

## Cuatro formas de fundamentación en la ciencia

Jorge Roetti

Aquí proponemos un resumen de trabajos anteriores. Para un tratamiento detallado enviamos a nuestro libro *Cuestiones de fundamento*, publicado en 2014 por la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires.

Proponemos cuatro tipos de fundamentos para cualquier discurso científico, tipos que se distinguen por el fundamento semántico (o pragmático) de las premisas de una deducción y por las reglas de deducción empleadas. Comenzaremos por el siguiente principio:

### El principio general del silogismo

Aquí entendemos la expresión ‘silogismo’ en un sentido muy amplio, propio de la lógica actual. Esta amplitud se refiere, tanto a la **forma** de las premisas admitidas, que no se limitan a las formas categóricas tradicionales de la tradición aristotélica (y en general filosófica, hasta la aparición de la lógica matemática o simbólica), como a la **fortaleza de la fundamentación**. En efecto, en nuestro estudio no nos limitamos a la fundamentación perfecta o suficiente, sino que admitimos también la fundamentación imperfecta o insuficiente. Es conveniente tener una caracterización general de ‘silogismo’ en sentido amplio, lo que hacemos a continuación:

**Principio general del silogismo (ps)**. Sea un conjunto de enunciados **E**. Entre ellos destacamos al subconjunto de enunciados

**H**  $\subseteq$  **E** como las premisas y al enunciado  $c \in \mathbf{E}$  como la conclusión. El paso de **H** a  $c$  (**H**  $\Rightarrow$   $c$ ) es un silogismo cuando, bajo el supuesto de que todas las premisas de **H** tengan algún fundamento (y en consecuencia también lo tenga **H**, lo que abreviamos **f(H)**), se siga que la conclusión  $c$  también tenga un fundamento, lo que abreviamos **f(c)**. Es decir, si la existencia de un fundamento de **H** implica un fundamento para  $c$ , entonces el paso de **H** a  $c$  (**H**  $\Rightarrow$   $c$ ) es un silogismo en sentido amplio. Esto lo simbolizamos como sigue:

(ps) Si **f(H)** implica **f(c)**, entonces **H**  $\Rightarrow$   $c$ .

El signo ‘ $\Rightarrow$ ’ se utiliza aquí para simbolizar un paso de premisas a conclusión muy general, que podrá especificarse de los modos que trataremos en lo que sigue.

### Silogismos dialécticos y silogismos científicos

En los cursos de lógica universitaria nos acostumbraron a pensar sólo en las razones o fundamentaciones suficientes, aunque las razones imperfectas abundan mucho más que las perfectas, no sólo en los discursos cotidianos, sino también en las ciencias.

La insuficiencia del fundamento puede ser de dos naturalezas:

(1) Por imperfección de las reglas que nos habilitan a pasar de las hipótesis a la conclusión. Por esa imperfección no podemos garantizar que la conclusión conserve la verdad, la verosimilitud, o incluso el grado mínimo de fundamentación de las hipótesis.

(2) Por la fundamentación insuficiente de al menos una de las hipótesis.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ambas imperfecciones se podrían admitir en la lógica tradicional, aunque el silogismo dialéctico en la obra de Aristóteles parece corresponder sólo a la segunda imperfección.

Estas dos insuficiencias se pueden dar juntas o por separado.

En las primeras etapas de la lógica simbólica se insistió en el estudio de la fundamentación perfecta. Pero no fue así en toda la historia de la lógica, desde su etapa aristotélica, como lo muestran los libros aristotélicos de los *Tópicos* y de la *Retórica*. Hoy es enorme el interés por estudiar la fundamentación imperfecta.

Los procesos de fundamentación admiten dos grandes “reglas de fundamentación mínima”. Cada una de ellas se puede entender como una “regla silogística”. Vayamos por la primera regla:

*Def. 1.* Una regla de paso o fundamentación ‘ $\vdash$ ’ es una **regla fuerte de fundamento mínimo** (**rffm**), porque su conclusión ‘ $c$ ’ conserva sin cambios el grado de fundamento  $q$  de la premisa menos fundada de su colección de premisas ‘ $H$ ’ (**mf(H)**). En símbolos:

$$(\mathbf{rffm}) \quad \mathbf{H} \vdash c, \text{ donde } q(c) = \mathbf{mf}(\mathbf{H}).$$

La segunda es la siguiente:

*Def. 2.* Una regla de fundamento insuficiente ‘ $\vdash$ ’ es una “**regla débil de fundamento mínimo**” (**rdfm**), porque su conclusión ‘ $c$ ’ conserva un grado de fundamento menor o igual al grado de fundamento de la premisa menos fundada de su colección de premisas ‘ $H$ ’ (**mf(H)**). En símbolos:

$$(\mathbf{rdfm}) \quad \mathbf{H} \vdash c, \text{ donde } q(c) \leq \mathbf{mf}(\mathbf{H}).$$

La **regla fuerte de fundamento mínimo**, para fundamentaciones con una regla de paso suficiente ‘ $\vdash$ ’, dice que el grado de fundamento de la conclusión  $t$  conserva el grado de fundamento de la premisa mínimamente fundada  $h_i$  del conjunto de premisas  $H$  (es decir, **mf(H)**). La **regla débil de fundamento mínimo**, para fundamentaciones con una regla insuficiente ‘ $\vdash$ ’, dice que el grado de fundamento de la conclusión  $c$  es *menor o a lo sumo igual* que el grado de fundamento de la premisa mínimamente fundada del conjunto de premisas  $H$ : (**q(c) ≤ mf(H)**). Estas reglas de fundamentación mínima caracterizan toda lógica posible y, por supuesto, toda tarea de fundamentación indirecta.

Otra diferencia inmediata entre la fundamentación perfecta e imperfecta concierne a la regla de monotonía:

$$(\text{monotonía}) \text{ si } \mathbf{H} \subseteq \mathbf{I} \text{ y } \mathbf{H} \vdash c, \text{ entonces } \mathbf{I} \vdash c.$$

La monotonía es una propiedad estructural de los sistemas de razón suficiente que no se conserva en los sistemas de razón insuficiente como los estudiados por la inteligencia artificial y las lógicas de condicionales derrotables. La relación de fundamentación suficiente es monótona necesariamente, pero la relación de fundamentación insuficiente puede no serlo, aunque esto se advirtió tardíamente. Es claro que, si sabemos que  $\mathbf{H} \subseteq \mathbf{I}$  y  $\mathbf{H} \vdash c$ , ello no asegura que  $\mathbf{I} \vdash c$ . Los ejemplos abundan: la inducción usual (no matemática), la abducción, las analogías, las correlaciones, los cálculos de “inteligencia artificial” IA, etc., son ejemplos de reglas de fundamentación no monótonas.

Si hacemos una especificación mínima de los grados de fundamento de las premisas de las dos reglas **rffm** y **rdfm** de arriba, con ‘**if**’ para ‘insuficientemente fundado’ y ‘**sf**’ para ‘suficientemente fundado’, obtenemos cuatro reglas específicas de fundamento. La primera es un “silogismo dialéctico”, según la denominación clásica:

(sd1)  $sfh_1, sfh_2, \dots, ifh_i, \dots, sfh_n \vdash ifc$  donde  $q(c) \leq mf(H)$ ,

brevemente:

$H(ifh_i) \vdash ifc$  , donde  $q(c) \leq mf(H)$ .

Esta regla tiene las siguientes características:

- (1) Al menos la premisa ‘ $ifh_i$ ’ está insuficientemente fundada y por ello es la mínimamente fundada en la clase de las premisas  $h_1, h_2, \dots, h_n$ .
- (2) La conclusión ‘ $ifc$ ’ está fundada sobre las premisas  $h_1, h_2, \dots, h_n$  mediante una regla de fundamento falible, que simbolizamos con ‘ $\vdash$ ’.
- (3) El grado de fundamento de la conclusión  $ifc$  en (sd1) es insuficiente y, de acuerdo con **rdfm**, es a lo sumo tan fundada como, pero en general menos fundada que, la premisa menos fundada de la colección de premisas **H**.

Una argumentación como las del esquema metalingüístico (sd1) *no es falaz*, pues *no promete más de lo que puede dar*. Admite una doble debilidad de sus fundamentos: no pretende ni que las premisas sean enunciados cuya verdad esté demostrada, sino que sean opiniones fundadas verosímiles –, ni afirma que la conclusión conserve el grado de fundamentación de la premisa peor fundada. La regla **sd1** sólo asegura que las premisas fundan faliblemente la conclusión. Por lo tanto **sd1** es una *metaregla general de razón insuficiente con fundamento metalingüístico suficiente*. Por comprometerse a tan poco **sd1** pertenece a la (meta)teoría suficientemente fundada (es decir demostrable en un metadiálogo) de la razón insuficiente.

Otra regla de fundamentación insuficiente es el silogismo dialéctico (sd2), en el cual todas las premisas son enunciados suficientemente fundados (e.d. enunciados ya demostrados), pero su regla de paso ‘ $\vdash$ ’ es falible:

(sd2)  $sfh_1, sfh_2, \dots, sfh_n \vdash ifc$  donde  $q(c) < q(H) = sf$ ,

brevemente

$sfH \vdash ifc$  , donde  $q(c) < q(H) = sf$ .

En (sd2) es inmediato que su conclusión  $ifc$  tendrá un grado de fundamento necesariamente menor que el de cualquiera de sus premisas  $h_i$ .

Llamaremos “silogismos científicos” o “silogismos popperianos” a aquellos que tienen una regla de paso perfecta ‘ $\vdash$ ’ y por eso satisfacen la regla fuerte de fundamento mínimo (**rffm**). Ellos tienen las dos formas básicas siguientes: **sc3**, en la que hay al menos una premisa insuficientemente fundada ( $ifh_i$ ), y **sc4**, en la que todas las premisas son suficientemente fundadas ( $sfh_i$ ): **sc3** corresponde a lo que hoy llamamos deducción hipotética, que es un “silogismo científico” para nosotros, pero era la forma típica del silogismo dialéctico para Aristóteles, en cambio **sc4** es la forma que corresponde al silogismo “científico” aristotélico en sentido estricto. A estas formas corresponden los siguientes esquemas:

(sc3)  $sfh_1, sfh_2, \dots, ifh_i, \dots, sfh_n \vdash ifc$  , donde  $q(c) = q(h_i) = if$ ,

brevemente

$H(ifh_i) \vdash ifc$  , donde  $q(c) = mf(H) = if$

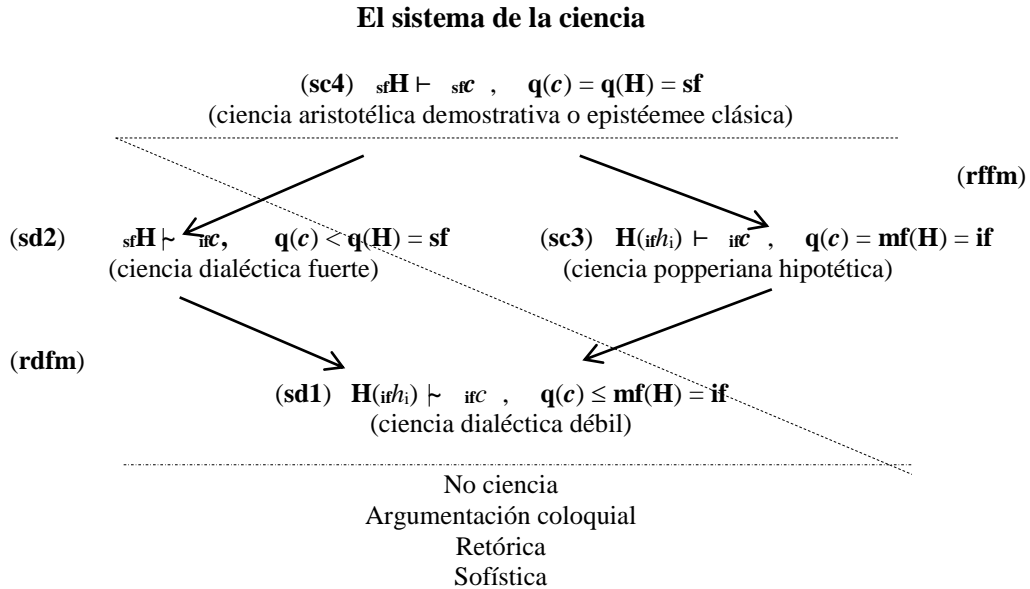
(sc4)  $sfh_1, sfh_2, \dots, sfh_n \vdash sfc$  , donde  $q(c) = q(h_i) = sf$ ,

brevemente

$${}_{sf}H \vdash {}_{sf}c, \quad \text{donde } q(c) = q(H) = sf$$

El sistema de la ciencia.

Entre los cuatro esquemas arriba mencionados, (sd1) a (sc4), existen relaciones deductivas que permiten esquematizar las regiones posibles de un sistema de la ciencia y de sus alrededores. Ese esquema en el que damos a continuación:



La relación deductiva va, como de costumbre de arriba abajo. Las relaciones deductivas conversas son obviamente inválidas.

Las fundamentaciones de los tipos (sc4) y (sc3) agotan las inferencias científicas en sentido popperiano. Aquí cabe hacer una advertencia: las reglas de tipo (sc4), que caracterizan el modo de entender la ciencia de Aristóteles son el caso especial fuerte de las fundamentaciones (sc3), que hemos denominado “popperianas”. Lo que denominamos “ciencia popperiana” es en verdad una generalización de lo que Popper llamó ciencia en su lógica de la investigación científica, para la que utilizó los conceptos de contrastación, corroboración y falsación estrictos, que nosotros generalizaremos.

Las fundamentaciones de los tipos (sd2) y (sd1) admiten tesis con reglas de paso imperfectas, que hoy abundan en casi todas las ciencias, pero sobreabundan en las llamadas ciencias humanas, aunque también están presentes en la matemática, la física y en otras ciencias naturales, donde abundan las inducciones no matemáticas, las argumentaciones probabilistas y estadísticas, las correlaciones, las analogías, etc. Incluso numerosas conjeturas matemáticas tienen fundamentaciones parciales del tipo (sd2).

Más allá de las cuatro formas de fundamentación anteriores, hay formas retóricas que parecen ser fundamentaciones, aunque no lo sean. En sus formas más groseras desembocamos en pseudo-argumentaciones sofísticas. Por otra parte, a diferencia de las reglas para silogismos científicos (sc4) y (sc3), **que no se pueden debilitar**, las reglas para silogismos dialécticos (sd2) y especialmente (sd1) **admiten debilitamientos sucesivos que dan lugar a una zona de vaguedad entre ciencia dialéctica y retórica**, por lo que **en algunos casos será difícil precisar los límites entre la ciencia y la argumentación retórica**, e incluso los inicios de la sofística. En el esquema de arriba hemos colocado esa zona de vaguedad entre ciencia y no ciencia debajo de (sd1). Lo que está más abajo lo hemos denominado ‘argumentación

coloquial', que incluye desde las argumentaciones cotidianas serias y de buena voluntad, hasta la retórica de toda especie – especialmente política – y la sofística.

**La gran ventaja de la ciencia aristotélica y popperiana es que en ellas no hay lugar para la sofística, porque las reglas de paso no tienen grados en la fundamentación, ni se admiten nuevas reglas que los tengan.** En cambio las ciencias dialécticas admiten grados de fundamentación en las reglas de tipo (sd2) y (sd1), con lo que puede llegar el momento en que ya tengamos poca confianza en la fundamentación y no podamos asegurar de que aún nos encontramos en un dominio discursivo que merezca llamarse 'ciencia'. Ese es el destino de las ciencias dialécticas: que los límites entre ciencia, coloquio no científico, retórica y sofística no son precisos. Ésta diferencia interesante entre las ciencias popperianas y las dialécticas es mucho más informativa que la ambigua y vaga diferencia que se suele hacer entre "ciencias duras" y "ciencias blandas", diferencia que parece valorativa, pero con la que no se sabe claramente qué es lo que se mienta con ella.