estén conectados por una sola relación.

Referencias

- [1] Agal, Renu. *India's 'bride buying' country*. http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/4862434.stm, 2006.
- [2] Sterman, John D. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*, McGraw Hill, 2000.