Cuadernos de Trabajo en Filosofía de la Ciencia

#4. Teoría Clásica de la Confirmación Científica

Iñaki San Pedro

Departamento de Lógica y Filosofía Teórica
Universidad Complutense de Madrid

09/2023 (v1.02)

Confirmación científica

Intro

Terminología

Hipótesis:

Enunciados científicos no deducibles directamente de un conjunto de enunciados singulares.

- Deben ser finalmente corroboradas —o no— a partir de observaciones empíricas → *confirmación de hipótesis*.

Confirmación y verdad:

› Las hipótesis/teorías deben [—o simplemente pueden—] encontrar experiencias/casos que las corroboren [—que las apoyen—] ...

› Y en la medida en que crece el número de tales experiencias/casos, crece el *grado de confirmación* de la teoría/hipótesis —i.e. más se aproxima ésta a la *verdad*.

Cuanto mayor sea la confirmación de una teoría (de sus hipótesis) más *probablemente verdadera* será ésta.

(El *grado de confirmación* mide además el *poder predictivo* de las teorías.)

Veremos que esto se corresponde con una nueva caracterización de la ciencia:

> Dejada atrás la pretensión de *verificar* teorías, o hipótesis —*verificabilidad* en los primeros criterios de demarcación del empirismo lógico—, lo que caracteriza la ciencia es que sus teorías son *confirmables* —en lugar de verificables— cada vez en mayor medida, i.e. en mayor *grado*.

Confirmación de hipótesis

Método inductivo —Inducción por enumeración

Criterio de Nicod

> Una hipótesis de la forma "Todos los X son a" queda confirmada por sus casos específicos positivos, es decir por los casos de X que también son a.

Ventajas:

· Capacidad de confirmación de leyes universales;

Problemas:

· A diferencia de la confirmación por aplicación del método hipotético-deductivo —más abajo—, los casos particulares no necesariamente soportan inductivamente una hipótesis:

· Problemas relacionados con la inferencia a entidades no observables [▶ Goodman (1955), *Fact, fiction and forecast*]: "The New Riddle of Induction" (esmeraldas "verdules" y "azurdes").

Inducción probabilística —Carnap

[▶ Carnap (1950), *The Logical foundations of probability*]

› Aplicación de la *probabilidad* a la confirmación de hipótesis:

$p(h) \equiv$ "probabilidad de una hipótesis" —i.e. [probabilidad] de que h sea verdadera.

→ [La probabilidad de h, i.e.] $p(h)$ proporciona el *grado de confirmación* de la hipótesis h [—de la teoría] ...

... que —para una hipótesis verdadera— debe aumentar [—crecer—] a medida que recabamos mayor evidencia e, i.e.

$$p(h|e) > p(h).$$

- El grado de confirmación de una hipótesis, expresado numéricamente como $p(h)$, debe crecer a medida que vamos incorporando evidencia:

$$p(h|e) > p(h).$$

Donde $p(h|e)$ es la probabilidad condicional de la hipótesis h dada la evidencia e.
(Esta expresión es un antecesor del teorema de Bayes $\rightarrow$ Bayesianismo!)

- Bajo esta forma de entender el grado de confirmación, diremos que una hipótesis h_1 es más favorable que otra h_2, bajo la misma evidencia e —i.e. considerando el mismo cuerpo de evidencia— si:

$$p(h_1|e) > p(h_2|e).$$

Problemas:

- Cómo fijar la probabilidad "inicial" de una hipótesis h.
- Leyes universales H tienen probabilidad cero, i.e. $p(H) = 0$!

  Leyes universales:

  Establecen que algo se cumple en todo lugar y en todo momento —normalmente contienen (o se expresan por medio de) cuantificadores universales—
  - Su ámbito de aplicación es *infinitamente* grande en relación al número de casos particulares que las corroboran, i.e. en relación a la evidencia (positiva) observada, e incluso potencialmente observable.
  - La evidencia necesaria para aumentar su probabilidad necesita ser *infinita*, i.e. $e \rightarrow \infty$!

[Aplicación del] Método hipotético deductivo

[▶ Hempel (1965), *Studies of logic and confirmation*]

> "Una hipótesis, o teoría, queda confirmada si, junto con una serie de enunciados auxiliares, implica lógicamente, y de forma deductiva, un dato u observación empírica."

Hipótesis h [—no derivable directamente de enunciados empíricos—] $\rightarrow$ consecuencias lógicas $\rightarrow$ contrastación empírica [—con la evidencia e—] $\rightarrow$ confirmación [—o refutación, de la hipótesis].

Esta forma de confirmar hipótesis está también en la base de los modelos de explicación —científica— nomológicos-deductivos!

Ventajas:

- Permite la confirmación de enunciados universales —i.e. leyes universales;
- Permite la confirmación de hipótesis relacionadas con entidades no observadas, siempre y cuando éstas tengan consecuencias observables;
- Principios deductivos mucho mejor comprendidos y justificables que los principios inductivos!
- Parece ajustarse bastante bien a las prácticas que, de hecho, llevan a cabo los científicos —la "práctica científica."

Desventajas/Críticas/Problemas:

(i) Permite la confirmación, virtualmente, de cualquier teoría/hipótesis [▶ Glymour (1980)]:
   - Supongamos T, que implica la observación O, confirmada por la evidencia e.
   - Sea S un enunciado arbitrario —cualquiera.
   - Si T implica la observación O, entonces la teoría $T \wedge S$ también lo hace ...
   - ... por tanto, $T \wedge S$ también estará confirmada por la misma evidencia e que confirma T.
   - Pero S está elegida de forma arbitraria! $\rightarrow$ podemos confirmar un sinfín de teorías de esta forma.

(ii) Paradojas relacionadas con la teoría clásica de la confirmación:
  · La paradoja de los cuervos
  · La paradoja de la hipótesis añadida —generada por argumentos parecidos al de [▶ Glymour (1980)], más arriba.

(iii) Entidades no observadas —"the new riddle of induction" [▶ Goodman (1955), *Fact, fiction and forecast*].

Teoría clásica de la confirmación — Hempel

[▶ Hempel (1965), *Studies of logic and confirmation*]

› Se centra en enunciados expresados mediante condicionales materiales que contienen cuantificadores universales, i.e. *leyes generales*:
Ej.: $\forall x,\ Cx \rightarrow Nx \equiv$ "Todos los cuervos son negros."

"Cx" $\equiv$ "x es un cuervo"
"Nx" $\equiv$ "x es negro

› Se trata de evaluar las condiciones bajo las cuales una generalización empírica estaría confirmada (o refutada) por los casos particulares (o la ausencia de ellos) de sus antecedentes y sus consecuentes.

Teoría de la confirmación "modesta" en tanto que no pretende proporcionar un análisis completo de la noción de confirmación, y "minimalista" en tanto que construida a partir de unos pocos axiomas/premisas (bastante intuitivas) sobre la idea de confirmación

Elementos básicos (axiomas/premisas) de la teoría clásica de la confirmación

(i) El grado de confirmación de una hipótesis/teoría es *lógicamente independiente* de su valor de verdad:
- Una teoría falsa puede tener un alto grado de confirmación en un momento determinado …
  … y una teoría verdadera tener en cambio un grado de confirmación bajo.

(se desmarca de Carnap y se acerca a Reichenbach)

(ii) La relación entre la teoría/hipótesis y la evidencia a su favor (o en su contra) se entiende como la relación entre dos tipos de enunciados:
   (*a*) *enunciados teóricos* (que incluyen, al menos, una ley).
   (*b*) *enunciados observacionales* (que describen [, normalmente,] hechos particulares o [, en su caso,] regularidades fenomenológicas).

(iii) *Postulado de la instancia* (basado en el *Criterio de Nicod*):
Una generalización siempre recibe confirmación si se establece que una de sus instancias (casos particulares) es cierta, y refutación si es falsa.

Criterio de Nicod (para hipótesis condicionales):
- los casos particulares (instancias) de los antecedentes de una hipótesis h que son *también* casos particulares de de sus consecuentes, confirman h.

- los casos particulares de h que *no* son casos particulares de sus consecuentes, refutan H.
- la ausencia de casos particulares de los antecedentes de h ni confirman ni refutan h, cualquiera que sea el caso para los consecuentes de h.

Observación:
Con esta última premisa del criterio de Nicod, y gracias a la independencia lógica del grado de confirmación y el valor de verdad de una hipótesis h, evitamos los problemas que surgen al interpretar las leyes universales (con valor de verdad definido) como condicionales materiales, en los casos en que no se da el antecedente

---

(iv) *Condición de equivalencia lógica*:
Cualquier enunciado observacional que constituye evidencia, positiva o negativa, para una determinada hipótesis/teoría h, constituye el mismo tipo de evidencia, positiva o negativa, para una hipótesis/teoría h' lógicamente equivalente a la primera.

(v) *Condición de la consecuencia lógica*:
Si un enunciado observacional O es una consecuencia lógica de una teoría/hipótesis h, el establecimiento de la *verdad* de O constituye *evidencia en favor* de h; y su *falsedad* constituye *evidencia final en contra* de ésta (la "refuta").

(vi) *Condición de consecuencia especial*:
Si un enunciado observacional O constituye evidencia en favor (o en contra) de una teoría/hipótesis h, y si un cierto enunciado *teórico* t es consecuencia lógica de h, entonces O también constituye evidencia en favor (o en contra) de t.

Paradojas de la confirmación

Básicamente dos:

(i) La "Paradoja de los cuervos"

Sean T_1 y T_2 dos teorías de forma que:

· T_1 contiene una sola ley, L_1:

"Todos los cuervos son negros", i.e. $\forall x,\ Cx \to Nx$.

- T_2 contiene igualmente una sola ley, L_2:
  "Todas las cosas que no son negras no son cuervos", i.e. $\forall x,\ \neg Nx \to \neg Cx$.

(En ambos casos las leyes L_1 y L_2 están expresadas en términos de una implicación material.)

Es fácil ver que T_1 y T_2 son teorías *lógicamente equivalentes* —L_2 es la contraposición lógica de L_1—, i.e. ambas leyes expresan lo mismo!

Gráficamente:

../imagina/t1t2-eps-converted-to.pdf

Consideremos ahora el siguiente enunciado observacional:
O: "Esta nube es blanca."

De acuerdo con el *postulado de la instancia* —axioma (iii) [de la teoría clásica de la confirmación de de Hempel]— tenemos que O confirma T_2 (ya que es un caso particular positivo de la generalización que L_2 expresa).

Por otro lado [, sin embargo,] de acuerdo con el axioma (iv) de la teoría de Hempel —la *condición de equivalencia lógica*— [debemos admitir que] O confirma igualmente T_1 (ya que T_1 y T_2 son teorías lógicamente equivalentes).

» Conclusión: *La observación del color de esta nube confirma nuestra hipótesis/teoría sobre el color (negro) de los cuervos!*
(A partir de axiomas/premisas intuitivamente correctas, llegamos a una conclusión poco plausi-

ble, si no totalmente incorrecta.)

- Algo no funciona!
  A partir de axiomas/premisas perfectamente intuitivas (i.e. intuitivamente correctas), llegamos a una conclusión poco plausible (si no totalmente incorrecta):
  - la ciencia no confirma una teoría sobre un objeto x por medio de observaciones sobre cualquier otro y (arbitrario)

    Ej.: No confirmamos una hipótesis sobre el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra [que sigue una trayectoria elíptica, por ejemplo], o sobre las trayectorias que siguen las partículas elementales después de una colisión en un acelerador de partículas —como en CERN—, observando (y constatando) el color de las nubes, de unas sillas y mesas o de nuestros zapatos.

¿Qué no funciona?

Tanto (iii) —el *postulado de la instancia*— como (iv) —el *principio de equivalencia lógica*— parecen correctos intuitivamente y bastante aceptables!

- No parece fácil culpar a (iv) de la paradoja —ya que se sustenta en un principio lógico fundamental.
- ¿Qué pasa entonces con (iii)?
  Culpar al *postulado de la instancia* [o al criterio de Nicod, más específicamente] equivaldría a desplazar *todo el peso* de la paradoja al *problema de la inducción* [esto es, sugerir que el origen de la paradoja

está precisamente en el problema de la inducción] . . .
Podemos, por ejemplo:

- Argumentar que no todos los enunciados son capaces de recibir confirmación —i.e. sólo es posible confirmar *algunos* enunciados, con unas características concretas [▶ N. Goodman (1955) *Fact, Fiction and Forecast* ("The new riddle of induction")].

Nelson Goodman: [▶ N. Goodman (1955) *Fact, Fiction and Forecast* ("The new riddle of induction")]

· Sólo los enunciados (generalizaciones) que están *consolidados* ("entrenched") pueden recibir confirmación!

· Y sólo ciertos enunciados están *consolidados* ("entrenched") — convencionalismo!

Ej.: "Todas las esmeraldas son *verdes*"
"Todas las esmeraldas son *verdules*"
(Donde un objeto es *verdul* sii se observa antes de 3012 y es *verde* y se observa después del 3012 y es *azul*).

· En el ejemplo, el término *verde* está *consolidado* ("entrenched"), mientras que *verdul* no lo está.

(Qué términos/enunciados están *consolidados* en este sentido y cuales no lo están es un asunto básicamente convencional, i.e. un cierto término/enunciado queda *consolidado* por el uso pasado que hacemos de él → convencionalismo).

Podríamos entonces argumentar que L_1 es un enunciado *capaz* de recibir confirmación [—un enunciado *consolidado* en el sentido de Goodman], mientras que L_2 no lo es . . .
. . . pero esto realmente no funciona!

(Este tipo de argumento [—y en concreto el argumento de Goodman—] es aplicable a teorías/hipótesis que son empíricamente equivalentes pero no lógicamente equivalentes!)

En el caso de las esmeraldas, las dos hipótesis del ejemplo (esmeraldas *verdes* y esmeraldas *verdules*) son empíricamente equivalentes pero no lógicamente equivalentes.

En el caso que nos ocupa, sin embargo, las teorías T_2 y T_2, además de empíricamente equivalentes son lógicamente equivalentes.

- Y no es posible distinguir, para teorías/hipótesis lógicamente equivalentes, cual de las dos está *consolidada*
  - la equivalencia lógica, de hecho, invalida la distinción basada en el uso pasado de los términos/enunciados!

» Conclusión: No parece que la inducción [las dificultades que plantea] esté en el origen de la paradoja! → es la premisa (iv) —la equivalencia lógica— la que parece responsable de ella!

› Posible solución:

- Podemos sugerir que no todos los casos particulares (instancias) confirman en la misma medida una hipótesis...

  (En el caso de los cuervos, podemos decir que el hecho de que existan muchos más objetos no-negros que negros implica que la evidencia confirmadora que implica la observación de [—casos particulares de—] objetos no-negros debe ser menor que la que implica la observación de objetos negros.)

- Esta sería la linea a seguir si consideraramos el grado de confirmación definido como la probabilidad condicional de la hipótesis h dada la evidencia e, i.e.

$$p(h/e) = \frac{p(h \wedge e)}{p(e)}.$$

(Cuanto mayor es la probabilidad $p(e)$ de encontrar la evidencia e, menor es la probabilidad condicional de $p(h/e)$, y menor es por tanto el grado de confirmación de la hipótesis).

(ii) La "Paradoja de la hipótesis añadida"

Sea T una teoría que tiene como consecuencia lógica [—que implica lógicamente—] el enunciado observacional [—la observación—] O, confirmado empíricamente: $T \rightarrow O$.

Consideremos además un enunciado declarativo S cualquiera [—elegido de forma arbitraria].

Puesto que T implica lógicamente la observación O, entonces la conjunción de T y S, i.e. la teoría $(T \wedge S)$, también debe hacerlo: $(T \wedge S) \rightarrow O$.

Esto resulta obvio de la aplicación de la lógica elemental!
(O teoría de conjuntos)

Por lo tanto, la teoría $(T \wedge S)$ estará igualmente confirmada por la misma evidencia empírica que confirma T.

Por otro lado, S es también —obviamente— una consecuencia lógica de $(T \wedge S)$ ...

Por tanto, y según la *condición de la consecuencia especial* (v), tenemos que la evidencia en favor de la oración observacional O confirma S!

» Conclusión: *Cualquier enunciado* elegido de forma arbitraria S puede quedar *confirmado* a partir de enunciados observacionales que confirman una teoría T!

end