Arbor

Verdad por definición

Julián Garrido Garrido

Arbor CLVII, 619 (Julio 1997) 147-166 pp.

La verdad por definición es un tipo peculiar de verdad científica, distinguible de las verdades lógicas, matemáticas y empíricas. La definición, por su parte, designa diversos procedimientos de asignación de significado, cuyas diferencias exigen una adjetivación cuidadosa: definiciones ostensivas y operacionales, definiciones de diccionario y definiciones teóricas. Pero sólo las del último tipo son verdaderas por definición. En el presente artículo se precisa el concepto formal de definición teórica, se delimita la estructura de esos enunciados, se analiza la verdad por definición, y se comparan, por último, las definiciones teóricas con los otros tipos de definición.

1. Introducción

De los cuatro tipos de verdad científica, la verdad por definición ocupa una posición especial, auxiliar de las otras tres. Mientras que las verdades lógicas, matemáticas y empíricas caracterizan a los tres tipos de conocimiento científico, adjetivados con esas mismas denominaciones, las verdades por definición no corresponden a un tipo propio de conocimiento, sino que se despliegan en los tres mencionados. Hay definiciones en el seno de la lógica definición del cuantificador existencial, de la matemática (definición del límite de una función) y de la ciencia empírica (definición del cuantiticador existencial), de la semántica (definición del momento lineal). Sin embargo, estas definiciones

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

se justifican de modo específico, distinto a los modos de validación de las leyes lógicas (ley de particularizción), los teoremas matemáticos (teorema del límite de la suma de funciones) o las leyes empíricas (ley de conservación del momento lineal) a las que acompañan. Les corresponde, en suma, un cuarto tipo de verdad: la verdad por definición, consistente en verdad por decisión o convención de que lo definido y su definiente significan lo mismo. Y este tipo de validez caracteriza a las definiciones, independientemente de que los enunciados relacionados con ellas sean: verdades lógicas, por la pura forma, verdades matemáticas, por deducción de axiomas presumiblemente no contradictorios, o verdades empíricas, por correspondencia con los hechos.

Los enunciados caracterizados con la verdad por definición son las definiciones teóricas. La adjetivación «teóricas» es casi obligada, porque las distingue de otros tipos de definiciones: las ostensivas y operacionales, y las de diccionario, que no son verdaderas por definición. Ademas, esta calificación resulta especialmente adecuada porque la pertenencia a teorías deductivas es un rasgo necesario de los enunciados verdaderos por definición.

La precisión del concepto formal de definición teórica, la delimitación de la estructura de las definiciones teóricas, el análisis de la verdad por definición y la comparación con otros tipos de definiciones, son los cuatro apartados sucesivos a través de los cuales se desarrolla el presente estudio.

2. Concepto formal de definición teórica

Las definiciones teóricas son enunciados pertenecientes a teorías, en el sentido estricto de teorías deductivas. Las teorías deductivas son conjuntos de enunciados relacionados y cerrados respecto a la deducción, expresados mediante conjuntos de conceptos relacionados y cerrados respecto a la definicion. En ellas, de unos pocos enunciados, las premisas de la teoría, se deducen los restantes, los teoremas de la teoría. Las premisas pueden ser de dos tipos: axiomas, premisas necesarias para deducir teoremas; y definiciones, premisas no necesarias para deducir teoremas, pero introductoras de nuevos conceptos, los conceptos definidos, a partir de combinaciones de conceptos presentes en los axiomas, los conceptos primitivos.

La mecánica clásica newtoniana de una partícula es un ejemplo particularmente sencillo de teoría deductiva. Al considerar sólo una partícula, no requiere la ley de acción y reacción, referida a pares de

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

partículas. En consecuencia, tiene un único axioma o postulado, la ley de movimiento de Newton: «$F=md^2r/dt^2$», formulado con las cuatro magnitudes primitivas de la teoría: F (fuerza total), m (masa), r (posición) y t (tiempo). Al axioma se le pueden añadir definiciones de nuevas magnitudes, tales como: «$v=_{df}dr/dt$» (velocidad), «$p=_{df}mv$» (momento lineal), «$L=_{df}rxp$» (momento angular) y «$M=_{df}rxF$» (momento de la fuerza). Del axioma y las definiciones se deducen, entre muchos otros, los teoremas:«$F=0\rightarrow p=cte$» (conservación del momento lineal) y «$M=0\rightarrow L=cte$» (conservación del momento angular). Pero los teoremas pueden deducirse tambien a partir del axioma, sin intervención de las definiciones, a condición de que en su formulación intervengan únicamente las magnitudes primitivas: «$F=0\rightarrow mdr/dt=cte$» y «$rxF=0\rightarrow rx\ mdr/dt=cte$».

Toda teoría tiene, en consecuencia, un punto de partida: sus axiomas, expresados mediante sus conceptos primitivos, y un despliegue, que puede ser doble: la introducción de nuevos enunciados por deducción (a partir de axiomas o de teoremas previamente deducidos), y la introducción de nuevos conceptos por definición (a partir de primitivos o de conceptos previamente definidos). Sin embargo, el despliegue a nuevos conceptos no es obligado. En otras palabras, las teorías admiten dos tipos de formulaciones, equivalentes desde un punto de vista lógico.

— Formulaciones sin definidos: Axiomas $\models$Teoremas.

— Formulaciones con definidos: Axiomas + Definiciones $\models$ Teoremas.

La equivalencia lógica entre estos dos modos de formular las teorías deductivas se manifiesta en las dos características formales respectivas de los enunciados definición y de los conceptos definidos.

a) Las definiciones son enunciados teóricos deductivamente no creativos: para todo teorema deducible de axiomas y definiciones hay un teorema equivalente deducible de los axiomas exclusivamente.

b) Los definidos son conceptos teóricos deductivamente eliminables: para todo teorema que incluya conceptos definidos hay un teorema equivalente expresable sin conceptos definidos.

El concepto formal de definición teórica (enunciados de las teorías que no se deducen, premisas, no necesarios para deducir teoremas, pero introductores de nuevos conceptos), expresado al principio de este apartado, implica la no creatividad deductiva de los enunciados definición. Y la no creatividad implica a su vez la eliminabilidad deductiva de los conceptos definidos (lo expresado en b) es un corolario de lo expresado en a)). La eliminabilidad de los definidos impone, por último, un requisito formal a la estructura de las definiciones teóricas, debido a su función introductora de conceptos. Esta función se realiza decretando que el nuevo concepto, lo definido, tiene el mismo significado

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

que una combinación de conceptos previos, lo definiente. Pues bien, para que lo definido sea eliminable, es necesario que lo definido sea sustituible por su definiente. En resumen, la eliminabilidad de los conceptos definidos implica la sustituibilidad definido-definiente en el seno de las definiciones teóricas.

3. Estructura de las definiciones teóricas

La idea formal de definición teórica, al atender únicamente a consideraciones estructurales, es parcial. No recoge aspectos materiales de las definiciones, que únicamente se ponen de manifiesto cuando el conocimiento científico se considera en todas sus dimensiones, incluyendo su génesis, desarrollo y justificación, además de su forma lógica. Sin embargo, pese a su parcialidad, y precisamente debido a los aspectos que considera, este concepto formal es suficiente para delimitar la estructura de las definiciones teóricas. Especificando un poco más la cuestión, a continuación se mostrará que del concepto formal de definición teórica y de los requisitos impuestos a los enunciados teóricos por los lenguajes formales de la lógica, se obtienen las estructuras básicas de las definiciones teóricas.

a) *Primeras consideraciones*

Las definiciones son enunciados pertenecientes a teorías deductivas. Mantienen entonces relaciones deductivas con otros enunciados. En consecuencia, los enunciados definición deben tener estructura de fórmulas bien formadas, fbfs, de algún lenguaje formal.

Las definiciones tienen la función específica de introducir conceptos definidos a partir de combinaciones de conceptos que constituyen sus definientes. Por lo tanto, las definiciones deben incluir definido y definiente.

La eliminabilidad de los definidos requiere formalmente la sustituibilidad definido-definiente. Y la sustituibilidad exige a su vez dos requisitos: definido y definiente deben tener la misma categoría sintáctica y deben estar netamente separados en el seno de los enunciados definición por símbolos especiales: símbolos definidores (llamados así porque, además de separadores, son también indicadores de que se realiza una definición).

En resumen, las definiciones son fbfs constituidas por secuencias: «definido - símbolo definidor - definiente». A continuación se consideran

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

las constricciones formales aplicables a cada uno de estos tres tipos de componentes.

b) *Estructura de los definidos*

Los definidos son componentes de las definiciones cuya estructura es de fbf. En consecuencia, los conceptos definidos deben tener estructura de símbolos de algún lenguaje formal.

Dejando aparte, por el momento, el caso especial de los conceptos lógicos y sus posibles definiciones en el seno de teorías lógicas, los conceptos matemáticos y empíricos tienen cuatro tipos de estructura: objetos individuales, conjuntos o propiedades de objetos, relaciones o propiedades entre objetos y funciones sobre objetos que indican otro objeto (el valor de la función). En los lenguajes formales de la lógica estas estructuras se simbolizan por: términos simples a, predicados P, n-predicados P^n ($n>1$) y n-funtores f^n ($n>0$), respectivamente. Sintacticamente, los términos simples se pueden tratar como cero-funtores y los predicados como mono-predicados. En consecuencia, los símbolos no lógicos de los lenguajes formales que estructuran a los conceptos definidos pueden ser: n-predicados, P^n ($n\geq1$), o n-funtores, f^n ($n \geq0$).

Por ejemplo: «mayor o igual que», aplicable a nũmeros, e «igual dureza que», aplicable a minerales, son relaciones entre pares de objetos y se simbolizan por tanto mediante predicados diádicos P^2. Por otro lado: «sustracción», aplicable a números, y «entalpía» aplicable a sistemas termodinámicos e instantes en que se encuentran en equilibrio, son funciones sobre pares de objetos (que indican otro objeto, el valor de la función) simbolizándose en consecuencia por funtores diádicos f^2.

Lo definido debe ser sustituible por lo definiente. Y en los lenguajes formales la sustitución sintacticamente correcta sólo puede darse sobre ciertas secuencias de símbolos denominadas términos y fórmulas. Tales secuencias se producen completando los n-predicados y n-funtores con términos que nombran a sus objetos.

Por ejemplo: «≥» no puede sustituirse por: «>σ=», que ni siquiera esta correctamente construida; sin embargo, la fórmula: «4≥3» es sustituible por la formula: «4>3 o 4=3». 0 sea, el símbolo definido aparece en la definición unido a términos que nombran los objetos a los que se aplica.

La sustitución definido-definiente debe ser realizable con la máxima generalidad. Para que ello sea posible, los símbolos de los conceptos definidos deben ser completados con términos variables y con todas las variables diferentes.

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

Por ejemplo, en la definición de «mayor o igual que», lo definido no debe ser: «4≥3», ni: «x≥3», ni: «x≥x», sino la expresion más general: «x≥y», aplicable a todo par de números.

Los n-predicados simbolizan relaciones n-arias entre n objetos. Correspondiendo a esta circunstancia, se completan con términos de un único modo: $P^n x_1..x_n$ (por ejemplo x≥y), produciendo fórmulas. Los n-funtores simbolizan funciones sobre n objetos que indican unívocamente un n+1-ésimo objeto, el valor de la función. Debido a ello pueden ser completados con términos de dos modos: $f^n x_1..x_n$ (por ejemplo x–y), produciendo términos; o $f^n x_1..x_n=x_{n+1}$ (por ejemplo x–y=z), produciendo fórmulas. En cualquiera de estas dos maneras pueden ser definidos los conceptos con estructura de función. Así, en una teoría de números en la cual hayan sido previamente introducidos la suma y los inversos para la suma, la sustracción puede definirse: «$x\text{-}y=_{df}x+(-y)$»; mientras que en otra estructuración teorica que sólo disponga de la suma, la definición de sustracción sería: «$x-y=z\leftrightarrow_{df} x=y+z$». En el primer caso el funtor diádico aparece en lo definido completado con dos términos y en el segundo completado con tres.

En resumen, como se muestra en el siguiente cuadro, la estructura de los definidos es de tres tipos: n-predicados completados con n variables (fórmulas), n-funtores completados con n variables (términos) o n-funtores completados con n+1 variables haciendo uso del símbolo logico identidad (fórmulas).

Símbolos definidos	Estructuras de los definidos	Categorías sintácticas	Ejemplos
P^n (n≥1)	$P^n x_1..x_n$	Fórmula	x≥y
	$f^n x_1..x_n$	Término	x–y
f^n (n≥0)	$f^n x_1..x_n=x_{n+1}$	Fórmula	x–y=z

c) *Símbolos definidores*

La operación conceptual de definir es completamente general, común a todas las posibles teorías, expresables sobre lenguajes formales con el añadido de interpretaciones específicas. Por ello, los símbolos indicadores de esta operación deben tener significado constante frente a los cambios de interpretación. Los símbolos definidores deben ser símbolos lógicos.

En las fbfs definición, lo definido es término o fórmula. Y lo definiente, para poder sustituir a lo definido, también es término o fórmula. Por tanto, los símbolos definidores deben ser símbolos que, junto a

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

dos términos, o junto a dos fórmulas, produzcan fbf. Considerando la sintaxis de los lenguajes formales, los símbolos definidores deben ser predicado diádico o conector diádico.

Las definiciones son verdades que relacionan pares de expresiones sustituibles en el seno de deducciones. En consecuencia, los símbolos definidores deben producir verdad cuando ligan pares de expresiones sustitubibles. En particular, dos términos sustitubibles designan al mismo objeto. Y una identidad entre dos términos es verdadera si y sólo si los dos terminos designan al mismo objeto (significado lógico del predicado identidad). Por otro lado, dos fórmulas sustitubibles tienen el mismo valor veritativo. Y un bicondicional entre dos fórmulas es verdadero si y sólo si las dos fórmulas tienen el mismo valor veritativo (significado lógico del conector bicondicional). En suma, los símbolos definidores son la identidad y el bicondicional, con subíndice «df».

Las definiciones tienen en consecuencia dos formas básicas.

— Identidades definidoras para términos: $t_i =_{df} t_j$

— Bicondicionales definidores para fórmulas: $A_i \leftrightarrow_{df} A_j$.

d) *Estructura de los definientes*

La sustituibilidad definido-definiente exige que lo definiente tenga la misma categoría sintáctica que lo definido. Por tanto, lo definiente debe ser término o fórmula.

También debido a la sustituibilidad, lo definiente debe contener las mismas variables que lo definido.

Ejemplos: «x tiene igual dureza que $y \leftrightarrow_{df}$ x no raya a y e y no raya a x» y «$H(s,t) =_{df} U(s,t)+P(s,t)V(s,t)$», donde s y t son variables de sistemas termodinámicos e instantes de equilibrio.

La eliminabilidad de lo definido exige, por último, no circularidad: que lo definido no aparezca en su definiente. Por ello, aparte de variables y símbolos lógicos, lo definiente sólo debe incluir conceptos primitivos o previamente definidos.

e) *Estructura de las definiciones teóricas*

Estructura de las definiciones	Ejemplos
$p^n x_1..x_n \leftrightarrow_{df} A_j(x_1..x_n)$	$x \geq y \leftrightarrow_{df} x>y \vee x=y$
$f^n x_1..x_n =_{df} t_j(x_1..x_n)$	$x-y =_{df} x+(-y)$
$f^n x_1..x_n = x_{n+1} \leftrightarrow_{df} A_j(x_1..x_{n+1})$	$x-y=z \leftrightarrow_{df} x=y+z$

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

http://arbor.revistas.csic.es

4. Verdad por definición

De los cuatro tipos de verdad científica, la verdad por definición es la única que no caracteriza un tipo de conocimiento. Es siempre un componente auxiliar de los conocimientos y verdades: logicos, matemáticos y empíricos.

Por otra parte, frente a las verdades matemáticas y empíricas, las verdades lógicas y por definición tienen ciertas características comunes. Han sido etiquetadas tradicionalmente como verdades analíticas y como verdades necesarias. Las verdades lógicas son verdades necesarias por su pura forma (su sintaxis y el significado de sus símbolos lógicos) y el análisis de dicha forma garantiza su verdad. Las verdades por definición son verdades necesarias por convención o decisión sobre el significado de sus componentes (decisión de que lo definido significa lo mismo que su definiente) y el análisis de tales significados garantiza su verdad. Por contraste, las verdades matemáticas (tras el fracaso de los intentos de reducirlas a verdades lógicas) y empíricas serían contingentes y sintéticas. Sus justificaciones remiten a algo externo a los enunciados que las expresan. La verdad en la matemática depende de características de sus axiomas. La verdad en ciencia empírica depende de cómo de hecho sea el mundo, lo que se comprueba con observación y experimentación. Estas breves distinciones son excesivamente imprecisas, resumen concepciones del conocimiento científico susceptibles de crítica y matización interminables. Hay sin embargo, una categorización más precisa y menos dudosa que conduce al mismo resultado, a la demarcación de leyes lógicas y definiciones frente a leyes matemáticas y empíricas. Las verdades lógicas y por definición son verdades estructurales. Las teorías matemáticas y empíricas son conjuntos de enunciados relacionados por deducción, expresados mediante conjuntos de conceptos relacionados por definición. En otras palabras, las verdades lógicas constituyen relaciones deductivas entre los enunciados teóricos. Y las verdades por definición constituyen relaciones constructivas entre los conceptos teóricos. En este preciso sentido, son los armazones estructurales de los conocimientos matemático y empírico.

Las conexiones y paralelismos existentes entre verdad lógica y verdad por definición sugieren su análisis comparativo. Además, hay razones para considerar la primera más básica que la segunda: en una teoría puede no haber definiciones, pero necesariamente hay deducciones basadas en leyes lógicas. En consecuencia, la verdad lógica puede tomarse como punto de referencia para analizar la verdad por definición. (Debido a que las definiciones en teorías lógicas son muy especiales,

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

se consideran sólo, por el momento, las definiciones en teorías matemáticas y empíricas).

Las verdades lógicas son fórmulas bien formadas verdaderas en toda interpretación. Por su pura forma, debido al modo en que aparecen en su seno los símbolos lógicos, determinadas fbfs, como «a=a» o «$f^1b=f^1b$», son de por sí verdaderas, sin necesidad de interpretación. En contraste con ellas, las definiciones pertenecen a teorías matemáticas o empíricas, cuyos enunciados se pueden analizar como fbfs dotadas de interpretaciones particulares. En resumen, mientras que las verdades lógicas son fbfs, las definiciones son fbfs dotadas de una interpretación.

Por ejemplo, la fbf «$a=f^1b$», que estructura a la definición «$1=_{df}0'$», no es de por sí una definición. Prueba de ello es que dicha fbf admite múltiples interpretaciones con las cuáles constituye enunciados que no son definiciones, como «2 es el doble de 1», o que ni siquiera son verdaderos, como «2=0'».

A diferencia de las verdades lógicas, como se ha mostrado en el ejemplo anterior, las definiciones no son, en general, verdaderas en toda interpretación (únicamente lo son, como se verá más adelante, las definiciones de los símbolos lógicos). Sin embargo, las fbfs de las definiciones deben ser verdaderas al menos en las interpretaciones en que son definiciones. En otras palabras, las definiciones son consistentes, sus fbfs son verdaderas en al menos una interpretación.

Sin embargo, la consistencia o no contradicción no es un rasgo exclusivo de la verdad por definición, sino que constituye un requisito común a los cuatro tipos de verdad. Lo que sí es específico de las definiciones es la siguiente característica, que complementa de un modo peculiar a la anterior: en las interpretaciones particulares en que son definición, las fbfs de las definiciones no son verdaderas a secas, sino necesariamente verdaderas. Y el motivo de ello es una convención o decisión relativa al modo de realizar dichas interpretaciones, decisión que constituye la esencia de la definición.

Para comprender esto hay que tener en cuenta que sólo los conceptos primitivos de las teorías tienen un significado (o interpretación) original e independiente. Los restantes conceptos, al ser introducidos por definición, reciben a la vez un símbolo y un significado (o interpretación), que consiste justamente en el significado (o interpretación) de lo definiente. Considerando las dos formas básicas de las definiciones puede explicarse esto de un modo preciso:

a) «$t_i=_{df}t_j$" equivale a: «t_i=tj más la decisión t_i significa lo mismo que t_j». Entonces, como dos términos con igual significado designan al mismo objeto, lo anterior implica: «$t_i=t_j$ y t_i y t_j tienen la misma

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

designación. Y entonces, debido al significado lógico de la identidad (una identidad entre dos términos es verdadera si y sólo si su dos términos designan al mismo objeto), resulta: «$t_i =_{df} t_j$ es necesariamente verdadera».

b) «$A_i \leftrightarrow_{df} A_j$ equivale a: «$A_i \leftrightarrow A_j$ más la decisión A_i significa lo mismo que A_j». Entonces, como dos fórmulas con igual significado tienen el mismo valor veritativo, ello implica: «$A_i \leftrightarrow A_j$ y A_i y A_j tienen el mismo valor de verdad». Y, por lo tanto, en virtud del significado lógico del bicondicional (un bicondicional entre dos fórmulas es verdadero si y sólo si su dos fórmulas tienen el mismo valor veritativo), resulta: «$A_i \leftrightarrow_{df} A_j$ es necesariamente verdadero».

En conclusión, verdad por definición es verdad necesaria debida a una convención o decisión de que lo definido significa lo mismo que su definiente, expresada en estructuras identidad o bicondicional. Es un tipo de verdad más débil que la verdad lógica, que sólo implica en su justificación la estructura de fbf y el significado de los símbolos lógicos, siendo independiente de la interpretación de cualquier símbolo no lógico. Pero es más fuerte que la verdad matemática y la verdad empírica, cuyas justificaciones requieren mucho más que análisis de formas y de significados; exigen, respectivamente, deducción de axiomas con ciertas características y correspondencia con los hechos.

Características de las convenciones definidoras

El aspecto distintivo de la verdad por definición es su carácter convencional, el ser fruto de una decisión. Este rasgo la diferencia netamente de las otras clases de verdad científica. Es importante por ello matizar con precisión las características de las convenciones que constituyen las definiciones.

En primer lugar, las convenciones o decisiones definidoras no son absolutas, sino relativas, relativas a las teorías en las que se realizan. Un enunciado puede expresar una definición sólo en el contexto de una teoría deductiva. En ausencia de axiomas o postulados que proporcionen conceptos primitivos y les doten implícitamente de significado, no se puede realizar definición alguna. Esta relatividad a teorías se pone de manifiesto en la circunstancia siguiente: un concepto que en determinada teoría es primitivo, puede ser definido en una teoría diferente. Por ejemplo, el momento lineal es definido en la mecánica newtoniana, mientras que su correlato el momento lineal generalizado es primitivo en la mecánica hamiltoniana. Y al revés, la fuerza es primitiva en la teoría de Newton, pero su correlato la fuerza generalizada

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

es definida en la teoría de Hamilton. Estos cambios de estatuto de un concepto no pueden resultar extraños, pues se producen al cambiar de estructura deductiva. Más aún, en diferentes teorías los significados de los conceptos varían. Por ejemplo, la masa es una constante de las partículas en mecánica clásica, pero deja de serlo en la mecánica relativista, donde su valor depende de la partícula y de su velocidad. O, también, las operaciones suma y producto constituyen un anillo en los enteros, mientras que en los racionales y los reales son un cuerpo.

En segundo lugar, las convenciones o decisiones definidoras no son arbitrarias. Si pretenden ser útiles, deben ser sugeridas por los restantes enunciados, axiomas y teoremas, de las teorías a las que pertenecen. Un requisito obliqado para la corrección de una definición, una vez que se disponga de primitivos que permitan realizarla, es que las combinaciones de primitivos que constituyan el definiente estén bien construidas. Sin embargo, aun respetando esta condición, es posible producir definiciones correctas pero totalmente inútiles. Por ejemplo, con los primitivos de la mecánica newtoniana pueden construirse múltiples definientes correctos, pero sólo una pequeña parte de ellos son interesantes: aquéllos que consistan en combinaciones de primitivos que aparezcan frecuentemente en las leyes de la teoría. Así, mientras que mdr/dt permite definir el importante concepto de momento lineal, la combinación de primitivos m^2dr/dt, pese a constituir una magnitud correctamente caracterizada y medible (el producto de la masa y el momento lineal), no tiene el menor interés como definiente, porque no aparece en ninguna ley mecánica. En resumen, se definen sólo conceptos teóricos interesantes, y su grado de interés depende de la cantidad y calidad de las leyes de las teorías que utilicen tales conceptos.

Tanto la relatividad como la no arbitrariedad de las definiciones son aspectos de su dependencia de las teorías deductivas en las que se formulan. Destacan conjuntamente el carácter no autónomo de las definiciones. Sin teorías lógicas, matemáticas y empíricas, no hay primitivos ni combinaciones de primitivos que hagan posible e interesante la definición. En otras palabras, sin verdades lógicas, matemáticas y empíricas, no habría verdades por definición. Sin embargo, pese a su no autonomía, constituyen un cuarto tipo de verdad. Mientras que los teoremas se deducen de los axiomas (la verdad de los teoremas está garantizada por la verdad de los axiomas y es del mismo tipo que la de éstos), las definiciones son premisas teóricas, no se deducen de los axiomas ni de cosa alguna. No se introducen por deducción, sino por decisión. La verdad de las definiciones no está garantizada

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

por la verdad de los axiomas, sino por la decisión de introducirlas. Sucede, sin embargo, que la posibilidad de tomar tal decisión depende de la existencia de axiomas presumiblemente verdaderos.

Necesidad material de las definiciones teóricas

La definición teórica y la verdad por definición están inevitablemente ligadas a las teorías deductivas. La perspectiva estructural y estática adoptada en sus análisis es por lo tanto obligada. Sólo tiene sentido determinar si cierto enunciado es o no definición en el contexto de un cuerpo de conocimiento lo bastante maduro como para haber alcanzado organización deductiva. Pero la ciencia es una empresa compleja. En particular, su génesis es difícil y tortuosa; y su desarrollo es variado e imprevisible. Las teorías deductivas, aunque expresan los conocimientos más potentes e interesantes para el científico (los que permiten explicar y predecir), resultan de abstraer sus aspectos genéticos y sus eventuales desarrollos. En correspondencia, los conceptos teóricos tienen una historia, en la cual su pertenencia a una determinada teoría constituye un mero estadio. Por todo ello, un juicio completo sobre la función y el alcance de las definiciones, exige adoptar una perspectiva amplia, que contemple los aspectos dinámicos de la ciencia.

Las definiciones (y los conceptos definidos) son deductivamente no creativas (y deductivamente eliminables). Desde un punto de vista lógico aparecen como un recurso cuya única utilidad consiste en la posibilidad de reformulación económica de las leyes que las sugieren. Sin embargo, desde un punto de vista dinámico las definiciones (y los conceptos definidos) son absolutamente necesarias. Y ello es así por múltiples razones.

En primer lugar, como ya se ha indicado, un concepto es primitivo o definido en el contexto de una teoría particular a la que pertenezca, pero dicho estatuto puede cambiar al considerarlo en una teoría diferente. En otras palabras, en el contexto de una disciplina científica en su totalidad, no tiene sentido clasificar los conceptos en primitivos y definidos. En consecuencia, tampoco tiene sentido en dicho contexto considerar que determinados conceptos son eliminables.

En segundo lugar, aun teniendo en cuenta teorías deductivas especialmente permanentes, como la mecánica newtoniana, o el análisis real, respecto a las cuales algunos conceptos son definidos, la consideración de la génesis y del desarrollo de dichas teorías impide considerar eliminables a dichos conceptos.

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

Desde la perspectiva de la génesis de las teorías, hay que considerar que los conceptos primitivos y definidos no surgen históricamente según una secuencia estable. Hay teorías cuyos primitivos, como el tiempo y la posición de la mecánica clásica, han precedido históricamente a definidos, como la velocidad y la aceleración, resultando así más básicos, tanto estructural como dinámicamente. Pero hay también teorías en las que sucede lo contrario: en ellas algunos conceptos definidos han precedido y constituido etapas previas necesarias para la construcción de conceptos primitivos. Así, la carga y la intensidad de corriente, que se definen a partir de la densidad de carga y la densidad de corriente en el electromagnetismo, se descubrieron mucho antes que éstas. También es frecuente que la secuencia estructural de definidos en una teoría deductiva difiera sensiblemente de la secuencia histórica de sus descubrimientos. Por ejemplo, la derivada se define a partir del concepto, tambien definido, de límite, aunque fue utilizada en la matemática casi dos siglos antes que éste. La prueba más contundente de que los conceptos definidos no son realmente eliminables es la circunstancia de que a veces intervinieron en la génesis de los conceptos (primitivos o definidos previos) que constituyen sus definientes.

Desde el punto de vista del desarrollo de teorías deductivas ya construidas, es importante considerar que el uso conjunto de conceptos primitivos y definidos permite explorar muchas más posibilidades de descubrimiento que el uso exclusivo de primitivos. En este contexto, los conceptos definidos pueden ser igual o más fértiles que los primitivos. Por ejemplo, sin el uso de conceptos definidos energéticos, la mecánica newtoniana nunca se habría desarrollado hacia las mecánicas analíticas, con sus hamiltonianos y lagrangianos, y las revoluciones hacia las mecánicas relativista y cuántica no habrían tenido lugar.

En conclusión, aunque formalmente eliminables, los conceptos definidos son materialmente necesarios. Y en este doble juicio no hay contradicción, pues se realiza sobre la distinción entre un orden lógico y un orden histórico, aplicables a un mismo objeto, el conocimiento científico, pero raramente coincidentes.

Las definiciones en las teorías lógicas

En las teorías lógicas es posible, aunque no necesario, definir algunos símbolos lógicos a partir de combinaciones de otros símbolos lógicos tomados como primitivos. Por ejemplo, adoptando como primitivos los slmbolos: $\neg$ (negador), $\wedge$ (conjuntor), $\vee$ (cuantificador universal) e =

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

(identidad), los restantes símbolos lógicos se definirían así: «$A_i V A_j \leftrightarrow_{df} \neg(\neg A_i \wedge \neg A_j)$» (disyuntor), «$A_i \rightarrow A_j \leftrightarrow_{df} A_i V A_j$» (condicional), «$A_i \leftrightarrow A_j \leftrightarrow_{df} A_i \rightarrow A_j \wedge A_j \rightarrow A_i$» (bicondicional) y «$\exists x A(x) \leftrightarrow_{df} \neg \forall x \neg A(x)$» (cuantificador particular).

Pero estas definiciones, como todas las realizadas en las teorías lógicas, son muy peculiares: estos bicondicionales definidores, $\leftrightarrow_{df}$ son también equivalencias lógicas, $\equiv$, o sea, son tambien bicondicionales lógicamente verdaderos. En suma, las definiciones en las teorías lógicas son simultáneamente verdades lógicas y verdades por definición. No debe extrañar que así sea, pues los enunciados de las teorías lógicas, a diferencia de los enunciados matemáticos y empíricos, son fbfs sin interpretar. Y son además fbfs verdaderas. Y una fbf a secas sólo es verdadera si lo es en toda interpretación, es decir, si es verdad lógica.

Por otra parte, en las fbfs que expresan estas definiciones, el caracter de verdad lógica predomina sobre el de verdad por definición. Y no sólo porque la verdad lógica es más potente. Tambien es así porque esas fbfs serán o no definiciones según la formulación de la lógica que se adopte, pero siempre serán verdades lógicas. En particular, en una formulación de la lógica que considere primitivos a todos los símbolos lógicos, las fbfs presentadas son exclusivamente verdades lógicas.

5. Otros tipos de definición

En los comienzos del conocimiento teórico era frecuente el planteamiento de problemas directos en torno a la esencia de los conceptos, cuestiones del tipo: «¿qué es x?». Y tambien se consideraba que el descubrimiento de la definición correcta de x, su definición esencial, constituía la solución completa y definitiva del problema. Este rudimentario planteamiento epistemológico, comprensible en estadios iniciales, ha sido superado. El conocimiento científico-técnico y filosófico actual especializa los problemas. Las cuestiones sobre esencias se sustituyen por cuestiones sobre apariencias: ¿cómo sucede x?», causas: ¿por qué x?», medios: «¿cómo se obtiene x?» y fines: «¿para qué x?». Las respuestas a las preguntas de los dos primeros tipos atañen a la ciencia teórica y consisten en hipótesis descriptivas y explicativas las cuales, si se justifican adecuadamente, alcanzan el estatuto de leyes, pero no el de definiciones. Y en cualquier caso no constituyen soluciones últimas, pues la resolución de problemas teóricos plantea nuevos problemas, imprevisibles antes de iniciar la investigación.

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

La mención del esencialismo, actitud característica del conocimiento ordinario y prototeórico, es pertinente aquí porque, además de constituir la causa de la primitiva mitificación de la definición como procedimiento cognitivo, sigue siendo responsable de la persistencia de ideas erróneas acerca de ella. En particular, de la idea de que todo concepto debe ser definido, pues sólo así recibiría su significado esencial. Hoy sabemos que las definiciones (teóricas) tienen funciones auxiliares en las teorías, que están sugeridas por leyes y que caracterizan a sólo una parte de los conceptos teóricos. Y que el interés de las definiciones es muy variable, tan variable como la influencia que en el desarrollo teórico lleguen a tener los conceptos que por medio de ellas se introduzcan. (La definición de impulso mecánico: «$I =_{df} \int F dt$» es bastante menos interesante que la de trabajo: «$W =_{df} \int F dr$», visto el desarrollo de la mecánica, pues las fuerzas conservativas, dependientes de la posición, son las más importantes). Por otra parte, la sobreestimación esencialista de la definición ha tenido también otra consecuencia no deseable: el uso de la palabra «definición» para designar operaciones conceptuales muy diversas. Estas operaciones tienen en común la especificación de aspectos del significado de los conceptos a los que se aplican. Pero ello no evita sus enormes diferencias, pues el «significado» tiene dimensiones muy heterogéneas.

Al menos tres tipos de operaciones conceptuales plenamente vigentes (olvidando reliquias como las definiciones esenciales) se suelen designar con la palabra «definición». El interés de todas ellas exige que su distinción, al menos a grandes rasgos, sea merecedora de análisis. Ante todo, la referencia precisa a dichos procedimientos exige adjetivarlos distintivamente: definiciones ostensivas y operacionales, definiciones de diccionario y definiciones teóricas. La heterogeneidad de estos recursos de asignación de significado se pone de manifiesto en la siguiente clasificación por división sucesiva:

Definiciones	Extralingüísticas:	ostensivas y operacionales
	Lingüísticas empíricas:	de diccionario
	Lingüísticas convencionales:	teóricas

Estos tipos de definición pueden caracterizarse, muy esquemáticamente, del siguiente modo:

— Definiciones operacionales de magnitudes y definiciones ostensivas de observables, son conjuntos de operaciones técnicas necesarias para medir sus valores, y la simple operación consistente en señalar un objeto o propiedad, respectivamente. Por ejemplo, el uso del termómetro

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

de mercurio y la operación de señalar una casa, constituyen una definición operacional de «temperatura» y una definición ostensiva de «casa».

— Definiciones de diccionario de palabras del lenguaje natural, son combinaciones de otras palabras de ese lenguaje que expresan alguno de los usos de dicha palabra por los hablantes del lenguaje en el momento de elaboración del diccionario. Por ejemplo, la primera acepción de la entrada «patata» en el diccionario de la Real Academia de la lengua española.

— Definiciones teóricas de conceptos pertenecientes a teorías deductivas, son enunciados que expresan, decretándola, la identidad de significado entre el concepto definido y combinaciones de conceptos, primitivos o previamente definidos, de dicha teoría. Por ejemplo, la definición de «derivada» en análisis matemático.

Tras estas breves caracterizaciones, pueden diferenciarse estos tipos de definición en los siguientes respectos: a) objetos a los que se aplican; b) objetos que relacionan; c) contextos a los que son relativas; d) tipo de significado que caracterizan; e) grado de caracterización que consiguen; y f) categoría epistemológica.

a) Objetos a los que se aplican. Las definiciones ostensivas y operacionales se aplican a conceptos de objetos y propiedades observables, y de magnitudes medibles directamente o de modo indirecto pero con medidor. (Por ejemplo, temperatura, intensidad de corriente y entropía se miden indirectamente, pero, mientras que hay termómetros y amperímetros, no hay entropímetros. La medición de entropía requiere medidores de otras magnitudes y operaciones «de lápiz y papel»). Las definiciones de diccionario se aplican a todas las palabras de un lenguaje natural usadas en el momento de elaboración del diccionario. Las definiciones teóricas se aplican a algunos conceptos de cualquier teoría deductiva que se considere.

b) Objetos que relacionan. Las definiciones operacionales y ostensivas relacionan conceptos con acciones u operaciones. Remiten entidades lingüísticas a objetos externos al lenguaje, de ahí el calificativo «extralingüísticas». Tanto las definiciones de diccionario como las teóricas relacionan conceptos y combinaciones de conceptos (aunque en el primer caso pertenecen al conocimiento ordinario, y en el segundo al conocimiento teórico). En contraste con las anteriores, son «lingüísticas», se expresan en el seno del lenguaje natural o de porciones especiales suyas denominadas teorías.

c) Contextos a los que son relativas. Las definiciones operacionales y ostensivas son relativas al estado del conocimiento científico-técnico

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

del momento. Con el desarrollo de este se descubren nuevas magnitudes y más o mejores recetas técnicas de medición, cuya calidad se evalúa en virtud de dicho conocimiento. Las definiciones de diccionario son relativas al estado del lenguaje natural considerado. En cada uno de esos estados de desarrollo, ciertas palabras son usadas de hecho por los hablantes, y son usadas con determinadas acepciones. En la evolución del lenguaje cambian las palabras y/o sus acepciones. Las definiciones teoricas son relativas a teorías. En cada estructura deductiva algunos de sus conceptos son primitivos y los restantes definidos.

d) Tipo de significado que caracterizan. Las definiciones ostensivas y operacionales caracterizan significado empírico: conexión de determinados conceptos con lo observable. Las definiciones de diccionario caracterizan significado pragmático: usos de los conceptos por los hablantes. Las definiciones teóricas caracterizan significado teórico: un significado que está implícito en los axiomas para los primitivos, y que se expresa explícitamente en las definiciones para los definidos.

e) Grado de caracterización que consiguen. Las definiciones ostensivas y operacionales son, respecto a sus conceptos, múltiples y parciales. El significado empírico de los observables se determina a través de múltiples señalizaciones u ostensiones. Esta multiplicidad es necesaria para demarcar el concepto deseado como «aquello que se repite» en las situaciones concretas indicadas, cada una de las cuáles es de por sí muy compleja. Y el significado empírico de las magnitudes se determina mediante muchos procedimientos de medición. Cada tipo de termometría, por ejemplo, contribuye a aumentar el significado empírico de la temperatura. Y la convergencia de resultados entre distintos modos de medir una magnitud tiene, respecto a la creencia en su objetividad, un efecto similar al producido por la permanencia repetida de los observables en diferentes circunstancias de observación. Las definiciones de diccionario son, también, respecto a sus conceptos, múltiples y parciales. La mayoría de las palabras de un lenguaje natural tienen, en cada momento de su periodo de uso, múltiples acepciones, diversas definiciones de diccionario, cada una de las cuales contribuye a determinar su uso en el lenguaje. Las definiciones teóricas de un concepto definido en una teoría dada pueden ser múltiples, pero, en ese caso, serán equivalentes y, por tanto, son completas. Por ejemplo: «$p =_{df} mv$» y «$p =_{df} mdr/dt$», son dos posibles definiciones de momento lineal en la mecánica newtoniana, pero ambas expresan lo mismo: el núcleo del significado de ese concepto en dicha teoría.

f) Categoría epistemológica. Las definiciones ostensivas y operacionales son acciones o reglas de accion, calificables por su utilidad

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

(según su precisión, reproducibilidad,..). No son enunciados evaluables como verdaderos o falsos. (La cosa cambia si se denominan definiciones operacionales a los enunciados que expresan las relaciones funcionales entre magnitudes que justifican el funcionamiento de los aparatos de medición. Por ejemplo, a la proporcionalidad entre variaciones de temperatura y de volumen en el termómetro de mercurio. En ese caso, tales enunciados son casi siempre leyes empíricas, aunque algunas veces son definiciones teóricas). Las definiciones de diccionario son enunciados empíricamente verdaderos, pues expresan fenómenos sociales: el modo en que las personas utilizan de hecho las palabras en un momento dado. Cuando las definiciones de diccionario quedan desfasadas es porque el uso empírico de la palabra correspondiente ha variado. Las definiciones teóricas son enunciados verdaderos por definición o convención: la decisión que expresan, de que determinado concepto de la teoría significa lo mismo que una combinación de otros conceptos de la misma teoría, es la garantía de su verdad.

Una vez destacadas las diferencias principales entre las tres clases de definición, tiene interés considerar las confluencias posibles entre la definición teórica (el objetivo principal para el tema de la verdad por definición) y cada una de las otras dos. Puede mostrarse que, pese a esas confluencias, se trata de procedimientos cognitivos bien diferentes.

En primer lugar, es obvio que las teorías, aunque tienen características muy especiales, se formulan en los lenguajes naturales. Por ese motivo, un concepto teórico puede tener definición teórica y de diccionario, e incluso, a veces, en ambas se puede expresar lo mismo. Hay, además, diccionarios de términos científicos y en ellos esas coincidencias son mucho más frecuentes. Sin embargo, esta circunstancia no impide seguir distinguiendo netamente estos dos tipos de definicion. En los diccionarios aparece, casi siempre: la velocidad como la variación temporal de la posición; la intensidad de corriente como la variación temporal de la carga eléctrica; y la fuerza como el producto de la masa por la aceleración. Pero con ello se expresa simplemente que los científicos usan de hecho esos conceptos con esas acepciones. No se pretende que esos informes de uso sean necesariamente sus definiciones teóricas. En el primero de los tres ejemplos es así: «$v =_{df} dr/dt$», pero no en los otros dos. Concretamente, aunque la intensidad de corriente es un concepto definido en la teoría electromagnética, su definiente no es el antes expresado, sino la integral de superficie de la densidad de corriente, o sea: «$I =_{df} \int j \cdot dS$». Y la fuerza ni siquiera es un conecpto definido en la mecánica, teoría a la que se hace referencia en su definición de diccionario, la cual no es una definición teórica,

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

sino una ley empírica. Estos ejemplos muestran que en los diccionarios se pretenden definir todos los conceptos, ya que todos se usan, no importando que con ello puedan surgir circularidades, pues no expresan definiciones teóricas, sino informes de uso. Y que las coincidencias surgen simplemente porque a veces lo expresado en una definición teórica es también uno de los modos más adecuados para resumir el uso de un concepto.

Las confluencias de las definiciones teóricas con las operacionales son más interesantes, ya que ambas pertenecen por completo al ámbito del conocimiento científico y tienen en él funciones muy importantes. Sin embargo, mientras que las primeras contribuyen a la estructuración deductiva de dicho conocimiento, las segundas intervienen en su justificación empírica. En consecuencia, las definiciones teóricas son aplicables a conceptos lógicos, matemáticos o empíricos, pues con todos ellos hay teorías deductivas. Pero las definiciones operacionales, en contraste, sólo se aplican a conceptos empíricos, y dentro de ellos a aquellos cuya conexión con lo observable no sea demasiado indirecta (por ejemplo, no las tienen el hamiltoniano ni la entropía). De todo ello se sigue que hay conceptos empíricos que tienen a la vez definición teórica y definición operacional. Y (si concebimos lingüísticamente las definiciones operacionales: mediante las relaciones entre magnitudes que justifican el funcionamiento de un medidor), en algunos casos, hay coincidencias entre lo expresado en ellas. Por ejemplo, la definición teórica de velocidad es también un fundamento para medir la velocidad media. Pero mucho más frecuente es que esto no suceda. La razón fundamental es que la definición teórica en muchos casos remite el concepto definido a definientes mucho más abstractos (intensidad de corriente como integral de superficie de la densidad), mientras que la definición operacional necesariamente tiene que remitir lo definido a conceptos más observables (intensidad de corriente proporcional al ángulo de desviación de una aguja en el amperímetro mecanico). Por último, no está de más recordar que los conceptos primitivos de las teorías empíricas, que no tienen definición teórica, pueden tener definición operacional (los dinamómetros basados en la ley de Hooke permiten medir la fuerza pero no constituyen su definición teórica). En conclusión, las posibles coincidencias entre definiciones teóricas de conceptos empíricos y definiciones operacionales de esos conceptos (cuando son interpretadas de modo lingüístico), se deben a que a veces los definientes de la definición teórica son más cercanos a lo observable que lo definido, y pueden contribuir entonces a su medición. Lo esencial para que una relación entre magnitudes justifique un procedimiento

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es

de medición es que sea verdadera. Como en la ciencia empírica hay muchas más leyes que definiciones esas relaciones son casi siempre leyes o verdades empíricas, pero a veces son definiciones teóricas o verdades por definición.

(C) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://arbor.revistas.csic.es