El problema de la inducción

Juan R. Loaiza

Filosofía de las Ciencias

Universidad Alberto Hurtado

2025-II

Universidad Alberto Hurtado

¿Cómo se obtiene el conocimiento científico?

Buena parte de nuestro conocimiento científico se obtiene por la observación.

- Mediciones
- Experimentos

Cuando observamos el mundo, lo hacemos es momentos finitos.

- No podemos observar todos los objetos ni eventos existentes en la historia.

Inducción en la ciencia

A pesar de que la ciencia trabaja con observaciones limitadas, sus enunciados pretenden **generalidad**.

Las inferencias que nos permiten pasar de enunciados limitados a conclusiones generales se conocen como **inferencias inductivas** o **inducción**.

La inducción es, entonces, fundamental para el conocimiento científico.

El problema de la inducción

El **problema de la inducción** consiste en el problema de ofrecer una teoría de la **justificación** para inferencias inductivas.

Podemos asumir que existen inferencias inductivas justificadas e injustificadas.

Todos los días en el pasado ha salido el sol.

Por lo tanto, mañana saldrá el sol.

Nunca al pasarme un semáforo en rojo me he accidentado.

Por lo tanto, si me paso este semáforo en rojo, no me accidentaré.

¿Qué distingue una inferencia de otra?

Objetivos de la sesión

1. Repasaremos teoría de la argumentación y los conceptos de «validez» y «solidez».
2. Analizaremos el problema clásico de la inducción según Hume.
3. Compararemos el problema clásico con el nuevo problema formulado por Goodman.
4. Discutiremos algunos intentos de solución del problema de la inducción.

Definiciones

Un argumento es un **conjunto de proposiciones**, tales que unas se infieren de otras.

Argumento

Conjunto de proposiciones en el que una (llamada "conclusión") se **infiere** de otras (llamadas las "premisas").

Un buen argumento debe satisfacer dos condiciones:

Validez

Su conclusión **se sigue** de las premisas.

Solidez

Es **válido** y sus premisas son **verdaderas**.

Ejemplos

"Santiago es la capital de Chile. Yo vivo en Santiago, así que yo vivo en Chile."

(P1) Santiago es la capital de Chile
(P2) Yo vivo en Santiago.
(C) Yo vivo en Chile.

Este argumento es **válido**, pues es imposible que sus premisas sean verdaderas mientras la conclusión sea falsa.

También es **sólido**, pues sus premisas son verdaderas.

Ejemplos

“Montevideo es la capital de Uruguay. Yo vivo en Montevideo, así que vivo en Uruguay.”

(P1)	Montevideo es la capital de Uruguay.
(P2)	Yo vivo en Montevideo.
(C)	Yo vivo en Uruguay.

Este argumento es **válido**, pero no es **sólido**.

- Su conclusión se sigue (necesariamente) de las premisas, pero contiene **premisas falsas** (específicamente (P2)).

Ejemplos

"Si soy rico, seré muy feliz. No soy rico, así que no soy feliz."

(P1) Si soy rico, seré muy feliz.
(P2) No soy rico.
(C) No soy feliz.

Este argumento es **inválido**, pues su conclusión **no se sigue** de las premisas.

- Ser rico puede ser **suficiente** pero no **necesario** para ser feliz.

Si el argumento es **inválido**, automáticamente **no es sólido**.

Ejemplos

¿Cuáles de los siguientes argumentos son válidos? ¿Cuáles son sólidos?

Argumentos deductivos e inductivos

Hay dos tipos de argumentos:

Deductivos

Su conclusión se sigue **necesariamente** de las premisas.

- “Todos los tigres tienen rayas. Tony es un tigre, así que Tony tiene rayas.”

Inductivos

Su conclusión se sigue **probablemente** de las premisas.

- “La mayoría de tigres tienen rayas. Tony es un tigre, así que Tony tiene rayas.”

Ejercicios

¿Cuáles de los siguientes argumentos son deductivos y cuáles son inductivos?

¿Cuáles de ellos son válidos y cuáles inválidos?

Entre los argumentos válidos, ¿cuáles son sólidos y cuáles no lo son?

El problema según Hume

La formulación tradicional del problema de la inducción de atribuye a Hume.

- Todo razonamiento se divide en razonamiento sobre **relaciones de ideas** (deductivo) o **cuestiones de hecho** (inductivo).
- Nuestro conocimiento científico viene por la experiencia, i.e., razonamiento sobre **cuestiones de hecho**.
- Las conclusiones en inferencias por cuestiones de hecho **no se siguen necesariamente**.

El problema según Hume

Todo razonamiento inductivo, según Hume, tiene la forma:

(P1) He observado que en el pasado las cosas han sido así o asá.
(P2) **El futuro se parecerá al pasado.**
(C) En el futuro las cosas serán así o asá.

¿Qué justifica creer en (P2)?

Segúgn Hume, formamos ciertos **hábitos** con mayor o menor fuerza.

- ¿Es esta una respuesta o una concesión?

Del viejo al nuevo problema de la inducción

Goodman nota que Hume formuló el problema clásico, pero sostiene que el problema merece una reformulación.

- Según Hume, lo que justifica la inferencia inductiva es la fuerza del **hábito**.
- ¿Pero qué explica que ciertos hábitos se formen y no otros?

Hume considera dos alternativas para justificar (P2):

- Las inferencias inductivas se justifican sobre inferencias **deductivas**.
- Hay algo **extralógico** que justifica estas inferencias.

Justificación de inferencias deductivas

Comencemos por qué justifica las inferencias **deductivas**.

- Una inferencia deductiva es válida si cumple con las **reglas de la lógica**.

¿De dónde salen las **reglas de la lógica**? ¿Qué las justifica?

Hay reglas que podemos demostrar sobre la base de otras reglas.

$P \to Q; \neg Q \vdash \neg P$	**Modus tollendo tollens**
$P \vee Q; \neg P \vdash Q$	**Silogismo disyuntivo**

Hay reglas que debemos asumir como **básicas**.

$P \wedge Q \vdash P$	**Simplificación**
$P \to Q; P \vdash Q$	**Modus ponendo ponens**

Las bases de la lógica

Un proyecto a comienzos de siglo XX consistía en buscar el número **mínimo** de reglas que debemos asumir como básicas.

- Por ejemplo, no tenemos que admitir MT como regla básica, pero sí MP.

Este proyecto buscaba formular **axiomas** para la lógica (proposicional o de primer orden).

Ejemplo: Axiomas de Łukasiewicz

$\varphi \to (\psi \to \varphi)$

$\varphi \to (\psi \to \chi)) \to ((\varphi \to \psi) \to (\varphi \to \chi))$

$(\neg\varphi \to \neg\psi) \to (\psi \to \varphi)$

Hacia una lógica inductiva

¿Podemos hacer algo similar con las inferencias inductivas?

- Podríamos demostrarlas a partir de reglas deductivas con algún principio adicional.

El intento más notable de formular una lógica inductiva se debe a Rudolf Carnap.

- Lógica deductiva junto con cálculo de probabilidades.
- **Fundamentos lógicos de la probabilidad** (1950)
- Distinción entre probabilidad epistémica y estadística.

Reglas de inferencia y prácticas deductivas

Goodman nota que si bien la axiomática es interesante, necesitamos primero **ejemplares** de inferencias **aceptables e inaceptables**.

> Los principios de inferencia deductiva se justifican por su **conformidad** con la **práctica deductiva aceptada**. Su validez depende de su concordancia con las inferencias deductivas particulares que **efectivamente hacemos** y sancionamos. Si una regla da lugar a inferencias inaceptables, la desechamos como inválida. La justificación de reglas generales se deriva, así, a partir de juicios de rechazo o aceptación de inferencias deductivas particulares. (p. 100, énfasis propio)

Partimos de ejemplares claros, formulamos reglas y axiomas, y revisamos casos grises.

Reglas de inferencia y prácticas deductivas

Lo mismo ocurre con las inferencias inductivas.

> Todo esto se aplica igualmente bien a la inducción. También una inferencia inductiva se justifica por conformidad con reglas generales, y una regla general por conformidad con inferencias inductivas aceptadas. (p. 100 énfasis propio)

Necesitamos entonces una idea clara de **inferencia inductiva válida/inválida** para formular una lógica de la inducción.

- ¿Sobre qué principios distinguimos inferencias inductivas válidas e inválidas?

El problema de la confirmación

Una manera inicial de ver el problema es como uno de **confirmación**.

- Una inferencia inductiva de un cuerpo de evidencia (e) a una hipótesis (H) es válida si la evidencia *apoya* la hipótesis.
- Un enunciado e apoya la hipótesis H si $H \to e$ (H implica lógicamente e).

Bastaría con saber qué consecuencias lógicas tendría H para sabe qué evidencia la confirma.

Ejemplo

Encontrar un cuervo negro a apoya la hipótesis:

«Todos los cuervos son negros»

porque

$$(\forall x(Cx \to Nx) \land Ca) \to Na$$

Problemas con la definición ingenua

El problema con la definición anterior es que si es correcta, **todo enunciado confirma cualquier otro**.

1. Consideremos un enunciado S_1.
2. S_1 es una consecuencia de cualquier enunciado $S_1 \wedge \phi$.
3. Entonces, S_1 confirma $S_1 \wedge \phi$.
4. ϕ es una consecuencia de $S_1 \wedge \phi$
5. ϕ está confirmada por S_1.

¿Dónde está el problema?

- Goodman anota que si bien aunque **algunos** enunciados que confirman H son consecuencias de H, **no toda consecuencia** de H la confirma.
- La evidencia que cuenta en favor de una hipótesis no solo se debe a ser consecuencia lógica de la hipótesis.

El nuevo problema de la inducción

¿Qué hemos logrado hasta ahora?

- La confirmación de una hipótesis no depende únicamente de su forma lógica (sintáctica).
- No depende solo de estudiar sus consecuencias lógicas.
- Algunos procesos inductivos parecen aceptables y otros inaceptables:

Observar instancias de cobre que conduzcan electricidad apoya: «El cobre conduce la electricidad».	Observar personas en la sala que tienen cabello largo no apoya: «Todos/as los/las estudiantes tienen cabello largo.»

¿Existe alguna diferencia sustancial entre estos tipos de hipótesis?

Verde y verdul

Supongamos que todas las esmeraldas examinadas antes de hoy (o cualquier otro momento t) lucen verdes.

- Observamos varias esmeraldas $e_1, e_2 ... e_n$ que resultan lucir verdes.
- Inferimos la hipótesis: «Las esmeraldas son verdes».

Goodman ahora introduce un predicado artificial: .

Verdul

Un objeto es **verdul** si luce verde si ha sido **examinado antes de** t, y azul si es examinado después.

Problemas con «verdul»

¿Son las esmeraldas **verdes** o son **verdules**?

- No pueden ser ambas. Estos predicados son mutuamente excluyentes.

Tenemos que buscar formas de dirimir entre estas dos hipótesis.

- ¿Existe evidencia que podamos usar para determinar si las esmeraldas son verdes o verdules?
- ¿Podemos dirimir esta discusión empíricamente?

Problemas con «verdul»

Problema: ¡Ambas hipótesis están igualmente respaldadas por la evidencia!

- Asumamos que encontramos una esmeralda que, actualmente, luce verde.
- ¿Es esta esmeralda **verde** o **verdul**?

¡No podemos saberlo!

- No sabemos si en el futuro este objeto se tornará azul (si es verdul) o no (si es verde).
- Tenemos tan buenas razones para pensar que la esmeralda siempre será verde (i.e., es verde) a que en el futuro se tornará azul (i.e., es verdul).

Si esto es así, ninguna esmeralda que encontremos nos permitirá dirimir entre estas hipótesis.

Ejemplo: Conducción del cobre

Consideremos la hipótesis «El cobre conduce la electricidad».

Según este enunciado, querríamos inferir de toda muestra de cobre que encontremos que conducirá la electricidad.

En sentido estricto, tenemos evidencia de que si algo es de cobre (y ya lo hemos examinado), conducirá la electricidad.

$$\forall x(Cx \rightarrow (E(x,t) \land Cond(x)) \lor (\neg E(x,t) \land \neg Cond(x))))$$

Supongamos que encontramos, entonces, una muestra de cobre.

- ¿Conducirá esta muestra la electricidad?

Ejemplo: Conducción del cobre

Lo único que sabemos de nuestra muestra es que es de cobre y que no la hemos examinado todavía.

$$Cc \wedge \neg E(c, t)$$

Una consecuencia de nuestra hipótesis anterior es que nuestra muestra se comportará así:

$$Cc \rightarrow (E(c, t) \wedge Cond(c)) \vee (\neg E(c, t) \wedge \neg Cond(c)))$$

Dado que nuestra muestra es de cobre, ella conduce la electricidad y ha sido examinada antes de t, o no conduce la electricidad y no ha sido examinada antes de t.

$$(E(c, t) \wedge Cond(c)) \vee (\neg E(c, t) \wedge \neg Cond(c)))$$

Sabemos que no hemos examinado la muestra antes de t, por lo que sabemos que:

$$\neg(E(c, t) \wedge Cond(c))$$

De lo anterior, se sigue necesariamente que la muestra no conduce la electricidad y no ha sido examinada antes de t:

$$\neg E(c, t) \wedge Cond(c)$$

Luego, debemos concluir que la muestra **no conduce la electricidad**.

$$\neg Cond(c)$$

Lecciones de «verdul»

Es claro que «verdul» o el predicado "conduce la electricidad y fue examinado antes de t o no conduce electricidad y no ha sido examinado antes de t" son **predicados extraños**.

- La pregunta es: **¿cómo distinguimos predicados extraños de predicados normales?**

Podríamos apelar a que necesitamos acrobacias lógicas para definir «verdul», pero no para definir «verde».

- El problema es que **podamos** hacer acrobacias lógicas, no que las hagamos.

Consecuencia: (Al parecer) No podemos determinar qué cuenta como evidencia de una hipótesis apelando únicamente a factores lógicos.

Resumen

Para resolver el problema de la inducción, debemos distinguir **inferencias inductivas válidas** e inválidas.

- Para ello, debemos distinguir **predicados extraños** de **predicados normales**.
- Solo aceptaríamos inferencias inductivas sobre predicados normales.
- Siempre podemos formular predicados extraños sobre la base de la evidencia disponible.
- Toda la evidencia hasta el momento apoya un sinnúmero de hipótesis posibles.

Algunas soluciones

Existen varias propuestas para enfrentar el problema de la inducción.

- Mostrar por qué los predicados extraños (e.g., «verdul») son **ilegítimos**.
- Mostrar que podemos escoger «verde» sobre «verdul» (e hipótesis similares) por alguna **preferencia razonable**.
- Buscar racionalidad científica **sin resolver** el problema de la inducción.

1. Excluir predicados extraños

La primera alternativa es insistir en que «verdul» es un predicado **ilegítimo**.

- "«Verdul» no es una **propiedad** del mundo, mientras que «verde» sí lo es."
- "Los objetos «verdules» no forman una **clase natural**, mientras que los objetos verdes sí."
- "«Verdul» incluye en su definición **predicados inadmisibles** en una hipótesis (e.g., 'Examinado antes de t')."

Estas alternativas buscan mantener el proyecto de **fundamentar** la justificación de inferencias inductivas.

- Parecen exigir consideraciones **lógicas** o **metafísicas**.

2. Escoger mejores predicados

Otras soluciones sostienen que lógicamente «verdul» y «verde» son aceptables, pero hay elementos **extralógicos** en juego.

- "«Verde» hace parte de **prácticas** inferenciales ya aceptadas." (Goodman)
- "«Verde» es un predicado más **simple** que «verdul», y debemos preferir teorías simples (por Navaja de Ockham)."

Estas respuestas exigen aceptar tesis **pragmatistas** sobre tesis **realistas**.

- A algunas soluciones se les conoce como aproximaciones "epistemology-first" (vs. "metaphysics-first").

3. No solucionar el problema

Otros dejan el problema de la inducción de lado y buscan encontrar justificación entre hipótesis de otras maneras.

- Aunque no resolvamos el problema de la inducción, debemos escoger ciertas hipótesis sobre otras.
- Podemos escoger hipótesis más **falseables** (Popper, ¡próxima sesión!)
- Escogemos hipótesis por factores lógicos, pero también **sociales** (Kuhn, Bloor).

Resumen

El problema de la inducción consiste en la pregunta:

¿Cómo se justifican las inferencias inductivas?

Aprendimos que no es fácil responder **apelando exclusivamente** a asuntos de la **lógica**.

- La evidencia hasta el momento apoya infinitas hipótesis posibles.
- No podemos decidir entre hipótesis únicamente sobre la base de evidencia previa.

Necesitamos todavía una teoría de la inducción que aclare cuáles inferencias inductivas son válidas y cuáles no lo son.