

# 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

# Objetivos

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.

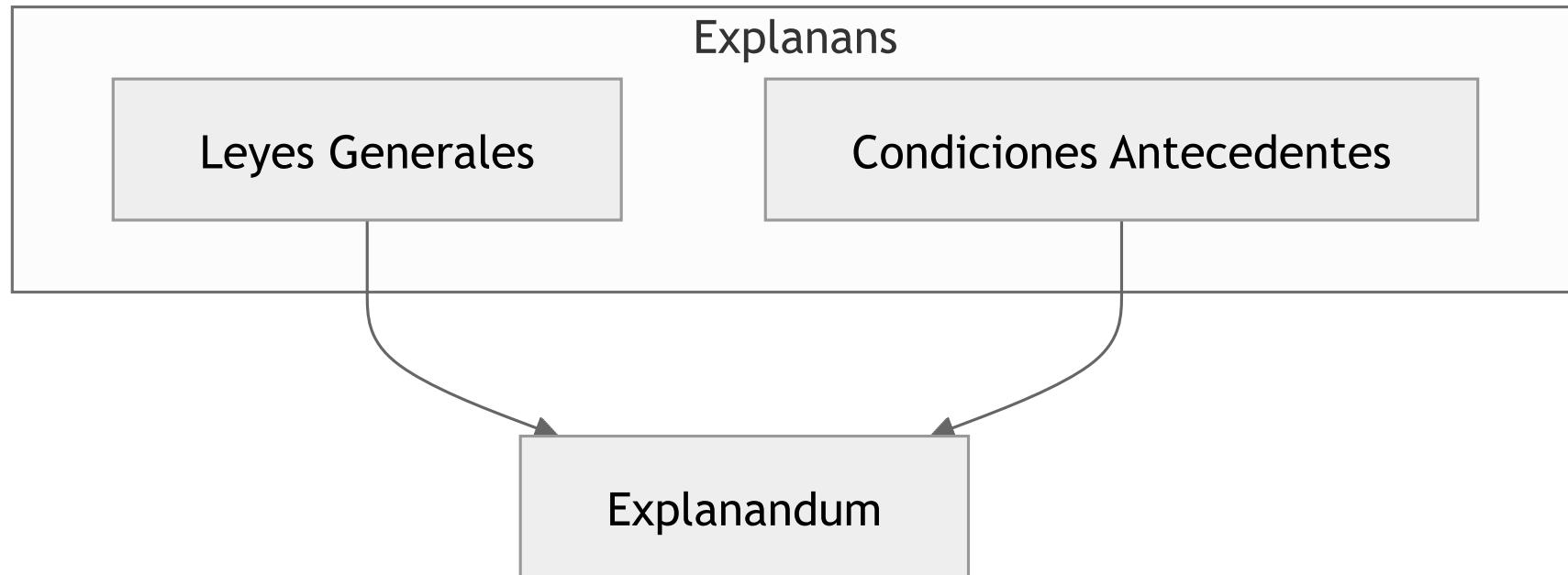
- «Las cosas frágiles, cuando chocan con algo duro, se rompen.»

## **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°C sobre el nivel del mar.
- (2) Este hielo estaba expuesto a temperaturas mayores a 0°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°C sobre el nivel del mar.
  - (2) Este hielo estaba expuesto a temperaturas mayores a 0°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 hiere 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 hiere 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 hiere 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.»

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

## Alcance ilimitado

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

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

## No legaliforme

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

## No legaliforme

- El agua en *Santiago* hiere 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 verdules.»
  - 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 verdules.»
  - 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 verdules.»
  - 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*.

$$\begin{array}{c} \text{Explanans} \\ L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \leftarrow \text{Leyes generales} \\ C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \leftarrow \text{Condiciones antecedentes} \\ \hline E \leftarrow \text{Explanandum} \end{array}$$

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

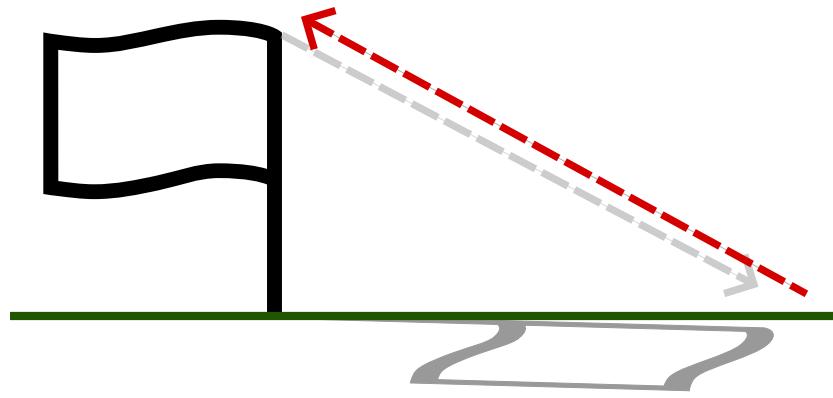
El modelo ND no distingue el **orden causal** de la explicación.

## 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.

## Lecciones

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

## Lecciones

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.

# Problemas

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.