

# El modelo nomológico-deductivo de explicación

Juan R. Loaiza

Filosofía de las Ciencias

Universidad Alberto Hurtado

2025-II

# El problema de la explicación

Parte de las actividades científicas es la **explicación** de los fenómenos del mundo.

# El problema de la explicación

Parte de las actividades científicas es la **explicación** de los fenómenos del mundo.

¿Qué es **explicar** un fenómeno?

# El problema de la explicación

Parte de las actividades científicas es la **explicación** de los fenómenos del mundo.

¿Qué es **explicar un fenómeno**?

Uno de los objetivos primordiales de toda ciencia empírica es explicar los fenómenos del mundo de nuestra experiencia y responder no sólo a los «¿qué?», sino también a los «¿**por qué**»?  
(p. 247; énfasis propio)

# El problema de la explicación

Parte de las actividades científicas es la **explicación** de los fenómenos del mundo.

¿Qué es **explicar un fenómeno**?

Uno de los objetivos primordiales de toda ciencia empírica es explicar los fenómenos del mundo de nuestra experiencia y responder no sólo a los «¿qué?», sino también a los «¿**por qué**»?  
(p. 247; énfasis propio)

Explicar un fenómeno es responder a la pregunta de «**por qué** eso ocurrió».

# El problema de la explicación

¿Bajo qué condiciones es satisfactoria una respuesta a la pregunta «¿Por qué X?»?

# El problema de la explicación

¿Bajo qué condiciones es satisfactoria una respuesta a la pregunta «¿Por qué X?»?

## Ejemplo

Si lanzo un ladrillo, romperé la ventana. Esto ocurre porque:

1. La ventana es rompible.
2. La ventana es frágil.
3. La ventana es frágil y el ladrillo es duro.
4. El ladrillo puede romper la ventana.

# Dos modelos de explicación

Estudiaremos dos familias modelos de explicación.



# Dos modelos de explicación

Estudiaremos dos familias modelos de explicación.

## **Modelo nomológico-deductivo**

Hempel & Oppenheim (1948)

# Dos modelos de explicación

Estudiaremos dos familias modelos de explicación.

## **Modelo nomológico-deductivo**

Hempel & Oppenheim (1948)

- Explicar es **subsumir bajo una ley**.
- Inspirado en la física y la historia.
- Empirismo lógico

# Dos modelos de explicación

Estudiaremos dos familias modelos de explicación.

## **Modelo nomológico-deductivo**

Hempel & Oppenheim (1948)

- Explicar es **subsumir bajo una ley**.
- Inspirado en la física y la historia.
- Empirismo lógico

## **Modelo mecanicista**

Machamer, Darden & Craver (2000)

# Dos modelos de explicación

Estudiaremos dos familias modelos de explicación.

## Modelo nomológico-deductivo

Hempel & Oppenheim (1948)

- Explicar es **subsumir bajo una ley**.
- Inspirado en la física y la historia.
- Empirismo lógico

## Modelo mecanicista

Machamer, Darden & Craver (2000)

- Explicar es **encontrar un mecanismo**.
- Inspirado en la biología y la neurociencia.
- Analítica contemporánea

1. Introducir los conceptos de *explanans*, *explanandum*, y «subsumir bajo una ley» en el modelo nomológico-deductivo de explicación.
2. Discutir el concepto de «ley» en filosofía de las ciencias.
3. Analizar algunas objeciones conocidas al modelo nomológico-deductivo de explicación.

# Intuiciones generales

Para el modelo nomológico-deductivo (ND), una explicación se divide en dos partes.

## Explanandum

El fenómeno a explicar.

*Ejemplo: La ventana se rompió.*

# Intuiciones generales

Para el modelo nomológico-deductivo (ND), una explicación se divide en dos partes.

## Explanandum

El fenómeno a explicar.

*Ejemplo: La ventana se rompió.*

## Explanans

Aquello a lo que se apela para explicar el fenómeno.

*Ejemplo: Lancé el ladrillo con una fuerza  $f$  en trayectoria  $t$ , y colisionó con la ventana. Cuando un objeto con masa  $m$  colisiona con un objeto de vidrio  $v$ , ...*

# Leyes y condiciones antecedentes

El *explanans* se divide a su vez en dos partes:



# Leyes y condiciones antecedentes

El *explanans* se divide a su vez en dos partes:

## **Leyes generales**

Leyes generales que refieren a los objetos relevantes para la explicación.

# Leyes y condiciones antecedentes

El *explanans* se divide a su vez en dos partes:

## **Leyes generales**

Leyes generales que refieren a los objetos relevantes para la explicación.

- «Las cosas frágiles, cuando chocan con algo duro, se rompen.»

# Leyes y condiciones antecedentes

El *explanans* se divide a su vez en dos partes:

## Leyes generales

Leyes generales que refieren a los objetos relevantes para la explicación.

- «Las cosas frágiles, cuando chocan con algo duro, se rompen.»

## Condiciones antecedentes

Condiciones específicas que deben ocurrir para que se dé el fenómeno a explicar.

# Leyes y condiciones antecedentes

El *explanans* se divide a su vez en dos partes:

## Leyes generales

Leyes generales que refieren a los objetos relevantes para la explicación.

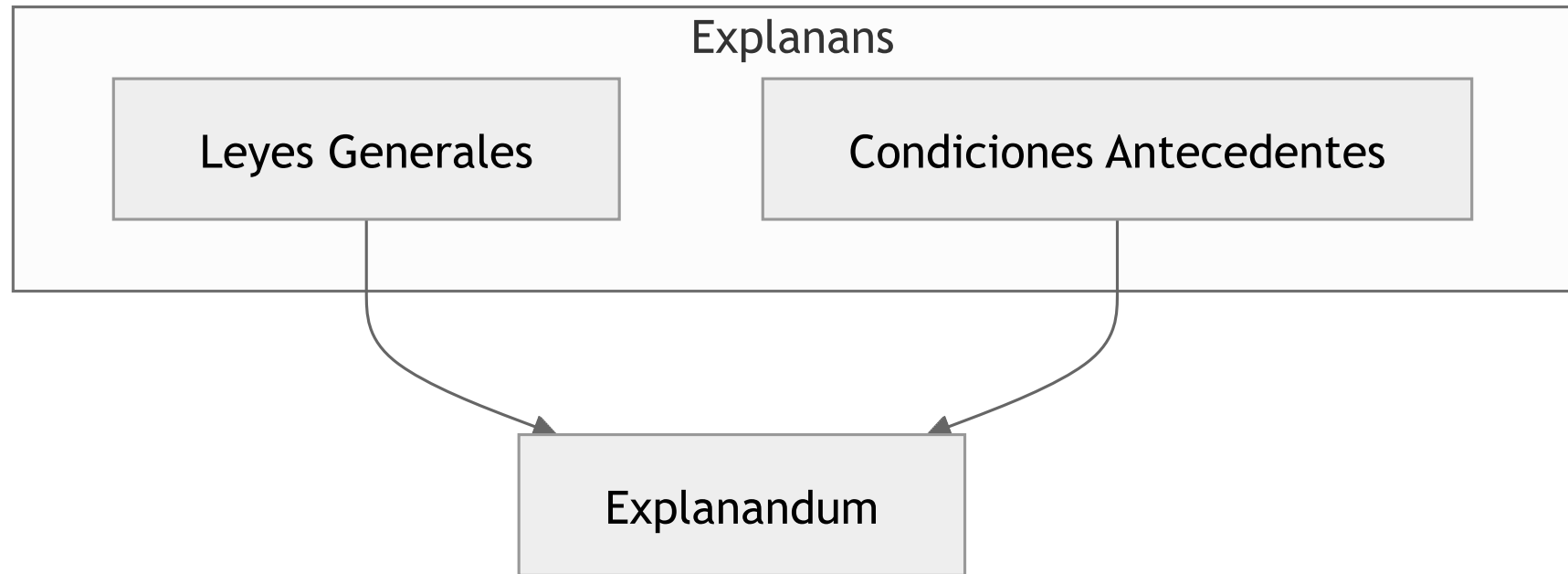
- «Las cosas frágiles, cuando chocan con algo duro, se rompen.»

## Condiciones antecedentes

Condiciones específicas que deben ocurrir para que se dé el fenómeno a explicar.

- «Esta ventana es frágil y este ladrillo es duro.»

# Leyes y condiciones antecedentes



# Formalizando el modelo

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow$  Leyes generales

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow$  Condiciones antecedentes

# Formalizando el modelo

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow$  Leyes generales

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow$  Condiciones antecedentes

$E \leftarrow$  Explanandum

# Formalizando el modelo

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow$  Leyes generales

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow$  Condiciones antecedentes

$E \leftarrow$  Explanandum

El modelo ND propone que el *explanandum* se siga **deductivamente** del *explanans*.



# Formalizando el modelo

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow$  Leyes generales

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow$  Condiciones antecedentes

$E \leftarrow$  Explanandum

El modelo ND propone que el *explanandum* se siga **deductivamente** del *explanans*.

- Dar una explicación es dar un **argumento**.
- La relación entre el fenómeno a explicar y lo que lo explica debe ser **necesaria**.

# Ejemplo

¿Por qué se derritió el hielo que dejamos sobre la mesa?

# Ejemplo

¿Por qué se derritió el hielo que dejamos sobre la mesa?

(1) El agua se convierte en líquido (i.e., se derrite) a más de 0°C sobre el nivel del mar.

## Ejemplo

¿Por qué se derritió el hielo que dejamos sobre la mesa?

- (1) El agua se convierte en líquido (i.e., se derrite) a más de 0°C sobre el nivel del mar.
- (2) Este hielo estaba expuesto a temperaturas mayores a 0°C.

## Ejemplo

¿Por qué **se derritió el hielo que dejamos sobre la mesa?**

- (1) El agua se convierte en líquido (i.e., se derrite) a más de  $0^{\circ}\text{C}$  sobre el nivel del mar.
- (2) Este hielo estaba expuesto a temperaturas mayores a  $0^{\circ}\text{C}$ .
- (3) Este hielo se encontraba a 100 al nivel del mar.

## Ejemplo

¿Por qué **se derritió el hielo que dejamos sobre la mesa?**

- (1) El agua se convierte en líquido (i.e., se derrite) a más de  $0^{\circ}\text{C}$  sobre el nivel del mar.
  - (2) Este hielo estaba expuesto a temperaturas mayores a  $0^{\circ}\text{C}$ .
  - (3) Este hielo se encontraba a 100 al nivel del mar.
- (1) es una ley general. (2) y (3) son condiciones antecedentes.

## Ejercicio: ¿Cómo se explican los siguientes fenómenos según el modelo ND?

1. El agua hirvió a 9°C en Santiago.
2. Este cable de cobre conduce la electricidad.
3. La sal se disolvió en este vaso de agua.

## Ejercicio: ¿Cómo se explican los siguientes fenómenos según el modelo ND?

1. El agua hirvió a 92°C en Santiago.
  - El agua se encontraba a 500 m s. n. m.
  - A 500 m s. n. m. la presión atmosférica es  $p$ .
  - A presión  $p$ , el punto de ebullición del agua es 92°C.
2. Este cable de cobre conduce la electricidad.
3. La sal se disolvió en este vaso de agua.



## Ejercicio: ¿Cómo se explican los siguientes fenómenos según el modelo ND?

1. El agua hirvió a 9°C en Santiago.
2. Este cable de cobre conduce la electricidad.
  - El cobre tiene las propiedades electroquímicas  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .
  - Este cable es de cobre.
  - Los objetos con las propiedades  $p_1, p_2, \dots, p_n$  conducen la electricidad.
3. La sal se disolvió en este vaso de agua.

## Ejercicio: ¿Cómo se explican los siguientes fenómenos según el modelo ND?

1. El agua hirvió a 9°C en Santiago.
2. Este cable de cobre conduce la electricidad.
3. La sal se disolvió en este vaso de agua.
  - La sal se disuelve en agua en condiciones  $c_1, c_2, \dots, c_n$
  - Este vaso de agua estaba en condiciones  $c_1, c_2, \dots, c_n$

# Condiciones de adecuación

Dar una explicación es dar un argumento, pero no cualquier argumento es una explicación.

Cuatro condiciones para que un argumento sea una explicación:

# Condiciones de adecuación

Dar una explicación es dar un argumento, pero no cualquier argumento es una explicación.

Cuatro condiciones para que un argumento sea una explicación:

- (R1) El *explanandum* debe ser **consecuencia lógica** del *explanans*.

# Condiciones de adecuación

Dar una explicación es dar un argumento, pero no cualquier argumento es una explicación.

Cuatro condiciones para que un argumento sea una explicación:

- (R1) El *explanandum* debe ser **consecuencia lógica** del *explanans*.
- (R2) El *explanans* debe contener **leyes generales**, y éstas deben ser **necesarias** para la derivación del *explanandum*.

# Condiciones de adecuación

Dar una explicación es dar un argumento, pero no cualquier argumento es una explicación.

Cuatro condiciones para que un argumento sea una explicación:

- (R1) El *explanandum* debe ser **consecuencia lógica** del *explanans*.
- (R2) El *explanans* debe contener **leyes generales**, y éstas deben ser **necesarias** para la derivación del *explanandum*.
- (R3) El *explanans* debe tener **contenido empírico**.

# Condiciones de adecuación

Dar una explicación es dar un argumento, pero no cualquier argumento es una explicación.

Cuatro condiciones para que un argumento sea una explicación:

- (R1) El *explanandum* debe ser **consecuencia lógica** del *explanans*.
- (R2) El *explanans* debe contener **leyes generales**, y éstas deben ser **necesarias** para la derivación del *explanandum*.
- (R3) El *explanans* debe tener **contenido empírico**.
- (R4) Los enunciados que constituyen el *explanans* deben ser **verdaderos**.

## Condiciones de adecuación

Dar una explicación es dar un argumento, pero no cualquier argumento es una explicación.

Cuatro condiciones para que un argumento sea una explicación:

- (R1) El *explanandum* debe ser **consecuencia lógica** del *explanans*.
- (R2) El *explanans* debe contener **leyes generales**, y éstas deben ser **necesarias** para la derivación del *explanandum*.
- (R3) El *explanans* debe tener **contenido empírico**.
- (R4) Los enunciados que constituyen el *explanans* deben ser **verdaderos**.

(R1)-(R3) son **condiciones lógicas**; (R4) es una condición **empírica**.



# El problema de las leyes

¿Qué es una **ley general**?

# El problema de las leyes

¿Qué es una **ley general**?

- Primera aproximación: enunciado universal

# El problema de las leyes

¿Qué es una **ley general**?

- Primera aproximación: enunciado universal

¡No cualquier enunciado universal constituye una ley!

# El problema de las leyes

¿Qué es una **ley general**?

- Primera aproximación: enunciado universal

¡No cualquier enunciado universal constituye una ley!

- «Todos y todas los/as estudiantes de este salón son estudiosos/as.»
- «Todas las ciudades de Chile están en el hemisferio sur.»
- «Todas las manzanas en mi refrigerador son amarillas.»

# El problema de las leyes

¿Qué es una **ley general**?

- Primera aproximación: enunciado universal

¡No cualquier enunciado universal constituye una ley!

- «Todos y todas los/as estudiantes de este salón son estudiosos/as.»
- «Todas las ciudades de Chile están en el hemisferio sur.»
- «Todas las manzanas en mi refrigerador son amarillas.»

Entre los enunciados universales, ¿qué distingue a las leyes generales (o **enunciados legaliformes**)?

# Propiedades de los enunciados legaliformes

Hempel y Oppenheim identifican cuatro propiedades de un **enunciado legaliforme**.

# Propiedades de los enunciados legaliformes

Hempel y Oppenheim identifican cuatro propiedades de un **enunciado legaliforme**.

1. Tiene forma universal.

# Propiedades de los enunciados legaliformes

Hempel y Oppenheim identifican cuatro propiedades de un **enunciado legaliforme**.

1. Tiene forma universal.
2. Su **alcance es ilimitado**.



# Propiedades de los enunciados legaliformes

Hempel y Oppenheim identifican cuatro propiedades de un **enunciado legaliforme**.

1. Tiene forma universal.
2. Su **alcance** es **ilimitado**.
3. No contienen designaciones a **objetos particulares**.

# Propiedades de los enunciados legaliformes

Hempel y Oppenheim identifican cuatro propiedades de un **enunciado legaliforme**.

1. Tiene forma universal.
2. Su **alcance** es **ilimitado**.
3. No contienen designaciones a **objetos particulares**.
4. Solo contienen **predicados cualitativos**.

# Alcance ilimitado

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si cuantifica sobre **todos** los objetos del universo.

# Alcance ilimitado

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si cuantifica sobre **todos** los objetos del universo.

«El agua hierve a 100°C.»

$\forall(x)(Ax \supset Hx)$

# Alcance ilimitado

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si cuantifica sobre **todos** los objetos del universo.

«El agua hierve a 100°C.»

$\forall(x)(Ax \supset Hx)$

- Son objetos finitos.
- Es un **asunto empírico** saber si estos objetos son finitos.

# Alcance ilimitado

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si cuantifica sobre **todos** los objetos del universo.

«El agua hierve a 100°C.»

$$\forall(x)(Ax \supset Hx)$$

«Los objetos en Urano son esféricos.»

$$\forall(x)(Ux \supset Ex)$$

- Son objetos finitos.
- Es un **asunto empírico** saber si estos objetos son finitos.

# Alcance ilimitado

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si cuantifica sobre **todos** los objetos del universo.

«El agua hierve a 100°C.»

$\forall(x)(Ax \supset Hx)$

- Son objetos finitos.
- Es un **asunto empírico** saber si estos objetos son finitos.

«Los objetos en Urano son esféricos.»

$\forall(x)(Ux \supset Ex)$

- Son objetos finitos.
- Se sigue del **significado** de «los objetos en Urano» que son finitos.

# Alcance ilimitado

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si cuantifica sobre **todos** los objetos del universo.

«El agua hierve a 100°C.»

$\forall(x)(Ax \supset Hx)$

- Son objetos finitos.
- Es un **asunto empírico** saber si estos objetos son finitos.

«Los objetos en Urano son esféricos.»

$\forall(x)(Ux \supset Ex)$

- Son objetos finitos.
- Se sigue del **significado** de «los objetos en Urano» que son finitos.

Un enunciado universal tiene **alcance ilimitado** si es un asunto empírico, y no lógico, si refiere a objetos finitos.



## Referencia a objetos particulares

Un enunciado legaliforme no puede contener **referencia a objetos particulares**.

# Referencia a objetos particulares

Un enunciado legaliforme no puede contener **referencia a objetos particulares**.

## Legaliforme

- El agua hierve a 100°C a presión estándar.
- El oro es maleable.
- Las rocas se forman en volcanes.

# Referencia a objetos particulares

Un enunciado legaliforme no puede contener **referencia a objetos particulares**.

## Legaliforme

- El agua hierve a 100°C a presión estándar.
- El oro es maleable.
- Las rocas se forman en volcanes.

## No legaliforme

- El agua en **Santiago** hierve a 92°C.
- El oro en **Chile** es maleable.
- Las rocas de **Hawaii** se forman en volcanes.

# Referencia a objetos particulares

Un enunciado legaliforme no puede contener **referencia a objetos particulares**.

## Legaliforme

- El agua hierve a 100°C a presión estándar.
- El oro es maleable.
- Las rocas se forman en volcanes.

## No legaliforme

- El agua en **Santiago** hierve a 92°C.
- El oro en **Chile** es maleable.
- Las rocas de **Hawaii** se forman en volcanes.

La referencia a objetos particulares **restringe artificialmente** el alcance del enunciado.

# Predicados cualitativos

Cada predicado en el enunciado debe designar una **propiedad** (y no una construcción lógica).

# Predicados cualitativos

Cada predicado en el enunciado debe designar una **propiedad** (y no una construcción lógica).

- «Todas las esmeraldas son verdes.»
  - Verdul: Verde si examinado antes de  $t$ , azul si examinado después de  $t$ .

# Predicados cualitativos

Cada predicado en el enunciado debe designar una **propiedad** (y no una construcción lógica).

- «Todas las esmeraldas son verdes.»
  - Verdul: Verde si examinado antes de  $t$ , azul si examinado después de  $t$ .
- «Verdul» está definido como construcción lógica sobre «verde» y «azul», por lo que no es un predicado **cualitativo**.

# Predicados cualitativos

Cada predicado en el enunciado debe designar una **propiedad** (y no una construcción lógica).

- «Todas las esmeraldas son verdes.»
  - Verdul: Verde si examinado antes de  $t$ , azul si examinado después de  $t$ .
- «Verdul» está definido como construcción lógica sobre «verde» y «azul», por lo que no es un predicado **cualitativo**.

Según Hempel y Oppenheim, «verde», «suave», «caliente» son predicados cualitativos; «más alto que la Torre Eiffel», «lunar», «ártico» no lo son.



# Resumen

Explicar un fenómeno es dar un **argumento deductivo** de un *explanans* a un *explanandum*.

Explanans

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow$  Leyes generales

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow$  Condiciones antecedentes

---

$E \leftarrow$  Explanandum

Las leyes deben ser legaliformes:

1. Tener forma universal
2. Alcance ilimitado
3. No referir a objetos particulares
4. Solo contener predicados cualitativos

# Asimetrías explicativas

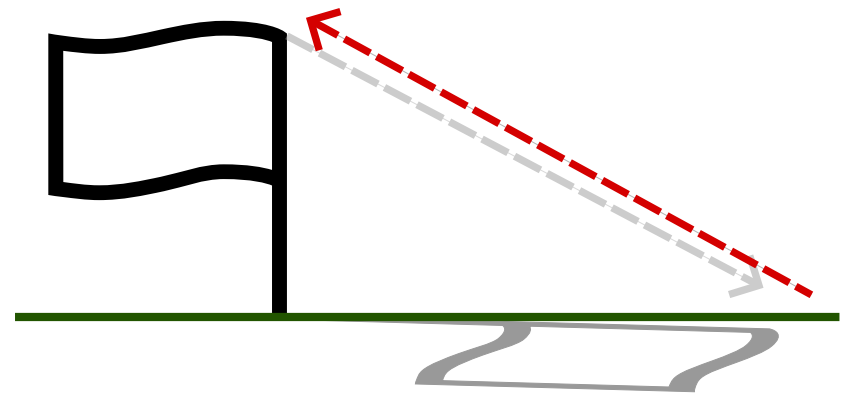
El modelo ND no distingue el **orden causal** de la explicación.

# Asimetrías explicativas

El modelo ND no distingue el **orden causal** de la explicación.

- La altura de un poste **explica** la longitud de su sombra.
- La longitud de la sombra **explica** la altura del poste.

¿Cómo distinguimos entre una u otra explicación?



# Irrelevancias explicativas

El modelo ND es insensible a factores **causalmente irrelevantes**.

# Irrelevancias explicativas

El modelo ND es insensible a factores **causalmente irrelevantes**.

## Pastillas anticonceptivas

¿Por qué «Pedro (hombre cis) no queda en embarazo»?

(C) Pedro toma pastillas anticonceptivas.

(L) Las personas que toman pastillas anticonceptivas no quedan en embarazo.

(E) Pedro no queda en embarazo.

# Irrelevancias explicativas

El modelo ND es insensible a factores **causalmente irrelevantes**.

## Pastillas anticonceptivas

¿Por qué «Pedro (hombre cis) no queda en embarazo»?

(C) Pedro toma pastillas anticonceptivas.

(L) Las personas que toman pastillas anticonceptivas no quedan en embarazo.

(E) Pedro no queda en embarazo.

Esta explicación resulta válida para el modelo ND, pero es intuitivamente inaceptable.

Si bien hay elementos lógicos en la explicación, parece que también debe haber elementos **causales**.

Si bien hay elementos lógicos en la explicación, parece que también debe haber elementos **causales**.

Las relaciones causales son asimétricas.

- No podemos invertir la relación causa-efecto.



Si bien hay elementos lógicos en la explicación, parece que también debe haber elementos **causales**.

Las relaciones causales son asimétricas.

- No podemos invertir la relación causa-efecto.

Las relaciones causales no admiten sobredeterminación.

- Si  $C_1$  causó  $E$ ,  $C_2$  no pudo haber causado  $E$ .

Si bien hay elementos lógicos en la explicación, parece que también debe haber elementos **causales**.

Las relaciones causales son asimétricas.

- No podemos invertir la relación causa-efecto.

Las relaciones causales no admiten sobredeterminación.

- Si  $C_1$  causó  $E$ ,  $C_2$  no pudo haber causado  $E$ .

El análisis lógico (por sí solo) no es sensible a estos factores causales.

# El modelo nomológico-deductivo

Explicar un fenómeno es **subsumirlo** bajo una ley.

- Dar un argumento deductivo que vaya de y (*explanans*) al fenómeno a explicar (*explanandum*).

Explanans

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow$  Leyes generales

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow$  Condiciones antecedentes

---

$E \leftarrow$  Explanandum

# Definiendo enunciados legaliformes

Una ley es un enunciado con forma de ley (i.e., **legaliforme**) verdadero.

Un **enunciado legaliforme** cumple cuatro condiciones:

1. Tiene forma universal.
2. Alcance ilimitado.
3. No contiene referencia a objetos particulares.
4. Solo contiene predicados cualitativos.

El modelo ND enfrenta problemas derivados de no ser sensible a **factores cauales** e **inductivos**.

- Las explicaciones ND, en muchos casos, son simétricas, pero las explicaciones científicas no.
- Las explicaciones ND no distinguen factores causalmente irrelevantes.
- Las explicaciones ND requieren solucionar problemas sobre la inducción.