

CLASIFICACIÓN DE LA CIENCIA SEGÚN EL FUNDAMENTO

CLASSIFICATION OF SCIENCES ACCORDING TO FOUNDATION TYPES

JORGE ALFREDO ROETTI

CONICET

Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires

Universidad Nacional del Sur (UNS)

jorge.roetti@speedy.com.ar

Sumario:

- I. 1. Introducción
- II. 2. Definiciones
- III. 3. Epistéemee y pístis, nóeesis y diánoia
- IV. 4. El principio del fundamento del silogismo (ps)
- V. 5. El sistema de la ciencia según el grado de fundamento
- VI. 6. Conclusión

Resumen: Hay muchas formas de clasificar las ciencias. Aquí presentamos una clasificación basada en el tipo de fundamento que tienen, por una parte, los enunciados de una ciencia – sean enunciados observacionales, hipótesis o conclusiones –, y por otra, las “reglas de

paso” de unos enunciados a otros. Los fundamentos para enunciados y reglas de paso, pueden ser suficientes o insuficientes. Esto proporciona una clasificación cuatripartita de las ciencias: en primer lugar las ciencias **sc4**, que constan de silogismos científicos con fundamento suficiente para los enunciados y las reglas de paso, luego las ciencias **sc3**, con fundamento suficiente sólo para las reglas de paso, después las ciencias **sd2**, que constan de silogismos dialécticos con fundamento suficiente sólo en los enunciados, y finalmente las ciencias **sd1**, que constan de silogismos dialécticos con fundamento insuficiente tanto para enunciados como para reglas de paso.

Palabras clave: fundamento-suficiente-insuficiente-ciencia-aristotélica-popperiana-dialéctica.

Abstract: There are many ways for classifying sciences. Here we propose a classification based on the type of foundation that have, on the one side, the statements of a science – being these observation statements, hypothetical statements or conclusions, and on the other side the “transition-rules” from some statements to one another. The foundations for statements and transition-rules may be sufficient or insufficient. So it causes a fourfold classification of sciences: in the first place the sciences **sc4**, consisting of scientific syllogisms with sufficient foundation of statements and transition-rules, then the sciences **sc3**, with sufficient foundation only for the transition-rules, after that the sciences **sd2**, consisting of dialectical syllogisms with sufficient foundations only for statements, and finally the sciences **sd1**, with insufficient foundations for statement and transition-rules.

Keywords: foundation-sufficient-insufficient-science-Aristotelic-Popperian-dialectics.

I. Introducción

La mayoría de los enunciados de la vida cotidiana, pero también de las ciencias en general y de la filosofía, son sólo verosímiles. Lo mismo ocurre incluso en algunas regiones de la matemática, pues, aunque sus objetos no sean empíricos sino objetos construidos en un diálogo entre los participantes de la disciplina, algunos de sus enunciados pueden ser insuficiente-

mente cognoscibles, carentes de una justificación indudable, incluso en teorías aparentemente “simples” como la de los números naturales: recordemos por ejemplo el caso clásico de la conjetura de Goldbach.¹ Por otro lado se sabe que las teorías de conjuntos padecen también de esa limitación: teorías de conjuntos diferentes, como ZF (Zermelo-Fraenkel) y NGB (von Neumann-Gödel-Bernays) son tales que sus axiomas y teoremas son aparentemente compatibles dentro de cada sistema, pero incompatibles respecto de los del otro sistema. La consistencia sintáctica de cada uno de esos sistemas es un tema complejo no completamente resuelto hasta el día de la fecha, aunque “todo indica” que pueden considerarse verdaderos, es decir, son altamente verosímiles. Algunas teorías de conjuntos parciales, que recortan y prescinden en gran parte del “paraíso de Cantor”, como ocurre en las versiones constructivistas de teorías de conjuntos, sí poseen demostraciones de coherencia sintáctica absoluta.²

En los casos del conocimiento cotidiano y de las ciencias “mundanas” no se usele alcanzar la verdad en cualquiera de sus formas, sino sólo enunciados verosímiles. Recordemos sólo que una de las formas tradicionales más usadas de fundamentar los enunciados de las ciencias mundanas es la regla de inducción incompleta e incompletable, que es un caso ejemplar de fundamentación falible. Lo mismo acaece en todas las ramas de la filosofía, incluida la teología racional.

1 Un tratamiento detallado de dicha conjetura, especialmente en su variante fuerte, se puede encontrar en Meschkowski, Herbert. 1978: *Richtigkeit und Wahrheit in der Mathematik*, Mannheim/Wien/Zürich: Bibliographisches Institut, pp. 62 y 74, Meschkowski, Herbert. 1981. *Problemggeschichte der Mathematik II*, Mannheim/Wien/Zürich: Bibliographisches Institut, pp. 32-34, Polya, Georg. 1966. *Matemática y razonamiento plausible*, Madrid: Tecnos (Estructura y Función), pp. 27-28 (*Mathematics and Plausible Reasoning*, Princeton: University Press, 1951), etc.

2 Ejemplos de teoremas con estas características se encuentran en cualquier exposición cuidada de los sistemas mencionados ZF y NGB. Los límites de los resultados de consistencia sintáctica de estas teorías de conjuntos amplias tienen también una amplia bibliografía. Algunos de esos resultados se desarrollan en la bibliografía citada.

En la filosofía y en las ciencias “mundanas”, como por ejemplo la física, predomina la verosimilitud. Al ocurrir esto advertimos que con ello desaparece una diferencia cualitativa entre la “metafísica” y la ciencia, como Kant sostenía en su crítica de la razón pura, pues el fundamento de muchas tesis insuficientemente fundadas de la filosofía no es de menor calidad que el de numerosas tesis de las ciencias mundanas, incluida la física.

En algunos trabajos anteriores, especialmente en el libro *Cuestiones de fundamento*³, discutimos las tres situaciones retóricas fundamentales: el discurso oracular, la polémica y el diálogo cooperativo y las estudiamos detalladamente. Aquí nos limitamos a los diálogos cooperativos. ¿Por qué? Porque los procesos de fundamentación científica y filosófica se dan principalmente en diálogos cooperativos, no en discursos oraculares que pretenden “revelar la sabiduría”, o en polémicas que se proponen destruir las tesis del oponente como medio para afianzar las propias entre las creencias de una audiencia. Los mensajes oraculares no polemizan, ni proponen problemas para su escrutinio, sino que funcionan como manifestaciones de una sabiduría que el oráculo revela: éstos abundan en los textos sagrados y en la política. La polémica surge cuando (al menos) dos contendientes defienden tesis que se presentan como al menos aparentemente incompatibles, y cada uno pretende convencer a una audiencia de la verdad de la suya, pero para hacerlo necesita derrotar la tesis del oponente. En cambio en los diálogos cooperativos tenemos también (al menos) dos dialogantes con sus dos tesis diferentes, posiblemente incompatibles, pero cada uno de ellos no pretende imponer su tesis, sino que busca algo más modesto: someter su tesis – en la que confía hasta cierto punto, porque no supone que esté fundada más allá de toda duda – a las objeciones y críticas del otro dialogante. En consecuencia la estructura básica de los diálogos cooperativos que nos interesan es la siguiente:

$$D_1(t_1) \uparrow D_2(t_2),$$

en la que ‘ D_1 ’ y ‘ D_2 ’ son los dialogantes y ‘ t_1 ’ y ‘ t_2 ’ son las tesis,

3 Roetti, Jorge Alfredo. 2014. *Cuestiones de fundamento*, Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires.

que se presentan como al menos aparentemente incompatibles y que cada uno de ellos inicialmente defiende. Por su parte la flecha vertical ‘↑’ indica que ninguno de los dialogantes quiere imponer al otro su tesis, sino que la propone como una tesis que acepta, pero de la cual no está seguro más allá de toda duda, con el propósito de que el otro dialogante la ponga a prueba. Si una tesis propuesta por un dialogante es refutada por el otro, entonces el primero abandona su tesis inicial y a continuación intenta reemplazarla por otra que resista todas las objeciones propuestas hasta el momento. De ese modo ambos dialogantes buscan paulatinamente alcanzar una tesis común compartida por ambos. Esto es lo que Platón denominaba “homología” o el decir lo mismo, es decir la coincidencia de dos o más dialogantes en la tesis que defienden.

Ésta es la estructura que llamamos *dialéctica* o *diálogo cooperativo*, que es el instrumento en el que se despliega la razón. La razón se podría manifestar también, en algunas ocasiones, en una situación polémica, pero en ella es más difícil, porque en la polémica no abunda la cooperación entre las partes para buscar una tesis común verdadera o al menos verosímil, porque el objetivo esencial de la polémica es la derrota del oponente para lograr la victoria de las propias tesis o los propios intereses. Por eso la razón se manifiesta específicamente en un diálogo filosófico o científico, que es la estructura retórica en la que las partes sólo están interesadas inicialmente en alcanzar la verdad – o al menos la verosimilitud –, o la justicia – o al menos formas de conducta que se puedan considerar semejantes a ella.

Con la aparición de la homología u opinión común de las dos partes del diálogo se da un “ascenso dialéctico”, que va de la pluralidad de opiniones incompatibles, a una nueva opinión común u homología. El esquema de este proceso es el siguiente:

$$\begin{array}{ccc} D_1(t_1) \uparrow D_2(t_2) & \Rightarrow & D_1 \cup D_2(t) \uparrow, \\ \text{conflicto} & & \text{síntesis} \end{array}$$

En el momento “sintético” tenemos una tesis común ‘t’, que

reemplaza a las opiniones iniciales, y un solo dialogante funcional sintético, la unión ‘ $D_1 \cup D_2$ ’ de los dos dialogantes funcionales iniciales. La presencia de ‘ \uparrow ’ en la síntesis indica que el nuevo dialogante sintético ‘ $D_1 \cup D_2$ ’ permanece abierto a las posibles críticas a su nueva tesis común por parte de otros dialogantes. Puesto que los dialogantes funcionales se determinan por sus discursos, podemos simplificar el esquema de ascenso dialéctico del modo siguiente:

$$t_1 \uparrow t_2 \quad \Rightarrow \quad t \uparrow .$$

Estos “ascensos dialécticos” caracterizan la razón en todas sus formas, tanto en la filosofía, como en las ciencias, como en toda actividad racional. La dialéctica platónica expresó estas ideas en lenguaje coloquial y mostró así la esencial estructura dialéctica de toda la actividad racional. Por eso podemos sostener que, al menos en occidente, fue Platón quien descubrió la estructura de la razón, aunque no la expresara en una notación lógica actual.

II. Definiciones

Comencemos por la definición de “fundamento f ”:

Def. 1.

En sentido lato un *fundamento* f para una tesis t (que abreviamos $f(t)$) en un lenguaje L común a los dialogantes, consiste en un conjunto $\{b, r\}$ tal que:

1. b es una “base” y r una “regla de paso” para t (breve-mente $f(t) = \{b, r\}$), tal que b es el par F, H , donde F es un conjunto de enunciados f_i ($0 \leq i \leq m$) que describen fenómenos y H un conjunto de hipótesis h_j con $0 \leq j \leq n$, y
2. r es una regla de paso de la base b a la tesis t .

Los conjuntos F y H de la base pueden ser el uno, el otro, o ambos vacíos, o no serlo.

Def. 2.

1. Si $F_i = \emptyset$ y $H_i \neq \emptyset$, la base es un conjunto de hipótesis ($\mathbf{b}_i = H_i$), por lo que diremos que el fundamento es sintáctico.
2. Si $F_i \neq \emptyset$ y $H_i = \emptyset$, la base es un conjunto de enunciados que describen fenómenos ($\mathbf{b}_i = F_i$), por lo que llamaremos semántico al fundamento.
3. Y si $F_i \neq \emptyset$ y $H_i \neq \emptyset$, la base es un conjunto de enunciados que describen fenómenos además de hipótesis ($\mathbf{b}_i = H_i, F_i$) y el fundamento es mixto, sintáctico-semántico.

La tarea de quien argumenta en favor de t consiste en lograr que todos los participantes del diálogo admitan el fundamento $f(t)$, es decir, sus enunciados que describen fenómenos, sus hipótesis y su regla de paso. Si lo logra, habrá alcanzado la aceptación de la tesis t por parte de todos los dialogantes.

Un fundamento también puede ser vacío. Eso ocurre cuando no hay regla de paso, ya que sin ella nada se puede constituir en base. Y si hay regla de paso, ésta es el intermediario entre una tesis y una base. Por eso podemos afirmar la siguiente tesis trivial:

Tesis.

Un fundamento $f(t) = \{\mathbf{b}_i, \mathbf{r}_i\}$ es vacío, si y sólo si no hay regla de paso \mathbf{r}_i , en símbolos $\mathbf{r}_i = \emptyset$. Pues sin regla de paso no hay base ni tesis ($\mathbf{b}_i = \emptyset = t$), y con regla de paso hay base y tesis ($\mathbf{b}_i \neq \emptyset \neq t$).

Según el fundamento que tengan los componentes de $f(t) = \{\mathbf{b}_i, \mathbf{r}_i\}$ será el fundamento de la tesis t del caso. En lo que sigue, en razón de nuestros intereses teóricos, nos limitamos casi siempre a los fundamentos sintácticos definidos en **Def. 2** (1) y agregamos las definiciones siguientes:

Def. 3.

Una tesis t es (*simplemente*) *fundada*, si su fundamento $f(t) = \{\mathbf{b}_i, \mathbf{r}_i\}$ no es vacío. El género de estos enunciados es el de lo *simplemente fundado*.

reemplaza a las opiniones iniciales, y un solo dialogante funcional sintético, la unión ' $D_1 \cup D_2$ ' de los dos dialogantes funcionales iniciales. La presencia de ' \uparrow ' en la síntesis indica que el nuevo dialogante sintético ' $D_1 \cup D_2$ ' permanece abierto a las posibles críticas a su nueva tesis común por parte de otros dialogantes. Puesto que los dialogantes funcionales se determinan por sus discursos, podemos simplificar el esquema de ascenso dialéctico del modo siguiente:

$$t_1 \uparrow t_2 \quad \Rightarrow \quad t \uparrow .$$

Estos “ascensos dialécticos” caracterizan la razón en todas sus formas, tanto en la filosofía, como en las ciencias, como en toda actividad racional. La dialéctica platónica expresó estas ideas en lenguaje coloquial y mostró así la esencial estructura dialéctica de toda la actividad racional. Por eso podemos sostener que, al menos en occidente, fue Platón quien descubrió la estructura de la razón, aunque no la expresara en una notación lógica actual.

II. Definiciones

Comencemos por la definición de “fundamento f ”:

Def. 1.

En sentido lato un *fundamento* f para una tesis t (que abreviamos $f(t)$) en un lenguaje L común a los dialogantes, consiste en un conjunto $\{b, r\}$ tal que:

1. b es una “base” y r una “regla de paso” para t (brevemente $f(t) = \{b, r\}$), tal que b es el par F, H , donde F es un conjunto de enunciados f_i ($0 \leq i \leq m$) que describen fenómenos y H un conjunto de hipótesis h_j con $0 \leq j \leq n$, y
2. r es una regla de paso de la base b a la tesis t .

Los conjuntos F y H de la base pueden ser el uno, el otro, o ambos vacíos, o no serlo.

Def. 2.

1. Si $F_t = \emptyset$ y $H_t \neq \emptyset$, la base es un conjunto de hipótesis ($b_t = H_t$), por lo que diremos que el fundamento es sintáctico.
2. Si $F_t \neq \emptyset$ y $H_t = \emptyset$, la base es un conjunto de enunciados que describen fenómenos ($b_t = F_t$), por lo que llamaremos semántico al fundamento.
3. Y si $F_t \neq \emptyset$ y $H_t \neq \emptyset$, la base es un conjunto de enunciados que describen fenómenos además de hipótesis ($b_t = H_t, F_t$) y el fundamento es mixto, sintáctico-semántico.

La tarea de quien argumenta en favor de t consiste en lograr que todos los participantes del diálogo admitan el fundamento $f(t)$, es decir, sus enunciados que describen fenómenos, sus hipótesis y su regla de paso. Si lo logra, habrá alcanzado la aceptación de la tesis t por parte de todos los dialogantes.

Un fundamento también puede ser vacío. Eso ocurre cuando no hay regla de paso, ya que sin ella nada se puede constituir en base. Y si hay regla de paso, ésta es el intermediario entre una tesis y una base. Por eso podemos afirmar la siguiente tesis trivial:

Tesis.

Un fundamento $f(t) = \{b_t, r_t\}$ es vacío, si y sólo si no hay regla de paso r_t , en símbolos $r_t = \emptyset$. Pues sin regla de paso no hay base ni tesis ($b_t = \emptyset = t$), y con regla de paso hay base y tesis ($b_t \neq \emptyset \neq t$).

Según el fundamento que tengan los componentes de $f(t) = \{b_t, r_t\}$ será el fundamento de la tesis t del caso. En lo que sigue, en razón de nuestros intereses teóricos, nos limitamos casi siempre a los fundamentos sintácticos definidos en Def. 2 (1) y agregamos las definiciones siguientes:

Def. 3.

Una tesis t es (*simplemente*) *fundada*, si su fundamento $f(t) = \{b_t, r_t\}$ no es vacío. El género de estos enunciados es el de lo *simplemente fundado*.

En términos dialógicos podemos expresar **Def. 3** del modo siguiente:

Def. 3’.

Una tesis t es (*simplemente*) *fundada*, si ha superado *al menos un* cuestionamiento que se le ha hecho.

Las principales especies de fundamentación son las siguientes:

Def. 4.

Sea $f(t) = \{b_i, r_i\}$ un fundamento. La tesis t estará *suficientemente* (o *perfectamente*) *fundada* ($_{sf}t$), si f satisface las siguientes condiciones:

1. el grado de fundamento g de todas las hipótesis de la base es verdadero: $g(H_i) = 1$;
2. el grado de fundamento g de todos los enunciados que describen fenómenos de la base es verdadero: $g(F) = 1$;
3. la regla de paso r_i conserva ese grado de fundamento verdadero.

A una regla ‘ r_i ’ que conserva el grado de fundamento ‘ g ’ de su hipótesis menos fundada la simbolizamos con el símbolo de Frege ‘ \vdash_i ’. En el caso de la **Def. 4** tenemos que, como todas las hipótesis y de todos los enunciados que describen fenómenos de la base b_i son verdaderas, por la regla r_i que es una regla \vdash_i , la conclusión t conservará la verdad.

Por razones de brevedad solemos limitarnos muchas veces a los fundamentos sintácticos, pero esto no es necesario, ya que las consideraciones que aquí hacemos son extensibles a los fundamentos semánticos y semántico-sintácticos, que abundan en las ciencias. Comencemos con los fundamentos perfectos.

En términos dialógicos expresamos el fundamento perfecto o suficiente del modo siguiente:

Def. 4’.

Sea $f(t) = \{b_i, r_i\}$ un fundamento. La tesis t estará *suficientemente* o *perfectamente fundada* ($_{sf}t$) cuando los

enunciados de la base $\mathbf{b}_i = \mathbf{H}_i, \mathbf{F}_i$ y la regla de paso \mathbf{r}_i han superado todas las objeciones posibles.

El universo de los enunciados t suficientemente fundados es el de la “epistéeme” platónica y aristotélica. Vayamos ahora a los fundamentos imperfectos.

Def. 5.

Una tesis fundada $\mathbf{f}(t)$ es *insuficientemente fundada o imperfectamente fundada* ($_{ii}t$), cuando:

1. O bien su fundamento $\mathbf{f}(t)$ tiene al menos una premisa en su base \mathbf{b}_i que, si bien ha superado al menos una objeción, no ha superado todas las objeciones posibles, por lo que esa premisa sólo está insuficientemente fundada.
2. O bien su regla de paso \mathbf{r}_i es imperfecta, es decir, no conserva el grado de fundamento \mathbf{g} de su hipótesis menos fundada, aunque conserve su verosimilitud.
3. O bien ocurren ambas cosas.

A una regla de paso \mathbf{r}_i imperfecta que no conserva el grado de fundamento \mathbf{g} de su hipótesis menos fundada, como en *Def. 5. (2)*, la simbolizamos con ‘ \vdash_i ’.

En adelante enfatizaremos los aspectos dialógicos en nuestras definiciones y tesis, salvo cuando nos convenga otra aproximación al problema. En términos dialógicos expresamos la definición anterior del modo siguiente:

Def. 5’.

Una tesis fundada $\mathbf{f}(t)$ es *insuficientemente fundada* ($_{ii}t$), cuando los enunciados de \mathbf{b}_i , o la regla \mathbf{r}_i , o ambos, *no han superado todas las objeciones posibles*.

El universo de los enunciados insuficientemente fundados es el de la “pístis” platónica. Otra importante noción es la de tesis bien fundada:

Def. 6.

Una tesis está bien fundada ($_{bi}t$), cuando los enunciados de \mathbf{b}_i , o la regla \mathbf{r}_i , o ambos, han superado todas las objeciones

presentadas hasta ahora, pero *no todas las objeciones posibles*.

Es notorio que los fundamentos pueden tener grados. Esos grados se pueden notar como ecuaciones o inecuaciones. Por ejemplo, para indicar que una tesis ‘ t ’ tiene el grado de fundamento suficiente o perfecto ya hemos escrito $g(t) = 1$. También podemos escribir $g(t) = sf$. Ecuaciones o inecuaciones con valor numérico son formas cómodas para expresar el grado de fundamento, pero muchas veces usaremos las formas abreviadas del tipo ‘ sf^t ’ y semejantes.

A continuación definimos la noción de ‘tesis mejor fundada’, que abreviamos con ‘**ff**’. En trabajos anteriores distinguimos entre mejor fundamento extensional y mejor fundamento intensional. Si tratamiento detallado alargaría enormemente esta exposición, por lo que aquí prescindiremos de esta distinción, aunque esto signifique una imperfección. Para los desarrollos faltantes enviamos a nuestros trabajos citados en las notas de esta exposición.

Def. 7.

Una tesis t_m está *mejor fundada* (**ff**) que otra tesis t_n , si sus fundamentos son comparables (comp), t_m supera todas las objeciones que supera t_n , pero t_n no supera todas las objeciones hechas a t_m . Esto lo abreviamos del siguiente modo:

$$\mathbf{ff}(t_m, t_n) \Leftrightarrow (g(t_m) > g(t_n)) \leftrightarrow (f(t_n) \subseteq f(t_m)) \wedge \neg(f(t_m) \subseteq f(t_n)).$$

Esta definición de ‘mejor fundado’ para fundamentos comparables implica el grado de fundamento no vacío ($g(t) \neq \emptyset$) y no recurre explícitamente a la existencia débil de al menos un enunciado y una regla de paso. Es decir, es una versión dialógica de la lógica epistémica y doxástica que no recurre explícitamente a algunas definiciones de saber y creencia. En resumen:

$$\mathbf{ff}(t_m, t_n) \Leftrightarrow g(t_m) > g(t_n).$$

Esta definición caracteriza una relación que suele ser fruto de un acuerdo teórico revisable. Por ejemplo, la comparación de

probabilidades es una forma muy habitual de comparación de fundamentos. En general, la comparación intensional de fundamentos se suele establecer por *acuerdos teóricos provisionarios* en las comunidades teóricas.

Si todas las tesis de una colección tienen un grado de fundamento, podemos definir sus grados de fundamento supremo e ínfimo.⁴

Def. 8.

Si el grado de fundamento de una tesis t_m es mayor o igual que el grado de fundamento de otra tesis t_n cualquiera de una colección, entonces decimos que su grado de fundamento es **supremo (sup)** en esa colección, que simbolizamos:

$$f_{\text{sup}}(t_m) \Leftrightarrow \Lambda t_n (g(t_m) \geq g(t_n)).$$

En la **Def. 8.** y las siguientes el signo ‘ Λ ’ en las fórmulas simboliza al cuantor o cuantificador universal.

Def. 9.

Si existe una tesis t_m tal que, para toda otra tesis t_n de la colección, el grado de fundamento de esta última es mayor o igual que el grado de fundamento de la primera, entonces el grado de fundamento de la primera es **ínfimo (inf)** en esa colección. Lo simbolizamos así:

$$f_{\text{inf}}(t_m) \Leftrightarrow \Lambda t_n (g(t_n) \geq g(t_m)).$$

Las tesis suficientemente fundadas son ahistóricas o eternas. Sólo de ellas se dice la verdad (sea por correspondencia, por coherencia o consenso) en sentido estricto. Por su parte las tesis insuficientemente fundadas sólo son históricas. De ellas no se puede predicar la verdad, sino sólo la verosimilitud, cuyo grado supremo es el de “buen fundamento” (**bf**). Éste admite frecuen-

4 Puesto que se trata de conjuntos ordenados de fundamentos, podríamos distinguir entre fundamento maximal y supremo, y entre fundamento minimal e ínfimo, pero nuestro propósito actual no requiere que tomemos en cuenta esa clásica distinción matemática.

temente muchos grados inferiores, hasta el de los enunciados simplemente fundados.

En este momento nos podemos preguntar: ¿cuál es el grado mínimo de fundación que debe tener una tesis para ser considerada una *creencia racional*? Puede haber más de una respuesta a esta cuestión, que es en parte convencional. Nuestra definición de *creencia racional* utiliza la **Def. 8** de fundamento supremo:

Def. 10.

Si hay al menos dos tesis fundadas t_m y t_n comparables sobre un mismo tema ($\mathbf{f}(t_m)\text{compf}(t_n)$), t_m será una ‘**creencia racional**’ (**cr**) si su fundamento no es vacío y es supremo en esa colección. En símbolos:

$$\mathbf{cr}(t_m) \Leftrightarrow \Lambda t_n (\mathbf{f}(t_m)\text{compf}(t_n) \rightarrow \mathbf{g}(t_m) \geq \mathbf{g}(t_n) \wedge (\mathbf{g}(t_m) \neq \emptyset)).$$

Incluso en el caso de un conjunto de tesis t_i (con $1 \leq i \leq n$) sobre un tema determinado, si t_m fuese una tesis mínimamente fundada y las otras t_i fuesen meras opiniones con fundamento vacío, t_m sería una creencia racional (es decir: $\mathbf{mf}(t_m) \wedge \Lambda t_i (\mathbf{f}(t_i) = \emptyset) \rightarrow \mathbf{cr}(t_m)$).

Las creencias racionales se rigen por la “regla del supremo” o del mayor fundamento en su clase de tesis.⁵ Cuando los fundamentos no son comparables, carecemos de un criterio formal simple para establecer grados de fundamentos. Si podemos dar criterios intensionales de comparación de fundamentos, por ejemplo las probabilidades, diremos que son *comp*. Los grados de fundamento intensional se suelen acordar por consenso en una comunidad científica. El problema complejo de la medida intensional del fundamento no tiene soluciones generales, aunque estas comparaciones ocurran frecuentemente en la ciencia empírica.

5 Estas definiciones de “creencia racional” que se rigen por la regla del supremo son muy exigentes y no coinciden con nociones, también existentes pero más latas e informales, de creencia racional que se suelen usar en la ciencia y que son más vagas, sin límites precisos.

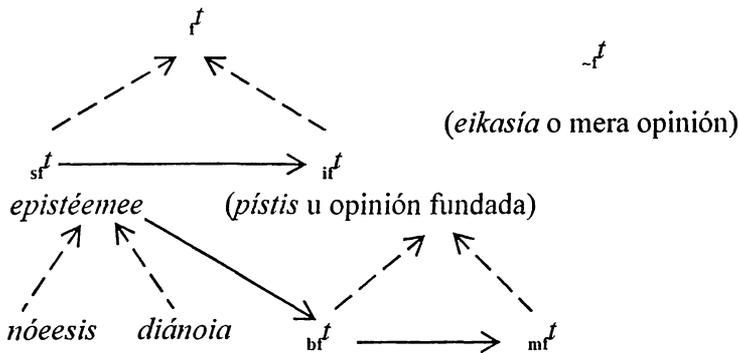
III. Epistéemee y pístis, nóesis y diánoia

La diferencia platónica entre “epistéemee” y “pístis” es cualitativa, incluso cuando esta última esté bien fundada. Por su parte las diferencias entre los grados de fundamento insuficientes forman una estructura de orden. Si una tesis t es bien fundada $_{bf}t$, entonces es una $cr(t)$, en tanto que si es sólo $_{if}t$, puede no serlo, como surge de las definiciones de ‘ cr ’. Si ignoráramos el salto cualitativo entre fundamentación suficiente $_{sf}t$ e insuficiente $_{if}t$, resultaría que un enunciado suficientemente fundado está bien fundado, uno bien fundado, lo está mínimamente y uno mínimamente fundado, lo está simple o insuficientemente fundado:

$$_{sf}t \rightarrow _{bf}t \rightarrow (g_1t \rightarrow \dots \rightarrow g_kt) \rightarrow _{mf}t \rightarrow _{if}t \rightarrow t.$$

(Los grados $g_1t \rightarrow \dots \rightarrow g_kt$ forman una estructura de orden.)

Las implicaciones conversas no son válidas. Con los grados de fundamentación de las tesis como subscriptos, una clasificación género-especie platonizante toma el siguiente aspecto:



Las flechas de trazos muestran las relaciones entre especies y géneros, en tanto que las flechas enteras corresponden a relaciones entre los conceptos definidos arriba.

Para Platón la *epistéemee* tenía como referencia al dominio

de los enunciados para los que se puede dar un fundamento suficiente, que se subdividía en dos géneros, según que el conocimiento fuera *nóesis* o *diánoia*. La *nóesis* era un conocimiento intuitivo, sin mediación, cuyos objetos son ideas no accesibles mediante la sensibilidad (los *noúmena*), conceptos invariables de la razón. La *diánoia* correspondía al saber matemático, a cuyos objetos (los *matheematiká*) se accedía a través de un soporte sensible, por lo que en ese sentido eran “hipotéticos”, en tanto que construcciones simbólicas desplegadas en la representación sensible común a los dialogantes, y en ese sentido de mediación se conocían “deductivamente”. Esta célebre distinción de Platón sobre las formas de la ciencia es esencial para su pensamiento. Por otra parte el problema diacrónico de si un enunciado o teoría que es creencia racional puede llegar a ser un saber suficientemente fundado no tiene una respuesta general *a priori*.

IV. El principio del fundamento del silogismo (ps)

Sea un conjunto de enunciados E . Consideremos al subconjunto de enunciados $H \subseteq E$ de premisas y al enunciado conclusión $c \in E$. Decimos que el “paso” de H a c ($H \Rightarrow c$) es un silogismo, en sentido amplio, 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 sigue que la conclusión c también tiene un fundamento $f(c)$. Es decir, si la existencia de un fundamento para 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 así:

(ps) Si $f(H)$ implica $f(c)$, entonces $H \text{ p } c$.

Aquí el signo ‘ \Rightarrow ’ simboliza una regla de paso ‘ r_c ’ muy general de las premisas a la conclusión, que se especifica en los géneros del silogismo que consideramos.

El principio del silogismo **ps** tiene dos géneros que llamamos “reglas de fundamentación mínima”. La primera de ellas es la siguiente:

Def. 11. Una regla de fundamento suficiente ' \vdash ' es una *regla fuerte de fundamento mínimo (rffm)*, pues su conclusión ' c ' conserva el mismo grado de fundamento g de la premisa h_i menos fundada de su colección de premisas ' \mathbf{H} ' ($_{m}\mathbf{H}$). En símbolos:

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

La segunda es la siguiente:

Def. 12. Una regla de fundamento insuficiente ' \vdash ' es una *regla débil de fundamento mínimo (rdfm)*, pues su conclusión ' c ' conserva un grado de fundamento g menor o igual al grado de fundamento de la premisa h_i menos fundada de su colección de premisas ' \mathbf{H} ' ($_{m}\mathbf{H}$). En símbolos:

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

Las reglas del fundamento mínimo caracterizan toda lógica posible y por lo tanto toda fundamentación indirecta.

Una diferencia inmediata entre la fundamentación perfecta y la imperfecta concierne a la regla de monotonía:

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

Ella 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 fundamento suficiente es necesariamente monótona, en cambio la relación de fundamento insuficiente puede no serlo, algo que se advirtió tardíamente. Es claro que, si sabemos que $\mathbf{H} \subseteq \mathbf{I}$ y $\mathbf{H} \vdash t$, ello no asegura que $\mathbf{I} \vdash t$. Los ejemplos abundan: la inducción usual (no matemática), la abducción, las analogías, las correlaciones, muchas reglas de inteligencia artificial o IA, etc., son ejemplos de sistemas con reglas de fundamentación no monótonas.

Si especificamos los grados de fundamento de las premisas de las dos reglas genéricas **rffm** y **rdfm**, con sufijos antepuestos '**if**' para 'insuficientemente fundado' y '**sf**' para 'suficientemente fundado', obtenemos cuatro reglas específicas de fundamento. La primera es un "**silogismo dialéctico débil**" (o **sdI**), según la denominación clásica:

(sd1) $H({}_{if}h_i) \vdash_{if} c$, donde $g(c) \text{ }_{mf} H$.

Esta regla tiene las siguientes características:

1. Al menos la premisa ‘ h_i ’, que es la menos fundada en la clase de las premisas ‘ H ’, está insuficientemente fundada.
2. La conclusión ‘ c ’ está fundada sobre las premisas de ‘ H ’ mediante una regla de fundamento falible ‘ \vdash ’.
3. El grado de fundamento de la conclusión ‘ c ’ de **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 de **sd1** *no es falaz*, pues *no promete más de lo que puede dar*. Ella admite una doble debilidad de sus fundamentos: no pretende, ni que las premisas, enunciados observacionales o hipótesis, sean enunciados cuya verdad esté demostrada, aunque pueden ser premisas fundadas verosímiles, incluso bien fundadas, ni afirma que la conclusión conserve el grado de fundamentación de su premisa peor fundada. Una regla como **sd1** sólo asegura que las premisas fundan de algún modo la conclusión de modo falible. Por lo tanto **sd1** es una *metaregla general de razón insuficiente cuyo fundamento es suficiente*. Se compromete a tan poco, que pertenece a la metateoría suficientemente fundada 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. ya demostrados), pero cuya regla de paso ‘ \vdash ’ es falible:

(sd2) ${}_s H \vdash_{if} c$, donde $g(c) < {}_s H$.

En **sd2** se advierte inmediatamente que su conclusión ${}_if c$ tendrá un grado de fundamento necesariamente menor que el de cualquiera de sus premisas h_i .

Un ejemplo tradicional de derrota de un silogismo inductivo **sd2** es el de la tesis universal $\bigwedge_x A(x)$ para generar números pri-

mos, que propuso Euler con la fórmula $x^2+x+41 = p$. tomemos algunos ejemplos:

para $x = 0$, tenemos $x^2+x+41 = 0^2+0+41 = 41$, que es primo,

para $x = 1$, tenemos $x^2+x+41 = 1^2+1+41 = 43$, que es primo,

para $x = 2$, tenemos $x^2+x+41 = 2^2+2+41 = 47$, que es primo,

...

para $x = 39$, tenemos $x^2+x+41 = 39^2+39+41 = 1601$, que es primo.

Es decir, p es un número primo para $0 \leq x \leq 39$, pero no para $x = 40$, pues $40^2+40+41 = 41^2$, que no es primo por ser el cuadrado de 41.⁶ Otra tesis universal problemática, también de la forma **sd2**, es la forma fuerte de la conjetura de Goldbach (1690-1764): “Cualquier número par diferente de 2 es suma de al menos un par de números primos”, que es un caso particular de un conjunto de problemas propuesto por Goldbach en 1742. En estos es lícito que los matemáticos digan: “comprendemos el problema, pero no lo hemos podido demostrar ni refutar completamente”.⁷ Una refutación consistiría en encontrar y proponer un n tal que fuera par y no fuese suma de ningún par de números primos.

Ahora consideraremos los silogismos con *regla fuerte de fundamento mínimo (rffm)*.

Llamaremos “silogismos popperianos” a aquellos que tienen una regla de paso perfecta o suficiente ‘ \vdash ’ y por eso satisfacen la regla fuerte de fundamento mínimo. Ellos tienen dos formas básicas:

sc3, en la que hay al menos una premisa insuficientemente fundada ($\text{if } h_i$), y

6 Cf. Kac, Mark y Ulam, Stanislaw M. 1969. p. 15. *Matemáticas y Lógica*, Caracas: Monte Avila Editores (*Mathematics and Logic. Retrospect and Prospect*, USA: Frederick A. Praeger, Inc., Publishers, 1968). No recuerdo que se haya determinado aún si hay infinitos números primos de la forma x^2+x+41 .

7 De esto resulta bastante claro que el sentido de un enunciado no depende tanto de su verificación o de su falsación, sino de las reglas de defensa y ataque para el mismo.

sc4, en la que todas las premisas son suficientemente fundadas ($_{sf}H_i$).

La forma **sc3** corresponde a la deducción hipotética, que es un “silogismo científico” para nosotros, pero que según Aristóteles era la forma típica del silogismo dialéctico. En cambio **sc4** es la forma que corresponde al silogismo “científico” aristotélico en sentido estricto. A estas formas corresponden los siguientes esquemas:

El primero corresponde a los silogismos científicos “popperianos” en sentido estricto:

$$(sc3) \quad H(_{if}H_i) \vdash_{if} c, \quad g(c) = mf(H) = if.$$

Esto significa que el grado de fundamento de **H** es insuficiente, por lo que el grado de fundamento de la conclusión **c** también lo será y tendrá el grado de fundamento mínimo del conjunto de premisas **H**.

El segundo corresponde a los silogismos científicos estrictamente aristotélicos:

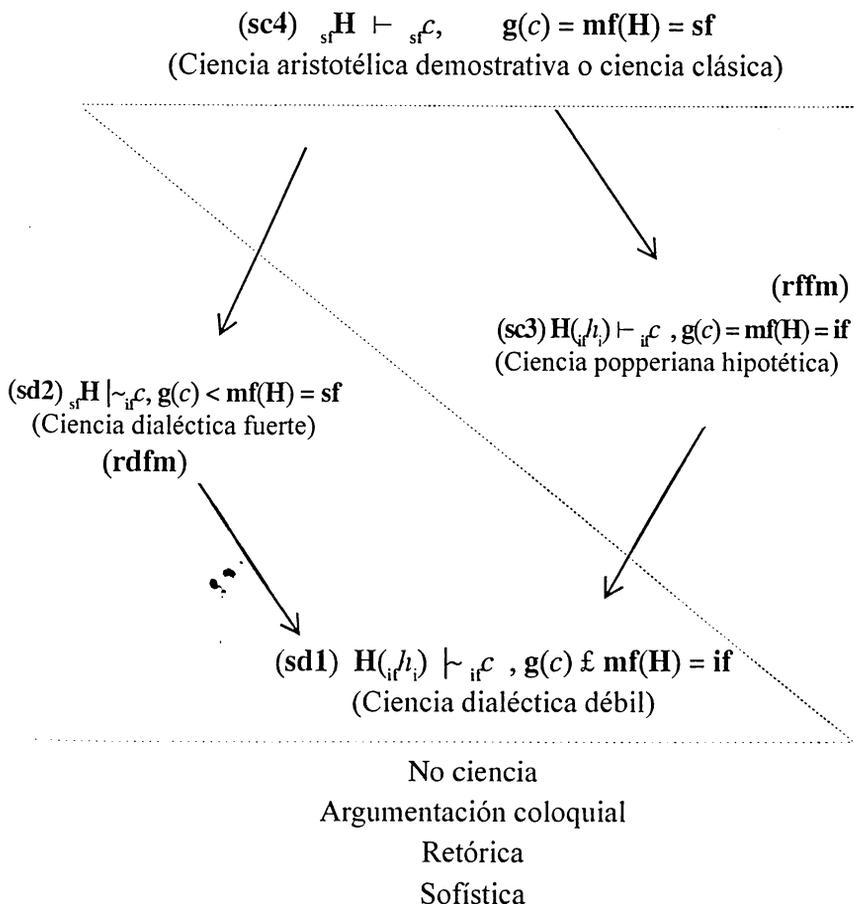
$$(sc4) \quad _{sf}H \vdash_{sf} c, \quad \text{donde } g(c) = mf(H) = sf.$$

En ellos el grado de fundamento del conjunto de premisas **H** y en consecuencia el de la conclusión **c** es suficiente.

V. El sistema de la ciencia según el grado de fundamento

A partir de estas cuatro formas de silogismo en sentido amplio, dos formas de silogismos dialécticos con regla de paso **rdfm** y dos formas de silogismos científicos con regla de paso **rfm** podemos establecer una ordenación de las ciencias según su grado de fundamento.

Clasificación de las ciencias según el grado de fundamento



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. Cabe recordar que las reglas de tipo **sc4** caracterizan el modo de entender la ciencia

de Aristóteles y son el caso especial fuerte de las fundamentaciones **sc3**, que hemos denominado “popperianas”. Lo que denominamos “ciencia popperiana” en sentido estricto es lo que Popper llamó ciencia en su libro clásico de 1934, *Logik der Forschung*, cuyos conceptos de contrastación, corroboración y falsación estrictos pudimos generalizar en trabajo anteriores.

Las fundamentaciones de los tipos **sd2** y **sd1**, que admiten tesis con reglas de paso imperfectas **sdfm**, sobreabundan en las llamadas ciencias humanas, pero están presentes en todas las ciencias, incluida la matemática como vimos, y son numerosas en la física y otras ciencias naturales, donde abundan las inducciones no matemáticas, las argumentaciones probabilistas y estadísticas, las correlaciones, las analogías, etc. como vimos incluso muchas conjeturas matemáticas tienen fundamentos imperfectos del tipo **sd2**, como ocurre en el caso clásico de la conjetura de Goldbach fuerte antes mencionada.

Más allá de las cuatro formas de fundamentación de arriba y sus especificaciones, hay muchas otras formas retóricas que parecen ser fundamentaciones, aunque no lo sean. En sus formas más groseras desembocamos en argumentaciones sofisticadas, como las que abundan en el derecho y la política. 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 **sd1** admiten debilitamientos sucesivos, que dan lugar a una zona vaga intermedia entre la ciencia dialéctica y la retórica no científica, por lo que en muchos casos es difícil precisar los límites de la ciencia actual, los comienzos de 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**. La “no ciencia” comienza con lo que hemos denominado ‘argumentación coloquial’, que incluye desde las argumentaciones cotidianas serias y de buena voluntad, hasta la retórica en general – como se suele dar en la política y el derecho – y finalmente la sofística.

VI. Conclusión

La gran ventaja de la ciencia aristotélica y popperiana es que en ellas no hay grados entre la ciencia y la sofística, ya que las reglas de paso entre hipótesis y conclusión 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 los tipos **sd2** y **sd1**, con lo que puede llegar el momento en que ya tengamos poca confianza en la regla de paso de la fundamentación y no podamos asegurar si aún nos encontramos en un dominio discursivo que merezca el nombre de ‘ciencia’ o fuera de ella. Ese es el destino de las ciencias dialécticas: que los límites entre ciencia, coloquio no científico, retórica y sofística no son precisos. Esta diferencia entre las ciencias popperianas y las dialécticas parece informar más que la imprecisa diferencia valorativa entre “ciencias duras” y “ciencias blandas”. Esa diferencia parece más bien un eufemismo que no se atreve a decir explícitamente lo que se piensa, que es distinguir entre ciencias difíciles y disciplinas fáciles que se presentan como si fueran ciencias. La clasificación por dificultad de una ciencia está muy asociada con las dificultades de los instrumentos matemáticos que esa ciencia utiliza, y eso suele ser una apreciación correcta. Pero aquí hay que hacer un par de salvedades. En primer lugar, es cierto que muchos capítulos de la matemática son instrumentos teóricos cuyo aprendizaje requiere mucha inteligencia y esfuerzo, por lo que pocas personas son capaces de dominarlas, pero otros capítulos de la matemática no son difíciles, por lo que su aprendizaje está abierto a muchas personas menos capaces, a los que también se los denomina científicos. En segundo lugar, los métodos habituales de muchas ciencias empíricas suelen ser precisamente instrumentos matemáticos de menor dificultad teórica, aunque sus practicantes, por usar esos instrumentos, las consideren “ciencias duras”, en razón del prestigio de esa denominación.

En la clasificación de la ciencia que propusimos, hemos evitado esas valoraciones y sólo la hemos fundado en las diferencias estructurales de sus procesos de fundamentación de las

tesis científicas. De ese modo se torna manifiesto que los silogismos aristotélicos **sc1** tienen fundamentos suficientes, como los teoremas de las teorías matemáticas bien construidas. Y los popperianos **sc2** tienen reglas de paso que conservan la verdad, aunque las hipótesis y sus consecuencias sean insuficientemente fundadas y por ello discutibles y falsables. En cambio las conjeturas matemáticas pertenecen a las ciencias dialécticas fuertes **sd2**, con enunciados básicos perfectamente verificados, pero reglas de paso que no garantizan la transmisión de la verdad, lo que no se suele considerar propio de las ciencias llamadas “duras”.

Recibido: 9 de Noviembre de 2017

Aceptado: 21 de Diciembre de 2017