TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 1

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 2

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 3

Mario Bunge

TRATADO DE FILOSOFÍA

Volumen 2

SEMÁNTICA II: INTERPRETACIÓN Y VERDAD

TRATADO DE FILOSOFÍA
MARIO BUNGE

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 4

MARIO BUNGE
TRATADO DE FILOSOFÍA

1
SEMÁNTICA I: *SENTIDO Y REFERENCIA*

2
SEMÁNTICA II: *INTERPRETACIÓN Y VERDAD*

3
ONTOLOGÍA I: *EL MOBLAJE DEL MUNDO*

4
ONTOLOGÍA II: *UN MUNDO DE SISTEMAS*

5
GNOSEOLOGÍA Y METODOLOGÍA I: *EXPLORACIÓN DEL MUNDO*

6
GNOSEOLOGÍA Y METODOLOGÍA II: *EXPLICACIÓN DEL MUNDO*

7
GNOSEOLOGÍA Y METODOLOGÍA III: *FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA*

8
ÉTICA: *LO BUENO Y LO JUSTO*

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 5

Tratado de filosofía

Volumen II

SEMÁNTICA II: INTERPRETACIÓN Y VERDAD

Mario Bunge

gedisa
editorial

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 6

Traducido de la edición en inglés de *Treatise on Basic Philosophy*. Vol. 2: *Semantics II: Interpretation and Truth.*
© 1974, D. Reidel Publishing Company, parte de Springer Science + Business Media. Todos los derechos reservados

Traducción: Rafael González del Solar

Rafael González del Solar es biólogo (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina), doctorando en el Departamento de Filosofía de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y traductor *freelance* especializado en textos técnicos, científicos y filosóficos. Su formación incluye la investigación de campo en ecología trófica de carnívoros (como becario de CONICET, Argentina) y estudios de filosofía de la ciencia con Mario Bunge (Montreal, 2000), de quien ha traducido otros cuatro libros. Actualmente es miembro del Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (ECODES, Argentina) y del Grupo de Estudios Humanísticos sobre Ciencia y Tecnología (GEHUCT-UAB). En 2004 fue distinguido con una beca de formación de posgrado de la Fundación Carolina (España).

Diseño de cubierta: Departamento de diseño Editorial Gedisa

Primera edición: marzo de 2009, Barcelona

Derechos reservados para todas las ediciones en castellano

© Editorial Gedisa, S.A.
Avenida del Tibidabo, 12, 3º
08022 Barcelona (España)
Tel. 93 253 09 04
Fax 93 253 09 05
correo electrónico: gedisa@gedisa.com
http: //www.gedisa.com

ISBN obra completa: 978-84-9784-202-0
ISBN vol. 2: 978-84-9784-195-5
Depósito legal: B. 10905-2009

Impreso por Romanyà Valls

Impreso en España
Printed in Spain

Queda prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio de impresión, de forma idéntica, extractada o modificada de esta versión castellana de la obra.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 7

Prefacio general al *Tratado*

Este volumen forma parte de un amplio *Tratado de Filosofía*. La obra abarca lo que para el autor constituye el núcleo de la filosofía contemporánea, a saber la semántica (las teorías del significado y la verdad), la gnoseología (las teorías del conocimiento), la metafísica (teorías generales sobre el mundo) y la ética (teorías de los valores y la acción justa).

La filosofía social, la filosofía política, la filosofía del derecho, la filosofía de la educación, la estética, la filosofía de la religión y otras ramas de la filosofía han quedado excluidas del anterior *quadrivium*,† ya sea porque han sido absorbidas por las ciencias del hombre o bien porque se pueden considerar aplicaciones tanto de la filosofía básica como de la lógica. Tampoco se ha incluido esta última en el *Tratado*, aunque es parte tanto de la filosofía como de la matemática. La razón de esta exclusión es que la lógica se ha convertido en una materia tan técnica que únicamente los matemáticos pueden abrigar la esperanza de hacer contribuciones originales a este campo. Aquí solo hemos tomado prestada la lógica que nos es útil.

La filosofía expuesta en el *Tratado* es sistemática y, en alguna medida, también exacta y científica. En otras palabras, las teorías filosóficas for-

† Hemos dejado sin traducir aquellas expresiones en idiomas diferentes del inglés que, como el vocablo latino *quadrivium* o el término francés *bête noire*, entre otras, son de uso lo bastante frecuente en la comunidad castellanohablante como para representar un problema para el lector de esta obra. [*N. del T.*]

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 8

muladas en estos volúmenes (*a*) están formuladas en determinados lenguajes exactos (matemáticos) y (*b*) de ellas se espera que sean coherentes con la ciencia contemporánea.

Ahora unas palabras a modo de disculpa por esta tentativa de construir un sistema filosófico. Dado que vivimos en la era del análisis, uno bien podría preguntarse si todavía hay sitio –fuera de los cementerios de ideas– para la síntesis filosófica. La opinión del autor es que el análisis –aunque necesario– resulta insuficiente, excepto, claro, para la destrucción. La finalidad última de la investigación teórica, ya sea en filosofía, ciencia o matemática, es la construcción de sistemas, vale decir de teorías. Más aún, esas teorías deben estar articuladas en sistemas en lugar de estar aisladas y, mucho menos, ser mutuamente incompatibles.

Una vez que tenemos un sistema, podemos pasar a desmontarlo. Primero el árbol, después el serrín. Y una vez alcanzada la etapa del serrín, hemos de pasar a la siguiente, a saber, la construcción de nuevos sistemas. Hay tres razones para ello: porque el universo es, él mismo, sistémico; porque ninguna idea puede tornarse completamente clara, a menos que se halle incluida en algún sistema y porque la filosofía del serrín es bastante aburrida.

El autor dedica esta obra a su profesor de filosofía

KANENAS T. POTA

como agradecimiento por su consejo: «Haz tu propio intento. Tu recompensa será hacerlo, tu castigo haberlo hecho».

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 9

Índice de *Semántica II*

PREFACIO A *SEMÁNTICA II* 13
AGRADECIMIENTOS 17
PRÓLOGO DEL AUTOR A LA EDICIÓN ESPAÑOLA 19
SÍMBOLOS ESPECIALES 21

6. INTERPRETACIÓN 23
1. Tipos de interpretación 24
2. La interpretación matemática 26
2.1. Teoría abstracta 26
2.2. Modelo 29
2.3. Modelos intensionales y modelos extensionales 31
2.4. Insuficiencia de los modelos extensionales 33
3. La interpretación fáctica 37
3.1. Necesidad de la interpretación fáctica en la ciencia . . . 37
3.2. Cómo se asignan las interpretaciones y qué se consigue con ellas 40
3.3. Mapas de interpretación fáctica 43
3.4. Interpretación fáctica: total y parcial 46
3.5. Teorías genéricas parcialmente interpretadas 48
3.6. Principios de interpretación fáctica 51
3.7. Interpretación fáctica y verdad 55
3.8. Interpretación y exactificación 58
4. Aspectos pragmáticos 61

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 10

4.1. La interpretación pragmática 61
4.2. El proceso de interpretación 64
5. Comentarios finales 67

7. SIGNIFICADO 69
1. Babel 69
2. La concepción sintética 73
2.1. El significado como sentido más referencia 73
2.2. Significancia 78
2.3. Asignación de significancias 81
2.4. Grados de definición de la significancia 83
3. Invariancia y cambio del significado 86
3.1. Sinonimia 86
3.2. Invariancia del significado 88
3.3. Cambio de significado 91
4. Significados fácticos y empíricos 94
4.1. Definiciones 94
4.2. La búsqueda de significado fáctico 95
4.3. Forma y papel de los supuestos de significado 98
5. Significado *et alia* 103
5.1. Significado y comprobabilidad 103
5.2. Significado y uso 105
5.3. Significado y comprensión 106
5.4. Significado fáctico y covarianza 108
6. Comentarios finales 111

8. LA VERDAD 113
1. Clases de verdad 114
1.1. Portadores de la verdad 114
1.2. Valores de verdad: adquiridos 119
1.3. Verdad cuádruple 120
2. Verdad de razón y verdad de hecho 122
2.1. Verdad de razón 122
2.2. Verdad de hecho: la concepción sintética 128
2.3. Valores de verdad: condicionales 132
2.4. Condiciones de verdad 136
3. Grados de verdad 140
3.1. El problema y cómo no resolverlo 140

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 11

3.2. Axiomas 143
3.3. Topologías de S_D 146
3.4. Comparación de valores de verdad 149
3.5. La inferencia científica 154
3.6. Comentarios 155
4. Verdad *et alia* 161
4.1. Verdad y probabilidad 161
4.2. Verdad, significado y confirmación 163
4.3. Verdad y creencia 165
4.4. Verdad y tiempo 167
5. Comentarios finales 169

9. RAMIFICACIONES 173
1. La extensión 173
1.1. El problema 173
1.2. La extensión estricta: definición 175
1.3. Algunas consecuencias 177
1.4. Comparación de extensiones 181
1.5. Asuntos algebraicos 184
1.6. Extensión e intensión: ley de la inversa 186
1.7. Comentarios finales 188
2. La vaguedad 190
2.1. Vaguedad del significado 190
2.2. Vaguedad extensional 192
2.3. Indeterminación estructural 195
3. La descripción definida 196
3.1. La concepción heredada: crítica 196
3.2. Un análisis elemental de las descripciones definidas .. 198
3.3. Un análisis matemático de las descripciones definidas .. 201
3.4. Continuación del análisis 203
3.5. Cuestiones referentes al significado 205
3.6. Cuestiones referentes a la verdad 207
3.7. La verdadera magnitud de la teoría de las descripciones . 208

10. VECINOS 211
1. La matemática 211
1.1. La pertinencia de la semántica respecto de la matemática 211

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 12

1.2. Acerca del extensionalismo 213
1.3. Acerca de la objetividad 214
2. La lógica 216
2.1. Analiticidad 216
2.2. La definición 220
2.3. La presuposición 223
3. La gnoseología 226
3.1. El estatus de la gnoseología 226
3.2. Representación vs. instrumento y retrato 227
3.3. Objetividad vs. subjetividad 230
3.4. El sujeto cognoscente 234
4. La metafísica 237
4.1. La neutralidad metafísica del lenguaje 237
4.2. La neutralidad metafísica de la lógica 238
4.3. Compromisos metafísicos de la semántica de la ciencia . 242
5. Palabras finales 243

BIBLIOGRAFÍA 247
ÍNDICE DE NOMBRES 259
ÍNDICE DE MATERIAS 263

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 13

Prefacio a *Semántica II*

Esta es la segunda y última parte de nuestro trabajo sobre la semántica. La primera parte, titulada *Sentido y referencia*, constituye el Volumen 1 del *Tratado*.

Lo que sigue presupone la comprensión de las escurridizas nociones de sentido y referencia. Para abordar este volumen, cualquier teoría que dilucide estos conceptos resultará útil. Pero, desde luego, solo las teorías expuestas en la primera parte se articularán de manera convincente con las que aquí vamos a plantear. Con todo, lo esencial de la primera parte puede resumirse en pocas palabras.

La semántica filosófica trata acerca de constructos, particularmente sobre predicados y proposiciones. Cada objeto de este tipo posee un sentido y una referencia. El sentido pleno de un constructo es la colección de sus parientes lógicos. Esta colección tiene dos partes: el sentido ascendente, o conjunto de antecedentes, y el sentido descendente o conjunto de consecuentes. Por ejemplo, el sentido ascendente de un concepto definido es el conjunto de conceptos que están comprendidos en su definición y su sentido descendente es la colección de conceptos que penden de él. En cuanto a los referentes de un predicado, son los individuos que aparecen en su dominio de definición. Y la clase de referencia de un enunciado es la unión de las clases de referencia de todos los predicados presentes en la proposición. Algunos constructos, de forma notable aquellos que se presentan en el conocimiento común y en las teorías científicas, poseen un sentido y una referencia fácticos. Las teorías del

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 14

sentido y de la referencia propuestas en la primera parte nos permiten calcular tanto el sentido (en particular, el sentido fáctico) como la clase de referencia (en particular, la clase de referencia fáctica) de cualquier predicado y cualquier enunciado. De igual modo, pueden ayudarnos a resolver algunos problemas semánticos difíciles planteados por varias de las teorías científicas más importantes, el sentido y la referencia de las cuales son, con frecuencia, objeto de agitados debates. Hasta aquí el sumario de la primera parte.

Este volumen comienza con el problema de la interpretación. Consideramos que la interpretación es la asignación de constructos (por ejemplo, predicados) a los símbolos. Esta interpretación puede ser puramente matemática, como cuando se interpreta el símbolo *x* como un número natural arbitrario, o también fáctica, como cuando se interpreta un número como el tamaño de la población de una ciudad. Ahora bien, como hemos visto antes, los predicados y proposiciones tienen tanto sentido como referencia y, por lo que respecta al significado, nada más. De tal modo, consideramos que el sentido y la referencia son los componentes del significado. Vale decir, el significado de un constructo se define como el par ordenado constituido por su sentido y su clase de referencia. Una vez que se ha establecido el significado de una proposición, podemos pasar a averiguar su valor de verdad, suponiendo que lo tenga. Si es fáctica, es decir si la proposición tiene referentes fácticos, puede que sea solo parcialmente verdadera, suponiendo que lo sea en alguna medida. En consecuencia, debemos clarificar el concepto de verdad de hecho parcial, algo que haremos mediante el desarrollo de una teoría que combine características de las teorías de la verdad como correspondencia y como coherencia. Las nociones semánticas restantes, notablemente las de extensión, vaguedad y descripción definida, las hacemos depender de los conceptos de significado y verdad y, por lo tanto, las tratamos hacia el final del volumen. El último capítulo explora las relaciones entre la semántica filosófica y otras ramas del conocimiento, en particular la lógica y la metafísica.

Este volumen, al igual que su antecesor, ha sido ideado con un objetivo preciso: aportar un sistema de semántica filosófica capaz de arrojar un poco de luz sobre nuestro conocimiento de hecho, sea común, sea científico. Dejaremos la semántica de los lenguajes naturales a los lingüistas, psicolingüistas y sociolingüistas, y la semántica de la lógica y la matemática (vale decir, la teoría de modelos) a los lógicos y los matemá-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 15

ticos. En otras palabras, nuestra preocupación central ha sido aclarar y sistematizar las nociones de significado y verdad tal como se presentan en relación con el conocimiento fáctico. Por esta razón, nuestra semántica linda con nuestra gnoseología.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 16

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 17

Agradecimientos

Es un placer para mí dar las gracias a aquellos que me han aportado comentarios y críticas útiles –ya sea constructivas o destructivas– en el aula o por escrito. Agradezco en particular a mis ex alumnos, los profesores Roger Angel y Charles Castonguay, así como a Glenn Kessler y Sonmez Soran sus aportaciones; y también a mis ex investigadores asociados, los profesores Peter Kirschemann, Hiroshi Kurosaki, Carlos Alberto Lungarzo, Franz Oppacher y Raimo Tuomela, y a mis ex asistentes de investigación, los doctores David Probost y David Salt. También me he beneficiado con los comentarios de los profesores Harry Beatty, John Corcoran, Walter Felscher, Joachim Lambeck, Scott A. Kleiner, Stelios Negrepontis, Juan A. Nuño, Roberto Torreti, Ilmar Tammelo y Paul Weingartner. Empero, dado que mis críticos vieron únicamente fragmentos de los primeros borradores, no se les debería acusar de ser mis «cómplices».

También me place dejar testimonio de mi profunda gratitud al Consejo de Canadá [*Canada Council*] por la beca Killam que le otorgó a este proyecto de investigación y a la John Simon Guggenheim Memorial Foundation por una beca durante cuyo tiempo esta obra cobró su forma final. Por último, estoy agradecido a la Universidad Aarhus y al ETH de Zúrich por su generosa hospitalidad durante mi año sabático 1972-1973.

MARIO BUNGE
Foundations and Philosophy of Science Unit
McGill University

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 18

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 19

Prólogo del autor a la edición española†

La filosofía se ha desarrollado vigorosamente en España y en Hispanoamérica en el curso de las últimas décadas. Se ha desarrollado hasta tal punto que ya tenemos poco que aprender de la filosofía alemana, que aún se está recuperando del desastre de 1933, y menos todavía de la filosofía francesa, que desde hace más de un siglo se arrastra a la zaga de la retaguardia alemana.

Francisco Romero, el filósofo argentino de origen español, decía con razón que en todos los pueblos la filosofía pasa por tres etapas: la adhesión entusiasta y dogmática a una escuela, el estudio crítico de la filosofía toda y la creación original. Creo que algunos países de habla española están pasando de la segunda etapa a la tercera.

Es verdad que aún se importan, habitualmente con retraso, modas filosóficas europeas. (La diferencia es que hoy se copia a Oxford o a París, en lugar de a Friburgo). También es cierto que la mayoría de los estudios filosóficos son de carácter apologético o crítico. Pero ya hay un comienzo bien claro de investigación original en áreas de la filosofía que hace un par de décadas solíamos evitar o incluso ignorar. Entre ellas destacan la lógica matemática y la semántica formal, la teoría del conocimiento y la epistemología, la ontología seria y la axiología, así como la ética y la filosofía de la técnica.

† Original en castellano. [*N. del T.*]

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 20

En nuestros países hay literalmente miles de profesores de filosofía y algunas decenas de investigadores originales. Muchos de ellos están al día en cuanto a la literatura filosófica internacional y algunos escriben libros o artículos que contienen aportaciones nuevas a la filosofía. Hay diversas sociedades nacionales de filosofía y docenas de revistas filosóficas, algunas de ellas bilingües o aun trilingües, entre ellas por lo menos seis de buen nivel. También hay congresos nacionales e internacionales de filosofía.

Todos estos son hechos nuevos ocurridos en el curso de las últimas décadas. Ellos nos permiten afirmar no solo que hay filosofía en España y en Hispanoamérica, sino que hoy existe una filosofía hispanoamericana original no menos importante que la alemana, la italiana o la francesa. Esta novedad es motivo de legítimo orgullo para todos quienes, de una manera u otra, han contribuido a construir esta filosofía y, muy particularmente, para quienes lo han hecho en condiciones materiales y políticas difíciles.

Pero la existencia de una vigorosa filosofía hispanoamericana no debiera ser motivo de complacencia. Primero, porque no está sino en los comienzos de la etapa creadora. Segundo, porque la filosofía es una planta muy delicada que no prospera sino al aire libre, que a menudo escasea en nuestros países.

Me alegra sobremanera que la prestigiosa Editorial Gedisa haya decidido publicar una versión castellana de mi tratado. Y me honra que Rafael González del Solar, joven ecólogo y filósofo que ya tradujo cuatro de mis libros, haya aceptado ocuparse de esta tarea, tan pesada como delicada. Finalmente, he aprovechado esta ocasión para corregir algunos errores que aparecen en la edición original.

MARIO BUNGE

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 21

Símbolos especiales

C Conjunto de constructos (conceptos, proposiciones o teorías)
$\mathbb{C}$ Contexto
$\mathscr{C}$ Contenido (sentido descendente extralógico)
$\mathscr{C}_{\!n}$ Consecuencia
$\mathscr{D}$ Designación
Δ Denotación
$\triangleq$ Representación
$\mathscr{E}$ Extensión
$\mathscr{I}$ Intensión
$\mathscr{SD}$ Sentido descendente [*import*]†
L Lógica
$\mathscr{L}$ Lenguaje
$\mathscr{M}$ Significado [*meaning*]
Ω Universo de objetos (de una clase cualquiera)
$\mathbb{P}$ Familia de predicados
$\mathscr{SA}$ Sentido ascendente [*purport*]††
$\mathscr{R}$ Referencia
S Conjunto de enunciados (proposiciones)
$\mathscr{S}$ Sentido
$\mathscr{S}_{\!\mathscr{g}}$ Significación [*signification*]
T Teoría (sistema hipotético-deductivo)
$\mathscr{V}$ Función valor de verdad

† Traducido en otros trabajos del autor como «importe». [*N. del T.*]
†† Traducido en otros trabajos del autor como «soporte». [*N. del T.*]

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 22

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 23

Capítulo 6

Interpretación

Todos los símbolos de una teoría científica están interpretados. Lo que se interpreta es que designan ciertos conceptos matemáticos, algunos de los cuales, a su vez, se interpreta que representan ciertos aspectos del mundo. Esta doble interpretación debe mostrarse tan completa y explícitamente como sea posible, para que emerja con claridad la significación del simbolismo. Pero ¿qué es una interpretación, en particular una interpretación fáctica? He aquí el tema central de este capítulo.

La interpretación de que trata este capítulo es un concepto semántico que no debe confundirse con la «interpretación» de la que hablan los hermenéuticos con referencia a los hechos sociales. La interpretación semántica se refiere a signos y constructos, en tanto que la interpretación (o comprensión o *Verstehen*) de Dilthey, Weber, Winch, Charles Taylor y demás filósofos idealistas de las ciencias sociales versa sobre hechos sociales: para ellos, interpretar un hecho social es asignarle un propósito. En otras palabras, interpretar semánticamente un signo es asignarle por convención un hecho o un constructo, mientras que interpretar un hecho social es atribuirle hipotéticamente una finalidad. Además, mientras que el concepto semántico de interpretación puede aclararse, como se verá en lo que sigue, el otro se presta a confusión y, por lo tanto, a discusiones interminables sobre la naturaleza de lo social y el papel de las ciencias de la cultura (o del espíritu).†

† Párrafo añadido por el autor a la edición castellana. [*N. del T.*]

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 24

1. Tipos de interpretación

Cualquier cosa, desde un signo hasta un gesto, puede interpretarse si se sabe cómo hacerlo. Así pues, el agricultor interpreta las formas de las nubes, los médicos interpretan las apariencias corporales y los charlatanes interpretan los sueños. En los tres casos se correlacionan hechos observados con otros hipotetizados y se supone que estos explican los primeros. Esta clase de interpretación, relacionada con signos naturales, puede llamarse *epistémica*: a decir verdad se trata de una forma de explicación. La que le interesa a la semántica es otra clase de interpretación, una que tiene relación o bien con signos o bien con constructos. En adelante adoptaremos esta acepción de «interpretación», que podemos llamar *semiótica*.

Puede considerarse que la interpretación semiótica trata de signos o de constructos. La interpretación de signos es tarea de las reglas de designación, en tanto que la interpretación de constructos la realizan los supuestos semánticos. Ejemplo de interpretación de un signo: '&' *designa* la conjunción. Ejemplo de interpretación de un constructo: *F* (*a*, *b*) *representa* la fuerza de la interacción entre *a* y *b*.

Sea que se trate de signos, sea que se trate de constructos, la interpretación es necesaria siempre que aquello que se interpreta no está definido suficientemente. La interpretación va de lo menos definido a lo más definido o específico. Por ejemplo, de un signo ambiguo como '*S*' a un constructo genérico como «conjunto», de este a un constructo específico como «el conjunto de pares» o de aquí a un elemento fáctico, tal como la colección de parejas casadas, o a un elemento empírico, tal como la colección de las parejas casadas contadas por la oficina del censo. Distinguimos, pues, cuatro tipos de relaciones de interpretación, los cuales se muestran y ejemplifican en la Tabla 6.1.

El primer tipo de interpretación, vale decir la designación, se da en todos los sistemas conceptuales: sin reglas de designación, un simbolismo no simboliza. De tal modo, puede considerarse que una página del *Journal of Mathematical Psychology* es un sistema de signos convencionales (palabras y símbolos matemáticos) junto con un conjunto de convenciones de interpretación, mayormente tácitas pero, a pesar de ello, operativas. En otras palabras, un sistema conceptual puede ser visto como un *lenguaje interpretado*, es decir como un simbolismo junto con una colección de reglas de designación. Un lenguaje no interpreta-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 25

TABLA 6.1
Interpretaciones semióticas

Tipos de interpretación		Relación	Ejemplo
1 Designación	$\mathcal{D}$	Símbolo → Constructo	Símbolo de función → Función
2 Matemática	μ	Constructo genérico → Constructo específico	Función → seno (o sen)
3 Fáctica	ϕ	Constructo específico → Elemento fáctico	sen ωt → elongación de un péndulo
4 Pragmática	π	Constructo específico → Ítem empírico	sen ωt → valor medido de la elongación de un péndulo

do, vale decir un sistema de signos artificiales bien construido que carece de designata, sería tan inútil e ininteligible como un manuscrito científico después de una catástrofe nuclear total. La noción misma de lenguaje totalmente no interpretado carece de sentido, excepto a los fines del análisis.

Los más básicos de todos los sistemas conceptuales son, desde luego, los sistemas lógicos: son los más abstractos, en el sentido de que son los menos interpretados. Los sistemas lógicos son excelentes ejemplos de *teorías abstractas*, vale decir teorías que contienen predicados que carecen de una interpretación fija y que, por ende, permiten una diversidad de interpretaciones. Pero todos ellos son lenguajes interpretados, en el sentido de que contienen una regla de designación para cada tipo de signo. De tal modo, un símbolo de predicado tal como '*P*' se interpreta como un predicado o atributo arbitrario. La interpretación está limitada a la designación: el sistema es no interpretado solo en el sentido de que no involucra ninguno de los tipos de interpretación de 2 a 4 listados en la Tabla 6.1. En consecuencia, no puede caracterizar a sus individuos y asignarles propiedades definidas: trata de individuos y atributos no especificados. Ergo, no contiene leyes específicas, o sea leyes satisfechas por objetos de una clase determinada, tales como terremotos o revoluciones. En resumen, puesto que la lógica de predicados no está comprometida desde el punto de vista semántico, tampoco está comprometida

con ninguna ontología. Pero tampoco se trata de un simbolismo vacío: sus letras minúsculas se interpretan como individuos no especificados, sus letras mayúsculas como predicados no especificados y así sucesivamente.

La referida interpretación de los sistemas lógicos desde el punto de vista de constructos de un tipo determinado es la interpretación usual o *estándar*, pero no la única posible. Se puede asignar interpretaciones alternativas a los sistemas lógicos, pero en ese caso pueden dejar de ser teorías lógicas, es decir teorías que tratan de la inferencia deductiva. Un conocido modelo *no estándar* de la lógica proposicional es el que se presenta como interruptores de una red eléctrica. Y la interpretación de la lógica proposicional intuicionista de Kolmogoroff desde el punto de vista de problemas es un modelo no estándar de esa lógica. Mencionamos estos ejemplos solamente como recordatorio de que los sistemas lógicos son teorías abstractas, salvo por las reglas de designación (por ejemplo, ⌜'*p*' designa una proposición⌝), que no siempre nos molestamos en hacer explícitas.

2. La interpretación matemática

2.1. Teoría abstracta

Las teorías matemáticas que aparecen en las ciencias fácticas, tales como la trigonometría y el cálculo infinitesimal, lo hacen con una interpretación matemática definida. En otras palabras, son teorías específicas («concretas») que tratan acerca de objetos matemáticos de una clase determinada, tales como los triángulos planos o las funciones reales. De tal modo, las fórmulas ⌜$\text{sen}^2 x + \cos^2 x = 1$⌝ y ⌜$d \text{ sen } x / dx = \cos x$⌝ son interpretadas de un único modo, a saber, en el campo de los números reales. Este último puede extenderse al campo de los números complejos, pero esta es otra estructura específica: se trata, sencillamente, de un ejemplo o modelo de un campo.

En contraste con estas teorías completamente interpretadas, las de la lógica, el álgebra abstracta y la topología son sistemas que no poseen un sentido fijo más allá del que determinan sus axiomas. A estos «cálculos» o *teorías abstractas*, como preferimos llamarlas, a veces se les llama *lenguajes* o incluso *lenguajes no interpretados*. Pero este nombre se presta a confusión. Primero, porque a diferencia de un lenguaje y sin importar

cuán abstracta sea, una teoría contiene supuestos definidos (axiomas). Segundo, porque estos supuestos proporcionan a la teoría un sentido definido, si bien parco: podemos llamarle *sentido mínimo* de una teoría cualquiera construida sobre la teoría abstracta dada, mediante la interpretación o especificación de algunos de sus conceptos o de todos ellos. Esta nueva interpretación transformará la teoría abstracta en una teoría «concreta» con un sentido más rico y, de manera correspondiente, con una extensión más restringida.

Considérese la teoría de retículos *R*. Es una teoría abstracta o formal que trata de una estructura amplia, $\mathscr{R} = \langle S, \preccurlyeq, \wedge, \vee \rangle$, que se ajusta a numerosas especies de objetos matemáticos específicos. Puesto que no está comprometida con ninguna interpretación específica, la teoría de retículos puede casarse con (y subsiguientemente divorciarse de) una variedad de interpretaciones alternativas. Se trata de interpretaciones de una teoría matemática dentro de la matemática: son *interpretaciones matemáticas*. Y estas se superponen a las reglas de designación que transforman el simbolismo en una teoría abstracta, en este caso, *R*. En la Tabla 6.2 se listan unas pocas interpretaciones adicionales (o matemáticas) de *R*.

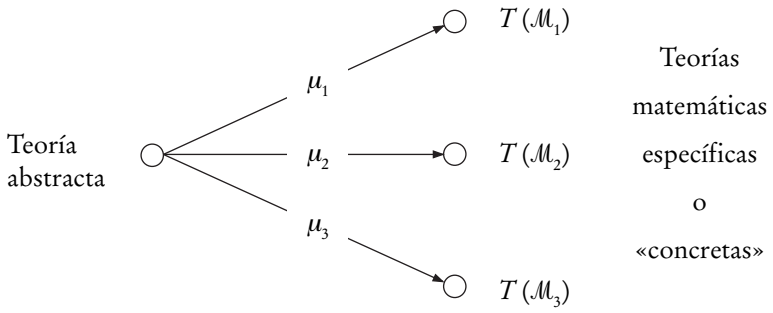
TABLA 6.2
Cuatro interpretaciones matemáticas de la teoría de retículos

Primitivos de *R*	Interpretación ordinal	Interpretación de clase	Interpretación proposicional	Interpretación aritmética
Conjunto abstracto *S*	Conjunto abstracto *S*	Una colección *F* de conjuntos abstractos	El conjunto *P* de las proposiciones	El conjunto *N* de los números naturales
Orden parcial $\preccurlyeq$	Orden parcial $\preccurlyeq$	Inclusión de conjuntos $\subseteq$	Implicación lógica $\vdash$	Divisibilidad $\nmid$
Operación binaria $\wedge$	Mayor cota inferior	Intersección de conjuntos $\cap$	Conjunción &	Máximo común divisor
Operación binaria $\vee$	Menor cota superior	Unión de conjuntos $\cup$	Disyunción $\vee$	Mínimo común divisor

Dicha tabla ilustra los importantes puntos que se detallan a continuación:

(i) La interpretación matemática es una relación constructo-constructo y, más particularmente, un asunto *interteórico*. En ello, difiere de los otros tres tipos de interpretación listados en la Tabla 6.1.

(ii) La interpretación matemática es una relación en *un solo sentido* entre el conjunto de teorías abstractas y el conjunto de teorías «concretas» (específicas).



(iii) No todas las interpretaciones de una teoría abstracta son igualmente «concretas» o *específicas*. Por ejemplo, la interpretación ordinal de *R* aplica *S* y $\preccurlyeq$ sobre sí mismos y solo especifica $\wedge$ y $\vee$. De este modo, los referentes continúan estando casi tan indeterminados como antes. La interpretación de clase de *R* es más «concreta» o familiar, pero no lo es del todo: el dominio *F* podría interpretarse, a su vez, por medio de la especificación de la naturaleza de los conjuntos de *F*. Solamente las interpretaciones proposicional y aritmética son completas, es decir, no son susceptibles de una especificación mayor salvo, desde luego, la ejemplificación, como cuando del conjunto *P* se selecciona una proposición determinada.

(iv) Toda estructura específica, tal como $\mathcal{F} = \langle F, \subseteq, \cap, \cup \rangle$ o $\mathcal{P} = \langle P, \vdash, \&, \vee \rangle$ es una realización o *modelo* de la estructura abstracta $\mathcal{R} = \langle S, \preccurlyeq, \wedge, \vee \rangle$. Vale decir, el constructo nuevo (específico) satisface las fórmulas de la teoría abstracta $\mathcal{R}$. De manera equivalente, las fórmulas de la teoría abstracta son satisfechas por cualesquiera de sus modelos.

(v) Una estructura específica o modelo, puede considerarse el valor de una función de interpretación μ que aplica primitivos abstractos en otros específicos. Ejemplos:

$$\mathcal{R} \overset{\mu_1}{\mapsto} \mathcal{F}, \qquad \mathcal{R} \overset{\mu_2}{\mapsto} \mathcal{P}.$$

Examinemos más de cerca estos modelos, en el sentido matemático o de la teoría de modelos del término modelo y no en cualquier otro de sus sentidos alternativos. (Acerca de esos varios sentidos de 'modelo', véase Bunge [1973a].)

2.2. Modelo

Cabría considerar que una teoría axiomatizada describe la estructura que conforman sus conceptos básicos específicos o primitivos. De tal modo, puede considerarse la teoría general T del orden parcial, es decir la teoría acerca de la estructura relacional abstracta $\mathcal{A} = \langle S, \preccurlyeq \rangle$, donde S es un conjunto arbitrario y $\preccurlyeq$ un ordenamiento de S. Dado que ni S ni $\preccurlyeq$ son definibles en T, son primitivos de T. Y puesto que son mutuamente independientes, así como suficientes para desarrollar T, a condición de que se haya presupuesto cierta lógica, $\mathcal{A}$ es la base primitiva de T. De manera equivalente: T es la teoría de $\mathcal{A}$ o, abreviando, $T(\mathcal{A})$.

Enfaticemos el carácter abstracto de $\mathcal{A}$. Los elementos de S son totalmente anónimos y por lo tanto $\preccurlyeq$ es bastante anónima, excepto los axiomas de T, los cuales determinan el sentido de $\preccurlyeq$, vale decir las propiedades de reflexividad, antisimetría y transitividad. Este es, pues, el sentido ascendente básico o quid de T: que S es un conjunto parcialmente ordenado. (Véase el Capítulo 5, Sección 3.3.) No tendría sentido decir que T no tiene sentido. Los axiomas de T proveen el *sentido mínimo* de cualquier teoría obtenida mediante la asignación de una interpretación específica a S y $\preccurlyeq$, vale decir mediante la ejemplificación de dos primitivos de T.

Tómese ahora cualesquiera de las teorías matemáticas específicas que resultan de asignar sentidos definidos a S y $\preccurlyeq$ en la matemática. Considérese, en particular, el modelo proposicional $\mathcal{P}$ y el modelo de los números reales $\mathcal{R}$ de la estructura abstracta $\mathcal{A} = \langle S, \preccurlyeq \rangle$:

- (I_1) $\mu_1(S)$ = El conjunto P de proposiciones, $\mu_1(\preccurlyeq)$ = La relación $\vdash$ de implicación,
- (I_2) $\mu_2(S)$ = El conjunto R de los números reales, $\mu_2(\preccurlyeq)$ = La relación menor o igual que $\leqslant$.

El resultado de cada interpretación de los primitivos de T es una estructura relacional específica o *modelo*:

$\mathcal{M}_1 = \mathcal{P} = \langle P, \vdash \rangle$, $\mathcal{M}_2 = \mathcal{R} = \langle R, \leqslant \rangle$.

Estos son modelos o realizaciones de la estructura abstracta $\mathcal{A} = \langle S, \leqslant \rangle$. Dado que los axiomas de la teoría abstracta T ($\mathcal{A}$) son satisfechos en cualquier interpretación, se dice que son válidos (o verdaderos) en el modelo correspondiente. Tras añadir cualesquiera de estos supuestos interpretativos (o fórmulas semánticas) a T, obtenemos una teoría «concreta» (específica), vale decir una teoría que se refiere a una determinada especie de objetos, tales como proposiciones o números reales. Dado que el objeto de esta teoría interpretada es un modelo o estructura específica, podemos llamar a la primera *teoría del modelo* o, de forma abreviada, T ($\mathcal{M}$). En nuestro caso, tenemos

T ($\mathcal{M}_1$) = T ($\mathcal{P}$) = T ($\mathcal{A}$) junto con los supuestos semánticos I_1,
T ($\mathcal{M}_2$) = T ($\mathcal{R}$) = T ($\mathcal{A}$) junto con los supuestos semánticos I_2.

$\mathcal{M}_1$ y $\mathcal{M}_2$ no son más que dos de los miembros de una población ilimitada de modelos de $\mathcal{A}$. Y son *modelos completos* en el sentido de que se obtienen por medio de la interpretación de todos los constituyentes de la base primitiva abstracta de $\mathcal{A}$. También podríamos construir una familia de modelos parciales resultantes de una *interpretación parcial* de $\mathcal{A}$. Se trataría de la familia de todas las estructuras en las cuales se halla especificada la naturaleza de S, aunque no la de $\leqslant$. (En cambio, sería imposible especificar la relación de orden sin fijar, a la vez, la naturaleza de los elementos de S.) En resumen, hay grados de abstracción o, de manera inversa, de compromiso semántico. Esta noción se precisa por medio de la

DEFINICIÓN 6.1 Sea T ($\mathcal{A}$) una teoría abstracta con una base primitiva $\mathcal{A} = \langle A_1, A_2, \ldots, A_n \rangle$ constituida por n constantes no lógicas. Además, sea $\mathcal{M} = \langle \mu (A_1), \mu (A_2), \ldots, \mu (A_n) \rangle$ el valor de una interpretación μ en $\mathcal{A}$. Finalmente, supóngase que μ no ejecuta una mera permutación (reordenamiento) de las coordenadas de $\mathcal{A}$. Luego $\mathcal{M}$ tiene un *rango sintáctico* n, un *rango semántico* $m \leqslant n$ y un *grado de abstracción* $\alpha = (n - m)/n$, donde m es el número de primitivos interpretados $\mu(A_i)$ y n el de los correspondientes abstractos A_i.

DEFINICIÓN 6.2 $\mathcal{M} = \langle \mu(A_1), \mu(A_2), \ldots, \mu(A_n) \rangle$ es un *modelo* (o *modelo completo*) de $\mathcal{A} =_{df}$ el grado de abstracción de $\mathcal{M}$ es $\alpha = 0$. En cambio, si $0 < \alpha < 1$, $\mathcal{M}$ es un *modelo parcial* de $\mathcal{A}$.

En lugar del grado de abstracción α, podríamos haber definido el *grado de interpretación* $\beta = 1 - \alpha = m/n$. Esto ofrecería la ventaja de no involucrar el ambiguo término 'abstracción', que utilizamos en su acepción semántica, no en su acepción gnoseológica de alejamiento de la experiencia sensorial. El concepto de grado de interpretación reaparecerá en la teoría de la interpretación fáctica (Sección 3.4).

Cerramos esta subsección con un par de comentarios históricos. La idea de un cálculo parcialmente interpretado, generalmente atribuida a Carnap (1939), se remonta a Boole y fue utilizada por Whitehead (1898, pp. 10-11) en su campaña a favor de la independencia del álgebra respecto de la aritmética. Y la noción de modelo parcial presentada en la Definición 2, no debe confundirse con el concepto de semimodelo propuesto por Kemeny (1956): un semimodelo involucra una interpretación completa y difiere de un modelo por cuanto no incluye la validez en una estructura.

2.3. Modelos intensionales y modelos extensionales

Distinguiremos dos tipos de interpretación matemática y, por consiguiente, dos tipos de modelo: extensional e intensional. De manera equivalente: un modelo puede caracterizarse o bien extensional o bien intensionalmente. (Recuérdese que nuestro uso de 'intensional' es el tradicional y no el de la lógica modal contemporánea.) Una *interpretación extensional* asigna su extensión en un campo determinado a todo predicado de una teoría abstracta. Por ejemplo, una relación binaria se interpreta como el conjunto de pares ordenados que mantienen la relación dada. En cambio, una *interpretación intensional* aplica los primitivos abstractos en objetos matemáticos más específicos que no necesariamente son objetos conjuntistas. Por ejemplo, en la interpretación de clase de la teoría de retículos considerada en la Tabla 6.2, Sección 2.1, a las operaciones entre retículos (intersección y unión) se les asignan la intersección de clases y la intersección de uniones respectivamente y estas operaciones, a su vez, se caracterizan mediante los axiomas del álgebra de clases.

Más precisamente, sea T una teoría abstracta formalizada hasta tal punto que todos sus primitivos específicos pueden identificarse y ordenarse según una secuencia

$$\mathcal{A} = \langle A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots \rangle.$$

Un posible *modelo intensional* de $\mathcal{A}$ es la estructura

$$\mathcal{M}(\mathcal{A}) = \langle \mu(A_1), \mu(A_2), \ldots, \mu(A_n), \ldots \rangle,$$

cuyas coordenadas son objetos matemáticos definidos, con las mismas propiedades lógicas que sus argumentos pertenecientes a $\mathcal{A}$: a una constante individual de $\mathcal{A}$ (por ejemplo, el elemento unidad de un álgebra) se le asigna un individuo de $\mathcal{M}(\mathcal{A})$; una clase de $\mathcal{A}$ se empareja con una clase de $\mathcal{M}(\mathcal{A})$; a una relación m-aria de $\mathcal{A}$ se le asigna una relación m-aria de $\mathcal{M}(\mathcal{A})$; una función de $\mathcal{A}$ se aparea con una función de $\mathcal{M}(\mathcal{A})$ y así sucesivamente. Por ejemplo, en la Tabla 6.2 teníamos la interpretación proposicional de $\mathcal{R} = \langle S, \preccurlyeq, \wedge, \vee \rangle$, a la cual la tabla asignaba el modelo $\mathcal{P} = \langle P, \vdash, \&, \vee \rangle$. Únicamente la primera coordenada de esta cuádrupla es un conjunto.

En cambio, un posible *modelo extensional* de una estructura abstracta $\mathcal{A}$ se obtiene mediante (*a*) la introducción de un dominio no vacío de individuos D (el dominio del modelo) y (*b*) la interpretación de todas las coordenadas de $\mathcal{A}$ o bien como miembro de D o bien como un conjunto de m-tuplas de miembros de D. En particular, una constante indivi-

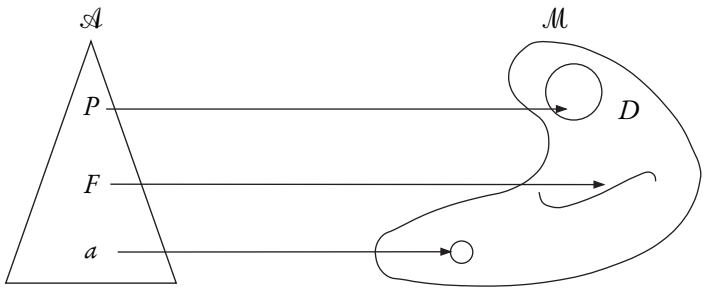


Figura 6.1. Una interpretación extensional aplica los constituyentes de una estructura abstracta $\mathcal{A}$ a objetos de la teoría de conjuntos construidos exclusivamente con el dominio D del modelo.

TABLA 6.3
Modelo intensional y modelo extensional

Primitivo abstracto	Objeto intensional	Objeto extensional
Constante individual a	Individuo $\mu(a)$	$\mu(a) \in D$
Predicado unario P	Atributo $\mu(P)$	$\mathscr{E}(P) \subseteq D$
Predicado m-ario P^m	Atributo m-ario $\mu(P^m)$	$\mathscr{E}(P^m) \subseteq D^m$
Operación o función m-aria F^m	Operación o función m-aria $\mu(F^m)$	$\mu(F^m) : D^m \rightarrow D$

dual de $\mathscr{A}$ se empareja con un miembro de D, un predicado unario abstracto perteneciente a $\mathscr{A}$ es interpretado como un miembro de D y a todo predicado m-ario abstracto de $\mathscr{A}$ se le asigna un subconjunto de D^m. Toda coordenada de un modelo es ahora un objeto matemático con un estatus definido en la teoría de modelos: véase la Figura 6.1. En particular, la imagen de un predicado abstracto es su extensión y no, como se ha afirmado en ocasiones, su significado.

Las peculiaridades de los dos tipos de modelo se muestran en la Tabla 6.3.

2.4. Insuficiencia de los modelos extensionales

La disciplina que estudia los modelos extensionales (en el sentido de la Sección 2.3) es la llamada *teoría de modelos*. Se trata de un capítulo importante y en crecimiento de la metamatemática, y puede considerarse que abarca la mayor parte de la semántica de la lógica y la matemática. La teoría de modelos se ocupa de «las relaciones mutuas entre las oraciones de teorías formalizadas y los sistemas matemáticos en los cuales estas oraciones son válidas» (Tarski, 1954, p. 572). Por ejemplo, la teoría de modelos investiga las relaciones entre el álgebra booleana abstracta y sus modelos. En particular, la teoría de modelos puede caracterizar todos los modelos de una estructura abstracta dada y puede estudiar los morfismos entre esos modelos.

La teoría de modelos no se ocupa solo de modelos *per se*, sino también de la *utilización* de esos modelos para resolver ciertos problemas sintácticos referentes a las teorías matemáticas, tanto abstractas como específicas. En efecto, la teoría de modelos es la más poderosa de las he-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 34

rramientas disponibles para investigar las cuestiones de coherencia, independencia de conceptos, definibilidad, independencia de axiomas, demostrabilidad, categoricidad, etcétera. Según esto, no solo es pertinente para la matemática pura, sino también para los fundamentos de la ciencia y para la filosofía exacta.

Sin embargo, tal como se la ha considerado hasta el momento, la teoría de modelos está limitada a los modelos extensionales y, por lo tanto, su utilidad es restringida, incluso a los fines puramente matemáticos. En primer lugar, los modelos extensionales no se obtienen fácilmente: salvo en casos triviales, los conjuntos no se presentan de modo extensional, es decir exhibiendo su composición o membrecía,† sino que son determinados por algún predicado. O sea, normalmente un conjunto se presenta por medio de una ley o regla cuya resolución, según la teoría de conjuntos, no es posible. (De tal modo, el hecho de que la noción *general* de función pueda dilucidarse parcialmente como un conjunto ordenado de *n*-tuplas no implica que toda función especial pueda expresarse así. Por ejemplo, la función logarítmica no está dada por una tabla de logaritmos –el ideal extensionalista– sino por ciertas fórmulas, tales como $\ulcorner log\ (xy) = log\ x + log\ y \urcorner$, con $x, y \in R^+$). En la matemática, al igual que en la ciencia, las extensiones están determinadas, en última instancia, por los sentidos. En segundo lugar, aun si fuera posible construir cada modelo o ejemplo de acuerdo con la teoría de modelos exclusivamente, se podría prescindir de los modelos intensionales, con la única condición de que adoptáramos el principio de que los coextensivos son idénticos. Pero, como ya vimos en el Capítulo 4, Sección 1.2, se trata de un dogma falso. Resulta particularmente engañoso con respecto a la ciencia fáctica, donde las «interpretaciones descriptivas» son esenciales (Carnap, 1958, p. 173). En consecuencia, la afirmación de que la teoría de modelos puede ocuparse de la semántica de la ciencia (Suppes, 1961, 1967, 1969; Snead, 1971; Przelecki, 1969) está tan poco justificada como la identificación del modelo de una estructura abstracta («lenguaje formalizado») con «el mundo real» (Beth, 1962) o incluso con «un fragmento de la realidad» (Przelecki, 1969).

La teoría de modelos no aborda ninguno de los problemas propios de la semántica de la ciencia fáctica por las siguientes razones:

† También 'membresía'. [*N. del T.*]

(i) La abrumadora mayoría de las teorías matemáticas utilizadas en la ciencia fáctica no son abstractas, sino que están interpretadas (dentro de la matemática). Así pues, no hay manera de reinterpretar una ecuación diferencial dentro de la matemática: su grado de abstracción es nulo. Ahora bien, la teoría de modelos tiene poco o nada que decir acerca de tales teorías, como por ejemplo la teoría de las variables complejas, la teoría de las ecuaciones integrales o la geometría diferencial. Solo las teorías abstractas como la teoría de grupos o la teoría general de los espacios topológicos plantean problemas propios de la teoría de modelos tales como «¿Esta interpretación de los primitivos da como resultado un modelo?», «¿Los modelos de una estructura dada son todos isomórficos entre sí?» o «¿Podemos demostrar un teorema de representación para esta teoría?».

(ii) Los modelos que aparecen en la matemática «intuitiva» (no formalizada) y en la ciencia son, en su mayoría, modelos intensionales, vale decir que están «definidos» por medio de propiedades y leyes, no de manera extensional. En cambio, los modelos que estudia la teoría de modelos son extensionales y, por lo tanto, incapaces de distinguir diferencias intensionales a menos que estén acompañadas por diferencias extensionales. La matemática aplicada y la ciencia no pueden descartar las diferencias intensionales, en especial porque es posible caracterizar predicados coextensivos por medio de diferentes enunciados legales, de donde deben ser considerados, ellos mismos, distintos.

(iii) Tal como se utiliza en la matemática formalizada, que es el objeto de la teoría de modelos, la axiomática incluye la *des*-interpretación. Por ejemplo, la teoría abstracta de los números naturales está formulada de tal manera que el concepto mismo de número natural no está incluido de modo explícito en ella, precisamente a fin de permitir interpretaciones alternativas. Una posible axiomatización de esta teoría se reduce al siguiente conjunto de postulados:

A1 $x' \neq 0$.
A2 $x' = y' \Rightarrow x = y$.
A3 $[P0 \,\&\, (Px \Rightarrow Px')] = (y)\, Py$.

Aquí se puede reconocer el núcleo de los cinco axiomas de Dedekind-Peano. Pero las fórmulas precedentes son satisfechas en modelos diferentes de los de la teoría de los números estándar. A fin de hacer que

los postulados anteriores describan las propiedades esenciales de los números naturales, se les debe asociar supuestos interpretativos adecuados. La interpretación es, pues, externa a la axiomática formal, por oposición a la axiomática propia de la matemática «concreta» o «intuitiva» y la ciencia. (Para una dilucidación de las diferencias entre la axiomática formal y la *inhaltliche Axiomatik*,† véase Hilbert-Bernays, 1968, Volumen I, Sección 1). En particular, los sistemas axiomáticos científicos deben contener los supuestos interpretativos, tal como ha destacado Carnap (1939, 1958). De otro modo, no sabríamos de qué trata la teoría y, en consecuencia, no podríamos aplicarla ni ponerla a prueba.

(iv) Puesto que la ciencia se ocupa del mundo externo, las teorías científicas deben incluir no solo interpretaciones matemáticas, sino también interpretaciones fácticas, o sea correspondencias constructo-hecho. Los supuestos semánticos de la ciencia fáctica correlacionan determinadas estructuras matemáticas con sistemas reales y un sistema real no es un objeto matemático. (La identificación, tan de moda, de los modelos con mundos posibles ha sugerido la perspectiva de que el mundo real es únicamente un modelo posible. Esta nueva versión de la alegoría platónica de la caverna pasa por alto un par de detalles. Uno de ellos es que, mientras que un modelo es un constructo inofensivo e impoluto, el mundo no es fruto del trabajo de un matemático. Otro es que, mientras que una fórmula puede o no ser satisfecha en un modelo, las leyes naturales son inherentes al mundo real. El tercero es que, mientras que cada modelo está totalmente caracterizado, ninguna parte de la realidad, por más pequeña que sea, se conoce de manera exhaustiva.) Más aún, los supuestos semánticos de la ciencia fáctica son hipótesis refutables (Capítulo 3). Por ejemplo, unas mediciones más exactas mostraron que la teoría de Yukawa no trataba de μ-mesones, tal como se había conjeturado originalmente, sino de π-mesones. En cambio, puede considerarse que las reglas de asignación (de extensiones) que proporciona un modelo extensional son válidas de modo analítico, a condición de que se interprete la analiticidad de manera permisiva (Kemeny, 1956).

En resumen, la teoría de modelos no nos ayuda a dilucidar las peculiaridades semánticas de la ciencia fáctica. La semántica de la ciencia

† «Axiomática en cuanto al contenido», en alemán. [*N. del T.*]

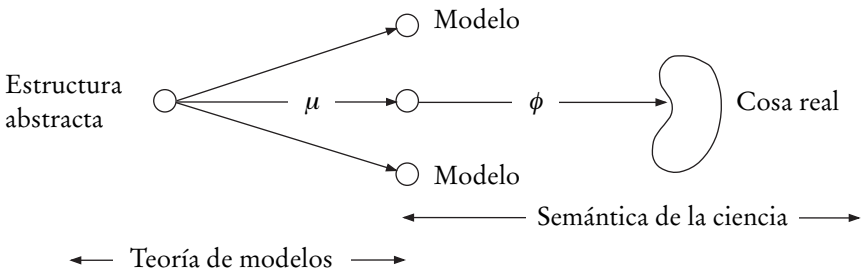


Figura 6.2. De la abstracción a la realidad, mediante el modelo (o viceversa).

levanta el vuelo allí donde la teoría de modelos llega a sus límites: véase la Figura 6.2.

Atendamos, a continuación, al problema de la interpretación fáctica, el mapa ϕ del cual la teoría de modelos no se ocupa.

3. La interpretación fáctica

3.1. Necesidad de la interpretación fáctica en la ciencia

Toda teoría científica contemporánea que merezca ser llamada así, posee un formalismo matemático. Este formalismo está compuesto por un conjunto de teorías matemáticas cuyo simbolismo se interpreta por medio de reglas de designación tácitas o explícitas que aparean símbolos con constructos. La enorme mayoría de estos formalismos no son teorías abstractas, sino teorías de modelos en el sentido explicado en la Sección 2.2. La teoría de probabilidades y la teoría de los espacios de Hilbert son muestras de este tipo y ambas son componentes del formalismo matemático de la mecánica cuántica. Cualquiera que sea la interpretación adicional que se le atribuya a este formalismo, no se trata de una interpretación matemática y por lo tanto no se puede describir exclusivamente en términos matemáticos. Así pues, una geometría física se compone de una geometría matemática junto con supuestos semánticos que aparean constructos con cosas o con propiedades de algunas cosas.

Con todo, muchos matemáticos no consideran necesarias estas interpretaciones adicionales. Así, un distinguido físico matemático pos-

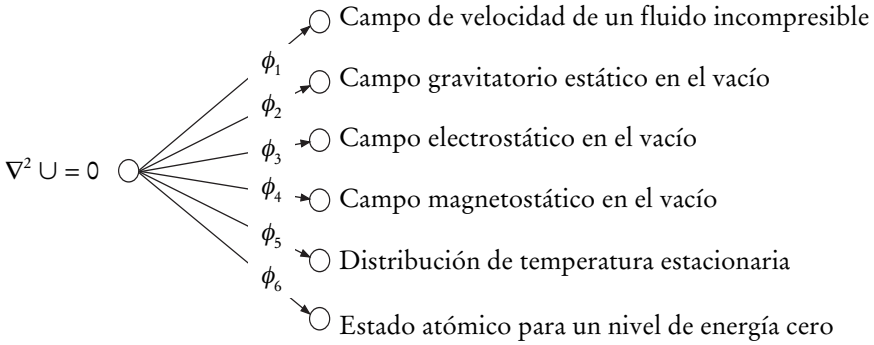
tula que los subespacios isotrópicos de R^n son rayos de luz, por lo que la óptica es solo la teoría de tales espacios (Jost, 1965, p. 18). Otro distinguido matemático propone la siguiente definición: «Una palanca es un sistema que se compone de un plano π, una línea recta ℓ perteneciente a ese plano, a la cual llamaremos haz, un punto O sobre esa línea, al cual llamaremos fulcro, etcétera» (Freudenthal, 1971, p. 316). Nótese que en ninguna de las dos citas se dice que ciertos objetos matemáticos *representan* objetos físicos; por el contrario, se los *identifica* con esos objetos. Finalmente, un eminente profesor y científico ha defendido el eslogan «Axiomatizar una teoría es definir un predicado de la teoría de modelos», vale decir «un predicado que se puede definir dentro de la teoría de modelos de un modo totalmente formal» (Suppes, 1967). Si es así como han de reconstruirse las teorías científicas, entonces es obvio que (*a*) la lógica se aplica a objetos físicos tales como los sistemas dinámicos: «En la medida en que los sistemas dinámicos son conceptos (una palanca, un sistema solar) admiten relaciones lógicas» (Freudenthal, 1971, p. 321) y (*b*) «no hay un modo teórico de trazar una distinción nítida entre una pieza de matemática pura y una pieza de ciencia teórica» (Suppes, *op. cit.*). La concepción, sostenida por los tres autores, de que una teoría científica está compuesta únicamente por su formalismo matemático, puede considerarse una versión actualizada de la filosofía pitagórica y podemos llamarla *formalismo semántico* o, de forma abreviada, *insemántica*.

La mayoría de los científicos teóricos no son formalistas semánticos: sostienen, con Einstein (1936), que una teoría científica tiene un contenido que supera su formalismo matemático y, por ello, deja la teoría a merced de los hechos. El propio Suppes actúa según esta convicción no formalista cuando expone teorías científicas. Así pues, formula su modelo teórico de decisión individual de la siguiente manera (Suppes, 1969, p. 148): «Llamaremos situación de *decisión individual* a la terna ordenada $\mathcal{S} = \langle S, C, D \rangle$, cuando S y C sean conjuntos y D sea un conjunto de funciones que aplican S en C. La interpretación pretendida [*intended interpretation*] es:

S = conjunto de estados de la naturaleza,
C = conjunto de consecuencias,
D = conjunto de decisiones o acciones».

Estos supuestos interpretativos no están incluidos en la definición axiomática de situación de decisión individual, sino que están yuxtapuestos a ella; con todo, no son olvidados, aunque sin duda no sean constructos de la teoría de conjuntos.

El científico fáctico típico no dirá que un ítem *f* (cosa, propiedad, estado, acontecimiento o proceso) *es* un objeto matemático *m* sino, antes bien, que *m* representa a *f*. El investigador sabe que se puede suponer que, en teorías diferentes, el mismo objeto matemático (conjunto, función, espacio, ecuación, etcétera) representa elementos fácticos diferentes. Por ejemplo, la ecuación de Laplace aparece, por lo menos, en los siguientes roles:



Puesto que los científicos se encuentran con las mismas funciones y ecuaciones una y otra vez, en diferentes áreas y asociadas con distintos contenidos fácticos (sentidos y referentes), saben que una teoría científica posee un contenido fáctico que su formalismo no agota. La mayoría de los científicos advierte que, sea lo que fuere, lo que se puede *leer* en un formalismo matemático es lo que, de manera más o menos inadvertida, ya se ha *escrito* en él. Lo único en lo cual difieren es en lo referente a la naturaleza de este contenido y al modo en que debe ser asignado. Así pues, mientras que la mayoría de los científicos parecen preferir una semántica realista, pero descuidada, aquellos que se esmeran en explicar detalladamente los supuestos interpretativos lo hacen, a menudo, en términos operacionistas. Solo unos pocos sostienen la perspectiva mágica de que un formalismo matemático ofrece su propia interpretación (Everett, 1957; DeWitt, 1970). Para ayudar a resolver estos problemas, analicemos un par de ejemplos.

3.2. Cómo se asignan las interpretaciones y qué se consigue con ellas

Veamos, a continuación, dos ejemplos de interpretación fáctica con vistas a averiguar qué se añade al formalismo matemático.

Teoría 1: Circuitos de conmutación

Esta teoría contiene media docena de supuestos semánticos que definen una función de interpretación ϕ que relaciona ciertas fórmulas con elementos de cierto tipo de sistemas de circuitos eléctricos. Esta función es una aplicación uno a uno $\phi : B \rightarrow N$ del conjunto B de funciones booleanas de cierto tipo sobre el conjunto N de redes eléctricas serie-paralelo de dos terminales. El dominio de ϕ es un constructo, en tanto que su recorrido es un agregado de piezas de equipamiento: ϕ es una función de interpretación fáctica. Dada una forma booleana cualquiera b perteneciente a B, ϕ ubica una red posible n en N, tal que $\phi(b) = n$, vale decir que *b represente n*. Y viceversa: dada una red posible n, su imagen booleana será $b = \phi^{-1}(n)$, donde ϕ^{-1} es la inversa de ϕ. *Ejemplo*: Figura 6.3.

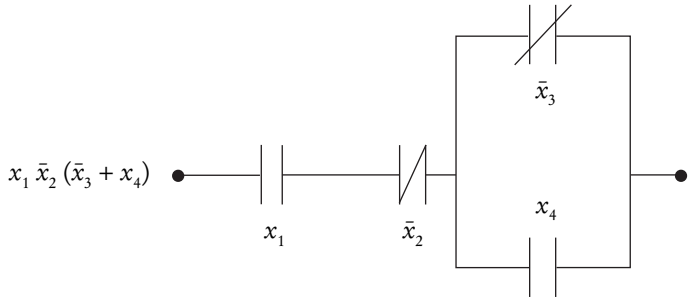


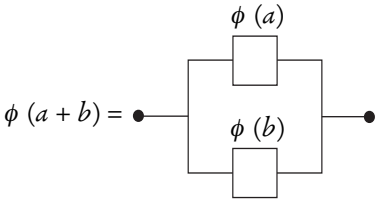
Figura 6.3. Una representación de circuitos de conmutación mediante formas booleanas.

Los supuestos semánticos específicos que determinan a ϕ son (Harrison, 1965, p. 79):

A1 $\phi(0) = \circ$ (De modo equivalente: $0 \triangleq \circ$)
A2 $\phi(1) = \circ\!\!-\!\!\circ$ (De modo equivalente: $1 \triangleq \circ\!\!-\!\!\circ$)
A3 Para una variable cualquiera x_i, $\phi(x_i) = \circ\!\!-\!\!|\;|\!\!-\!\!\circ$ (x_i)
(De modo equivalente: $x_i \triangleq$ un contacto normalmente abierto)

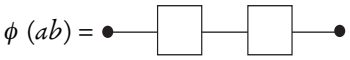
A4 Para una variable cualquiera $\bar{x}_i$, $\phi(x_i)$ = 
(De manera equivalente: $\bar{x}_i \triangleq$ un contacto normalmente cerrado)

A5 Para formas booleanas cualesquiera *a*, *b* pertenecientes a *B*:



(De manera equivalente: $a + b \triangleq$ circuito paralelo de dos terminales)

A6 Para formas booleanas cualesquiera *a*, *b* pertenecientes a *B*:



(De manera equivalente: $ab \triangleq$ circuito en serie de dos terminales)

Una vez más, aquí los supuestos semánticos determinan tanto la clase de referencia como el modo en que los constructos representan algunas de las características de sus referentes.

Teoría 2: Teoría del ensamblado

Las consideraciones precedentes no solo se aplican a las teorías científicas, sino también a las teorías de la metafísica científica o matemática, tales como la teoría del ensamblado (Bunge, 1971b). Esta teoría se ocupa de los modos básicos de ensamblado o composición de sistemas, al margen de sus propiedades específicas. Puede ser considerada una teoría de anillos (un sólido miembro del álgebra abstracta) junto con los siguientes supuestos semánticos:

A1 ϕ (*S*) = el conjunto de todos los sistemas
A2 ϕ (0) = el sistema nulo
A3 ϕ (+) = yuxtaposición o unión de sistemas
A4 ϕ (·) = interpenetración o superposición de sistemas

En virtud de estos supuestos semánticos, todas las fórmulas de la teoría de anillos se trasforman en enunciados metafísicos. Por ejemplo, para todo x, y, z pertenecientes a S,

ϕ $[x(y + z) = xy + xz]$ = La superposición del sistema x con el resultado de la yuxtaposición de los sistemas y y z es igual a la yuxtaposición de los sistemas (x supuerpuesto a y) y (x superpuesto a z).

A continuación, generalizamos las consideraciones precedentes por medio de la definición de un constructo fáctico teórico como un constructo matemático junto con un mapa de interpretación fáctico. Más precisamente, adoptamos la

DEFINICIÓN 6.3 Diremos que un constructo c es un *constructo fáctico teórico* sii

(i) c pertenece a una teoría y

(ii) $c = \langle m, \phi \rangle$, donde m es un constructo matemático y ϕ es un mapa de interpretación tal que $\phi(m)$ sea un ítem fáctico (cosa, propiedad o acontecimiento) o una colección de elementos fácticos.

Ejemplo El par ordenado $\langle M, \phi \rangle$ es el concepto de masa de la mecánica de partículas sii $M : P \rightarrow R^+$ es una función aditiva y

(i) $\phi(P)$ = Partículas,

(ii) $\phi[M(x)]$ = Inercia de x para todo $x \in P$,

(iii) M aparece en las ecuaciones de movimiento de la mecánica de partículas multiplicando la aceleración de la partícula.

Para concluir, reunimos las lecciones aprendidas a partir de nuestro análisis:

(i) Los axiomas no semánticos de una teoría determinan el sentido matemático de los primitivos;

(ii) los axiomas semánticos determinan los referentes y bosquejan el sentido fáctico pleno de los primitivos y de los axiomas no semánticos;

(iii) el sentido y la referencia de los constructos derivados pertenecientes a una teoría están determinados por los axiomas de la misma.

En resumidas cuentas, el sentido y la referencia de una teoría están determinados de manera conjunta por todos sus axiomas. De forma

equivalente: la significancia del simbolismo («lenguaje») de una teoría está dada por todos sus axiomas tomados en conjunto.

3.3. Mapas de interpretación fáctica

Los primeros dos ejemplos planteados en la última subsección son extremadamente sencillos y, por ello, atípicos: involucran una única interpretación. En realidad, en cada uno de ellos la función de interpretación ϕ aplicaba una estructura abstracta $\mathcal{A}$ en un dominio fáctico $\mathcal{F}$. De este modo, en el primer caso, $\mathcal{A} = \langle S, +, \cdot, ^{-}, 0, 1\rangle$ y $\mathcal{F}$ estaba constituida por un conjunto de redes eléctricas. No había un modelo matemático intermedio como, por ejemplo, el anillo de enteros o la geometría euclidiana. De modo abreviado, teníamos

$$\mathcal{A} \overset{\phi}{\mapsto} \mathcal{F}. \tag{1}$$

Más aún, en el segundo caso, ϕ no era nada menos que un isomorfismo entre el conjunto B de constructos y la colección N de cosas. Además, en este caso, así como en el caso de la teoría de ensamblaje, ϕ era un morfismo de adición y de multiplicación. En la ciencia, esta sencillez es excepcional.

En la mayoría de las teorías científicas, el dominio de ϕ no es una estructura abstracta, sino un modelo de ella. En otras palabras, el formalismo matemático de la teoría científica típica es una *teoría de un modelo*. Y rara vez esta teoría se encuentra en una estantería matemática, lista para usar: por lo general, la teoría está construida mediante el enriquecimiento de una teoría matemática interpretada (o, mejor dicho, una variopinta colección de fragmentos de teorías matemáticas interpretadas) con algunos supuestos específicos que no se encuentran en la matemática. Por ejemplo, una teoría de campo clásica se obtiene reuniendo los siguientes componentes: (*a*) la teoría de las variedades diferenciables, (*b*) un conjunto de fórmulas específicas –principalmente las ecuaciones de campo, condiciones de contorno y constreñimientos– y (*c*) un conjunto de supuestos semánticos.

En estos casos tenemos dos interpretaciones sucesivas encastradas entre sí: μ y ϕ, la primera de una estructura abstracta $\mathcal{A}$ a un modelo $\mathcal{M}$ y la segunda de $\mathcal{M}$ a un dominio fáctico $\mathcal{F}$:

$$\mathcal{A} \overset{\mu}{\mapsto} \mathcal{M}, \qquad \mathcal{M} \overset{\phi}{\mapsto} \mathcal{F}. \tag{2}$$

En consecuencia, con una salvedad que enseguida precisaremos, podemos considerar la interpretación fáctica de una estructura abstracta como la composición de dos aplicaciones, o sea $\phi \circ \mu$: $\mathcal{A} \rightarrow \mathcal{F}$ (Bunge, 1972b). Es cierto que, cuando se analiza una teoría científica típica, la estructura abstracta rara vez se saca a la luz: habitualmente se comienza por un modelo. Sin embargo, no obtendremos la totalidad de la idea semántica a menos que desvelemos la capa más profunda.

En realidad, habitualmente solo se asigna una interpretación fáctica a una porción $\mathcal{M}_0$ de un modelo matemático. Por ejemplo, no se asigna un correlato fáctico a todo vector de composición ni a toda representación integral, ni siquiera a toda solución de una ecuación diferencial. Por lo general, una parte del formalismo matemático de una teoría fáctica es o bien vana o bien tiene un papel puramente sintáctico. (Por ejemplo, en la Teoría 2 de la Sección 3.2, a la unidad del anillo no se le asigna ninguna interpretación especial.) En consecuencia, ϕ es normalmente una función parcial de $\mathcal{M}$ a $\mathcal{F}$. De manera equivalente: ϕ es una función total sobre un subconjunto $\mathcal{M}_0$ de $\mathcal{M}$. Indicamos esto escribiendo

$$[\mathcal{M}] \overset{\phi}{\mapsto} \mathcal{F} \tag{3}$$

y dibujando la Figura 6.4.

En el caso de la teoría de circuitos de conmutación planteada en la Sección 3.2, el mapa de interpretación ϕ era uno a uno y, por consiguiente, ϕ^{-1} tenía una inversa. O sea, dos constructos eran el mismo (diferentes) en caso de que sus imágenes fácticas fueran idénticas (diferen-

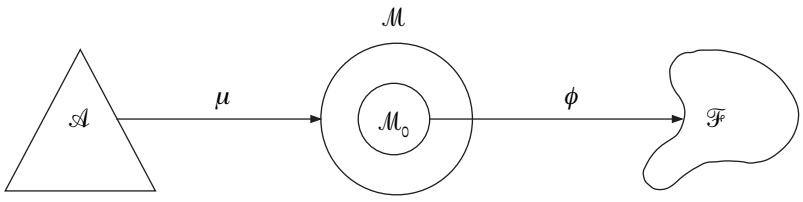


Figura 6.4. Normalmente, una interpretación fáctica ϕ aplica solo una parte $\mathcal{M}_0$ de un modelo $\mathcal{M}$ de una estructura abstracta $\mathcal{A}$ en un dominio fáctico $\mathcal{F}$.

tes). Ya advertimos que esta es la excepción antes que la regla: habitualmente, ϕ no distingue entre sistemas equivalentes. En realidad, esto es así incluso en el caso de la teoría de circuitos de conmutación, la cual no distingue entre circuitos construidos con diferentes materiales y con diferentes longitudes, siempre que esos circuitos sean equivalentes desde el punto de vista topológico. O sea, ϕ es realmente una aplicación de $\mathcal{M}_0 \subset \mathcal{M}$ en una *familia de clases de equivalencia de sistemas concretos*. En otras palabras, el recorrido de ϕ no es un dominio fáctico $\mathcal{F}$ sino el cociente $\mathcal{F}$ de una relación de equivalencia ~, vale decir $\mathcal{F}/\sim$. Esta relación de equivalencia es definida tácitamente por la propia teoría T en cuestión, a saber del siguiente modo: dos elementos fácticos son *equivalentes con respecto* a T sii T no distingue entre ellos, es decir sii los representa por medio de los mismos constructos. De forma abreviada, en lugar de (3), habitualmente tenemos

$$\phi: [\mathcal{M}] \rightarrow \mathcal{F}/\sim, \qquad (4)$$

donde $\mathcal{M}$ es una colección de modelos matemáticos y $\mathcal{F}$ un conjunto de dominios fácticos.

En resumen, distinguimos cuatro mapas de interpretación ϕ diferentes:

Teoría abstracta → Sistemas fácticos (1)
Teoría de un modelo → Sistemas fácticos (2)
Parte de una teoría de un modelo → Sistemas fácticos (3)
Parte de una teoría de un modelo → Clases de equivalencia de sistemas fácticos (4)

En cualesquiera de estos casos, adoptamos la siguiente

DEFINICIÓN 6.4 Si $\mathcal{M}$ es un modelo matemático y ϕ es un mapa de interpretación fáctica, se llama *modelo fáctico* a la estructura $\mathcal{M}_\phi = \langle \mathcal{M}, \phi \rangle$.

DEFINICIÓN 6.5 Si $\mathcal{M}_\phi$ es un modelo fáctico, llamamos *teoría fáctica* a una teoría $T(\mathcal{M}_\phi)$ de ese modelo.

Las dilucidaciones anteriores bastan para poner fin a ciertas cuestiones muy debatidas como, por ejemplo, si la teoría gravitatoria es reducible a la geometría, tal como se ha afirmado a menudo en referencia a la teoría de la relatividad general de Einstein. Si los supuestos semánticos

de la teoría no son enunciados de manera explícita, entonces sí, desde luego, en términos estrictos, se trata solo de un formalismo matemático, no de una teoría fáctica. Sin embargo, habitualmente el contexto deja claro de qué cosas (sistemas materiales y campos) trata la teoría y cuáles de sus propiedades (por ejemplo, la interacción gravitatoria) representa. O sea que el formalismo es tratado como una teoría fáctica totalmente desarrollada. Además, y este es un punto estrictamente sintáctico, si la teoría gravitatoria fuera solo una teoría geométrica, no contendría ninguna otra fórmula más que las pertenecientes a la geometría riemanniana; pero, de hecho, añade a estas sus propias ecuaciones de campo y ecuaciones de movimiento.

3.4. Interpretación fáctica: total y parcial

En la subsección anterior vimos que el formalismo matemático de una teoría probablemente contenga componentes sin correlatos en el mundo real. Por ejemplo, no todo análisis de Fourier representará la descomposición espectral de un paquete de ondas. De manera inversa, es improbable que todo rasgo de un sistema fáctico sea representado por alguna teoría del mismo. Así pues, habitualmente se descarta la mitad de las soluciones ondulatorias de las ecuaciones de campo de Maxwell, porque habría que interpretarlas como si representaran ondas que vienen del futuro. (A menudo se les llama soluciones «afísicas» o «sin significado físico».) En cambio, estas mismas ecuaciones no representan la estructura de un fotón de un haz de luz. En pocas palabras, la teoría contiene constructos redundantes y, a la vez, deja algunos elementos en suspenso, a medio camino de la realidad. Se trata de algo bastante general: podemos suponer que ningún $\mathcal{M}$ es isomórfico respecto de $\phi(\mathcal{M}) = \mathcal{F}$ salvo, quizá, en unos cuantos aspectos. Usualmente, $\mathcal{M}$ contiene elementos sin imágenes en $\mathcal{F}$ y, a la inversa, $\mathcal{F}$ contiene elementos de los cuales $\mathcal{M}$ no ofrece correlato. (Vale decir, ϕ es parcial, no sobreyectiva.) Véase la Figura 6.5.

Desde el punto de vista de la semántica, la mejor teoría científica referente a un área fáctica dada es la que posee menos puntos negros y, a la vez, deja la menor cantidad de triángulos en negro. Esto es válido para las fórmulas (por ejemplo, ecuaciones) y para sus constituyentes (por

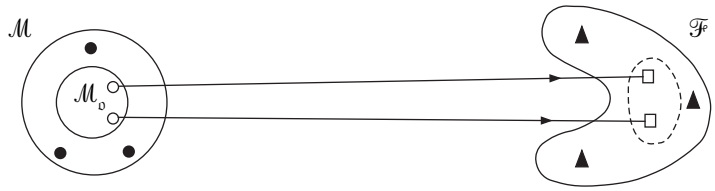


Figura 6.5. Puntos negros = constructos redundantes. Triángulos negros = entidades huérfanas.

ejemplo, los parámetros de las ecuaciones). Las teorías ricas probablemente contendrán fórmulas vanas pero, por otro lado, seguramente contendrán menos (o no contendrán) parámetros no interpretados, en tanto que las teorías superficiales abundan en tales parámetros. (Una *teoría fundamental* se define a menudo como aquella que no contiene más constantes que las universales.) Mientras que una fórmula redundante puede ser aislada e inmovilizada, no se puede prescindir de los parámetros fácticamente no interpretados sin reemplazar la teoría. Estos parámetros son la esencia de las teorías fenomenológicas (de caja negra), así como de las hipótesis que abarcan los datos disponibles y poco más. Puesto que estos parámetros pueden ser modificados *ad líbitum* a fin de ajustarlos a los datos, la teoría correspondiente es una dócil receptora de datos que solo posee una débil capacidad explicativa (Bunge, 1963b, 1964, 1967a). Cuanto más detallada es el «retrato» de la realidad que una teoría ofrece, más interpretada es; cuanto menos específica, menos comprometida desde el punto de vista semántico.

El grado de compromiso semántico de una teoría científica puede cuantificarse con ayuda de la Definición 1, de la Sección 2.2, como grado de abstracción. A continuación la adaptaremos a un modelo fácticamente interpretado y una teoría fácticamente interpretada, tal como están caracterizados en las Definiciones 4 y 5 de la Sección 3.3:

DEFINICIÓN 6.6 Sea $\mathcal{M} = \langle M_1, M_2, \ldots, M_3 \rangle$ un modelo matemático de una estructura abstracta y sea ϕ una interpretación fáctica de $\mathcal{M}$. Si $m \leqslant n$ de los conceptos interpretados $\phi(\mathcal{M}_i)$ para $1 \leqslant i \leqslant n$ difiere de los correspondientes primitivos matemáticos $\mathcal{M}_i$, se dice que el modelo fáctico $\mathcal{M}_\phi = \langle \mathcal{M}, \phi \rangle$ y una teoría cualquiera $T(\mathcal{M}_\phi)$ de él poseen un grado de interpretación $\beta = m/n$.

DEFINICIÓN 6.7 Sea $\mathcal{M}_\phi = \langle \mathcal{M}, \phi \rangle$ un modelo fáctico y $T(\mathcal{M}_\phi)$ una teoría de $\mathcal{M}_\phi$. Luego

(i) Se dice que $\mathcal{M}_\phi$ y $T(\mathcal{M}_\phi)$ están *completamente interpretados* desde el punto de vista fáctico sii $\beta = 1$.

(ii) Se dice que $\mathcal{M}_\phi$ y $T(\mathcal{M}_\phi)$ están *parcialmente interpretados* desde el punto de vista fáctico sii $0 < \beta < 1$.

Ejemplo 1 La teoría de probabilidades está basada en dos primitivos: el espacio muestral *S* y la medida de probabilidad *P*. Si no se asigna una interpretación fáctica a ninguno de ellos, $\beta = 0$ y la teoría permanece en el ámbito de la matemática pura. Si se interpreta los elementos de *S* como estados de un sistema o como acontecimientos de un tipo determinado, por ejemplo aprender cierta tarea, luego $\beta = ½$. La mayoría de las teorías estocásticas del aprendizaje son de este tipo, es decir semicomprometidas desde el punto de vista semántico. Finalmente, si también se interpreta *P*, $\beta = 1$. Por ejemplo, si se asigna a $s \in S$ un acontecimiento de cierta clase, luego $P(s)$, que consiste en un número del intervalo de números reales $[0, 1]$, podría interpretarse como la tendencia o disposición a que tal acontecimiento *s* tenga lugar. Esto completaría la interpretación de la teoría estocástica en cuestión sin, desde luego, asegurar su verdad. (En cambio, la identificación de $P(s)$ con la frecuencia relativa de *s* no podría considerarse una interpretación de probabilidad, sino una estimación de valores de probabilidad.)

Ejemplo 2 Sea $\mathcal{M} = \langle S, F, G, k \rangle$, donde *S* es un conjunto, *F* y *G* funciones real valoradas sobre *S*, y *k* un número real positivo. Hasta aquí, se trata de una estructura específica o modelo. Ahora introduciremos un mapa de interpretación ϕ tal que

$\phi(S)$ = conjunto de cuerpos, $\phi(F)$ = masa, $\phi(G)$ = volumen, $\phi(k) = k$.

Obtenemos un modelo fáctico $\langle \mathcal{M}, \phi \rangle$ con un grado de interpretación $\beta = ¾$. Y si se escoge un mapa de interpretación diferente ϕ', uno que asigne un elemento fáctico a cada coordenada de $\mathcal{M}$, β pasa a ser 1.

3.5. Teorías genéricas parcialmente interpretadas

Una *teoría genérica parcialmente interpretada* es aquella que se refiere a un género, en lugar de a una especie, de elementos fácticos; por ejemplo

a cuerpos, organismos o sociedades. Cuando se le adjuntan supuestos específicos puede transformarse en una teoría específica, lista para tratar con ciertas características de algunas especies de sistemas como, por ejemplo, los fluidos, los gusanos planos o las sociedades industriales. En pocas palabras, en la ciencia fáctica la clase de referencia de una teoría genérica es un género, aunque no necesariamente un género natural. Y lo que una teoría así representa son algunas características preponderantes de sus referentes.

Hay dos clases de teoría genérica fáctica: aquellas completamente interpretadas desde el punto de vista fáctico y aquellas que son parcialmente interpretadas. Las vastas teorías clásicas de la ciencia, tales como la mecánica clásica y la teoría de la evolución, son teorías genéricas completamente interpretadas: tratan de familias íntegras de especies y a todos sus conceptos básicos se les ha asignado una interpretación fáctica. Además de estas teorías, las hay genéricas que poseen un bajo nivel de interpretación. Esta carencia de compromiso semántico firme las hace fácilmente transportables de un campo de investigación a otro. El primer espécimen sobresaliente de esta clase de teoría fue la dinámica lagrangiana, la cual se inició como una rama de la mecánica, luego se difundió por casi toda la física (cf. Bunge, 1957, 1967b) y ahora se ha abierto paso hacia la teoría general de sistemas de todo tipo (White y Tauber, 1969). Los miembros más recientes de esta especie son la teoría de la información, la teoría matemática de las máquinas y la teoría general de redes. Todas estas teorías son fácticas en el sentido de que se refieren a sistemas reales, aunque no remitan a una especie definida de ellos. Y lejos de representar propiedades específicas, solo representan características muy generales. En consecuencia, son guías útiles en cualesquiera de las siguientes situaciones: (*a*) ausencia de conocimiento detallado sobre el sistema, (*b*) cuando hay disponible conocimiento detallado, pero solo son de interés ciertas características sobresalientes que son compatibles con una diversidad de mecanismos y (*c*) cuando se intenta realizar un tratamiento unificado de varios temas de investigación, por ejemplo a fin de resaltar sus rasgos formales comunes.

Para tener una idea de las peculiaridades semánticas de estas teorías genéricas semiinterpretadas de la ciencia fáctica, así como de los problemas metodológicos que suscitan, echaremos un vistazo a la teoría de la morfogénesis de Rashevsky-Turing (Rosen, 1970, Volumen, I, Capítulo VII). En pocas palabras, esta teoría afirma que todo sistema inicialmente homogéneo o amorfo que alcanza un estado inestable, puede evo-

lucionar hacia un estado final de inhomogeneidad (por ejemplo, de polaridad) cuando se halla sometido a la acción de ligeras perturbaciones externas. Las variables de estado de esta teoría se dejan sin interpretación fáctica. Únicamente la variable independiente es interpretada, a saber, como tiempo. Además, la teoría es cinética en lugar de dinámica, en el sentido de que no supone fuerzas específicas o interacciones que sean responsables de los procesos: será válida una fuerza cualquiera, en la medida en que sea compatible con las ecuaciones de cambio de estado. En resumen, la teoría de la morfogénesis de Rashevsky-Turing es morfológica: una teoría de la génesis de la diferenciación o la forma de casi cualquier sistema complejo. Es más rica que una teoría de caja negra, ya que explica ciertos cambios surgidos en el interior de la caja pero no está comprometida acerca de la naturaleza de los componentes y sus interacciones.

Un sistema de Rashevsky-Turing se define como cualquier otro sistema que satisfaga los supuestos de la teoría en cuestión, sean cuales sean su física y química reales. En otras palabras, la teoría de Rashevsky-Turing posee diversas interpretaciones posibles. No se trata, únicamente, de que se refiera a toda una clase de sistemas, pues toda teoría general hace lo mismo. La teoría de Rashevsky-Turing se refiere a una familia de clases, vale decir a un género. En cuanto se especifican las variables de estado de la teoría, es decir, tan pronto se supone que representan propiedades o interacciones definidas, etcétera, una de las especies del género es distinguida como referencia. En pocas palabras, con la interpretación de las variables de estado de la teoría, la familia de especies queda restringida a una sola especie de sistemas morfogenéticos.

Esta diferencia semántica entre una teoría parcialmente interpretada y otra completamente interpretada es importante para la metodología. Puesto que una teoría genérica de la morfogénesis no especifica ni el sustrato ni las fuerzas que actúan en él, con las fórmulas de la teoría no se puede calcular ninguna predicción definida. En consecuencia, las teorías de este tipo no son comprobables según el modo habitual. Las teorías parcialmente interpretadas exigen una revisión de la metodología de la ciencia convencional. En realidad, estas teorías se ponen a prueba de manera indirecta, a saber, probando algunas de las teorías específicas que resultan de la especificación (interpretación) de las variables de estado como propiedades definidas de un sistema de una clase determinada (Bunge, 1973a, Capítulo 2).

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 51

3.6. Principios de interpretación fáctica

A todo constructo matemático dado se le pueden asignar diversas interpretaciones fácticas. En consecuencia, a menudo hay incertidumbre –y en ocasiones agitada controversia– con respecto a cuál de las interpretaciones es la mejor. Por consiguiente, es deseable disponer de una batería de criterios, formulados de manera explícita, para la interpretación fáctica admisible, si no para facilitar la tarea interpretativa, al menos para facilitar la discusión racional acerca de la misma. Proponemos que una interpretación sensata de un constructo matemático en términos fácticos debe satisfacer las siguientes condiciones: lo interpretado debe ser un constructo matemático razonablemente seguro; la interpretación no debe originar incoherencias; debe ser estricta, vale decir ajustada al formalismo matemático; debe ser literal, no metafórica; debe ser fáctica antes que empírica; debe ser completa, no parcial, y debe apuntar a la verdad. Expliquemos ahora con detalle estas condiciones.

(i) *Las interpretaciones fácticas deben aplicarse a formalismos matemáticos sólidos*. Si el esqueleto matemático es ambiguo o incoherente, no habrá ninguna interpretación, por astuta que sea, que lo transforme en una teoría fáctica razonable. Esto parece evidente y, sin embargo, algunas teorías científicas altamente refinadas, tales como la electrodinámica cuántica, no satisfacen esta condición: contienen expresiones ambiguas (por ejemplo, integrales cuyo valor depende de la manera en que es calculado) e incoherencias (por ejemplo, se supone que la carga eléctrica es finita cuando aparece en una ecuación de movimiento, pero resulta que es infinita en las fórmulas derivadas). En consecuencia, la interpretación de estas teorías ha de considerarse insegura. Y en lugar de intentar salvar el formalismo enfermo por medio de un *tour de force* semántico, se debería intentar aplicar formalismos alternativos. Pero para que alguien intente ponerle el cascabel a este gato, habrá que echar por tierra el dogma de que la electrodinámica cuántica es perfecta.

(ii) *Las interpretaciones fácticas no deben introducir incoherencias*. Se corre el riesgo de incoherencia siempre que a un constructo se le asignan diferentes correlatos fácticos, vale decir si la teoría contiene más de un mapa de interpretación. Sin embargo, en ocasiones esto es necesario y no lleva necesariamente a incoherencias. Por ejemplo, una teoría neuropsi-

cológica puede contener variables a las que se asigne tanto una interpretación neurológica como una interpretación psicológica. Así pues, en la teoría de redes neuronales de Grossberg, cada función de transferencia se interpreta como una señal de estímulo y como un potencial de membrana promedio (Grossberg, 1969). Se trata de dos interpretaciones mutuamente compatibles de un único constructo matemático. En cambio, las formulaciones estándar de la mecánica cuántica contienen múltiples interpretaciones que sí llevan a contradicciones, como cuando la 'Δx' que aparece en las desigualdades de Heisenberg se interpreta a la vez como la dispersión media de la posición de la *partícula* y como la amplitud del paquete de *ondas* y también, quizá, como la *incertidumbre* del físico acerca de la posición exacta de la partícula. (Véase Bunge, 1973b.)

(iii) *Las interpretaciones fácticas deben ser estrictas, no adventicias*. Una interpretación fáctica debe ajustarse a la estructura del constructo de interés: no debe introducir más contenido del que el constructo pueda contener. Por ejemplo, si un hamiltoniano contiene solamente variables referentes a un sistema dado (por ejemplo, a una molécula), no se le debe imponer la representación del sistema y, además, la de un dispositivo de medición no especificado; y mucho menos de la mente del experimentador. En general, no debe interpretarse el valor de una función de forma tal que trate de un número mayor de referentes que de argumentos. Si se supone que una fórmula α se refiere a cierto hecho f, entonces α debe contener al menos una variable x tal que $\phi(x) = f$. De otro modo, se debe concluir que la interpretación es adventicia: que no posee ninguna base matemática sobre la cual apoyarse (Bunge, 1969).

(iv) *La interpretación fáctica debe ser literal, no metafórica*. En matemática, el concepto de analogía puede dilucidarse de manera exacta, a saber como homomorfismo, y de este modo se puede mantener bajo control. Fuera de la matemática, la analogía tiene muchas caras, todas ellas desdibujadas y teñidas por la subjetividad: lo que para unos es semejante, para otros no lo es. La metáfora puede ofrecer una ventaja pragmática: puede tener valor heurístico y también puede ser útil en la enseñanza, pero también puede ser enormemente engañosa, precisamente por ser muy subjetiva. Por esta razón, su lugar no es la teoría científica, a pesar de ciertas ideas de moda (Black, 1962; Hesse, 1965). El objetivo de una teoría científica nueva no es ganar la adhesión de seguidores neofóbicos,

sino ofrecer una explicación de las cosas con sus propias características, las mismas que, con toda seguridad, la metáfora acabará ocultando, puesto que la esencia de la metáfora es hacer pasar lo que es nuevo por algo viejo. Una teoría científica tiene que incluir solamente interpretaciones literales, no interpretaciones *como si*. Esta necesidad fue advertida por primera vez a principios del siglo XX, cuando la teoría electromagnética de Maxwell fue liberada de toda asociación mecánica; actualmente se cree firmemente que está relacionada con la mecánica cuántica. En efecto, las analogías clásicas de posición y momento, de partícula y onda, si bien probablemente fueron inevitables en las primeras etapas, han introducido incoherencias y han bloqueado la comprensión de la teoría como una creación original que se refiere a cosas sui géneris (Bunge, 1967c). En resumen: la analogía tiene su lugar en el andamiaje, pero no en la construcción. (La metáfora está muerta, pero no se resigna a ello.)

(v) *Las teorías científicas deben interpretarse en referencia a los hechos, no a los procedimientos de puesta a prueba*. Por ejemplo, un cambio de color en el papel de tornasol indica la acidez de una cosa, pero no puede interpretarse que ese cambio sea la acidez; y el estrés fisiológico no puede interpretarse como un aumento del tamaño de los órganos tal como se presentan en una autopsia. En cambio, si se sostiene que un análisis de la observación (o de la medición) resulta clave para la interpretación fáctica de una teoría, (*a*) el significado se está confundiendo con la comprobabilidad y (*b*) el dominio de la teoría queda restringido a las situaciones bajo control experimental. Esto es lo que ocurre con la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica. El resultado de ello no es solo la confusión, sino la también la incoherencia, tal como ilustra la tesis de Bohr de que la teoría, aunque no es clásica, está basada en la física clásica (vale decir que la presupone) porque los resultados finales de las mediciones pueden describirse en términos clásicos. Si se abandona el operacionismo, las teorías cuánticas pueden interpretarse en sus propios términos revolucionarios –tal como han pedido, aunque tímidamente, Wheeler (1957) y Everett (1957)–, así como de un modo estrictamente objetivo (Bunge, 1967b).

(vi) *Las interpretaciones fácticas deben ser globales, no fragmentarias*. Si se quiere evitar las incoherencias y la falta de pertinencia, no se debe

asignar una interpretación fáctica a las fórmulas aisladas, sino a los formalismos íntegros. Considerada de forma aislada, una fórmula cualquiera puede interpretarse de maneras diversas: considerada junto con otras fórmulas del mismo sistema conceptual, el número de interpretaciones disminuye porque el número de condiciones que se debe satisfacer aumenta. Por ejemplo, la fórmula para la cantidad de información de Shannon (cf. Capítulo 4, Sección 3.2) se parece a la fórmula para la entropía de Boltzmann y, en consecuencia, a menudo se interpreta como la entropía del sistema. Sin embargo, esta interpretación metafórica es bastante arbitraria, puesto que la «entropía» de la teoría de la información no está relacionada con ninguna función termodinámica como, por ejemplo, la energía, la temperatura, la presión o el volumen. En consecuencia, no hay razón para llamarle 'entropía', ni la hay para hacer pasar la entropía por cantidad de información. Del mismo modo que la interpretación matemática está constreñida por el requisito de que proporcione como resultado fórmulas que puedan ser satisfechas en algún modelo, la interpretación fáctica debe producir fórmulas razonablemente fieles a los hechos y en particular tiene que dar como resultado enunciados que representen leyes. En otras palabras, la interpretación fáctica no es una cuestión de convención, ni siquiera de validez matemática: depende de la estructura real del mundo. Lo cual linda con la siguiente condición.

(vii) *La interpretación fáctica debe maximizar la verdad*. Los supuestos semánticos de una teoría científica deben contribuir a la obtención de una teoría lo más verdadera posible. Como en el caso de las condiciones anteriores, en este caso es más fácil enunciar la ley que cumplirla. Puesto que la verdad fáctica depende tanto del formalismo matemático como de los supuestos semánticos, el objetivo de la verdad máxima puede conseguirse únicamente mediante el ajuste mutuo de estos dos componentes. La prueba de la corrección de los supuestos semánticos es, desde luego, la verdad de la teoría como totalidad. Pero nunca podemos controlar una teoría como totalidad ni tampoco debemos esperar que sea plenamente verdadera. En consecuencia, incluso una confirmación fuerte de la teoría no proporciona una seguridad absoluta de que los supuestos semánticos sean correctos. Y si las comprobaciones resultan desfavorables, podemos culpar o bien al formalismo o bien a los supuestos semánticos e intentar enmendar uno u otros. Cualquiera que sea el resultado de las comprobaciones, no podemos estar seguros de la adecuación de la in-

terpretación. Tenemos que correr el riesgo y estar preparados para perder. En resumen, la interpretación es tan tentativa como el formalismo y ambos son previos a la puesta a prueba. Del mismo modo, las interpretaciones pueden modificarse en beneficio de la verdad. Si una teoría no consigue aprobar algunas comprobaciones de su verdad, no es necesario rechazarla en su totalidad: parte de ella se puede salvar por medio de una modificación parcial de su formalismo, de su interpretación o de ambos. En todo caso, la interpretación es previa a la valoración de la verdad y debe maximizar el valor de verdad.

Esta última condición nos lleva al siguiente punto, la confusión entre interpretar y estipular condiciones de verdad.

3.7. Interpretación fáctica y verdad

La interpretación aplica constructos en otros constructos (el caso de μ) o bien en hechos (el caso de ϕ). En todo caso, la interpretación es previa a la valoración de la verdad: la segunda depende de la primera. Así pues, considérese la fórmula abstracta ⌜Para todo x y z existe al menos un y tal que $x \circ y = z$⌝. A menos que interpretemos las variables individuales y la operación, ni siquiera podemos preguntar si la fórmula es válida. Una fórmula de la matemática abstracta es válida o no lo es *en relación con cierta interpretación* (o en un modelo). Desde luego, estamos interesados principalmente en las interpretaciones que conducen a la verdad, de tal modo que una interpretación que no satisface esta condición será abandonada. Del mismo modo, en la ciencia fáctica la interpretación es anterior a la valoración de la verdad, incluso cuando un resultado desfavorable de la misma pueda forzarnos a reinterpretar el formalismo matemático en cuestión. En resumen, tanto en la matemática como en la ciencia fáctica *solo pueden ponerse a prueba fórmulas interpretadas* y solo estas comprobaciones nos permiten asignar valores de verdad. En pocas palabras, el proceso se parece a lo siguiente:

Formulación → Interpretación → Comprobación → Valoración de la verdad.

Veámoslo desde otro ángulo: la interpretación y la valoración de la verdad son funciones completamente diferentes. Confinemos nuestra

exposición a la interpretación fáctica ϕ y a la asignación $\mathcal{V}$ de grados de verdad de hecho. (Pero unas consideraciones similares también son válidas para la interpretación matemática y las asignaciones de verdad formal.) Por un lado, ϕ no solo se aplica a fórmulas completas, sino también a sus constituyentes no lógicos, mientras que $\mathcal{V}$ es un conjunto de valores de verdad, por ejemplo 0 y 1. En consecuencia, *ofrecer la semántica de una teoría científica no incluye ofrecer las condiciones de verdad de la teoría* y mucho menos sus valores de verdad: lo único que se necesita es la *especificación del mapa de interpretación* ϕ.

Sin embargo, según una difundida concepción, la interpretación supone, o aun consiste en ofrecer, condiciones de verdad, tal vez hasta valores de verdad. Así pues, Carnap dice: «Por *sistema semántico* (o sistema interpretado) entendemos un sistema de reglas, formulado en un metalenguaje y referente a un lenguaje objeto, de clase tal que las reglas determinan una *condición de verdad* para cada oración del lenguaje objeto, vale decir una condición suficiente y necesaria de su verdad. De este modo, las oraciones son *interpretadas* por las reglas, es decir que estas hacen comprensibles a las primeras, porque comprender una oración, saber qué afirma, es lo mismo que saber en qué condiciones esa oración es verdadera. Expresado aun de otro modo: las reglas determinan el *significado* o *sentido* de la oración» (Carnap, 1942, p. 23; véase también la p. 203). Y un cuarto de siglo después, Davidson (1967, p. 310) dice: «ofrecer las condiciones de verdad es un modo de ofrecer el significado de una oración».

Esta influyente perspectiva es una versión de la doctrina del significado por verificación sugerida por Frege y propuesta por los operacionistas, Wittgenstein y el Círculo de Viena. Es tan confusa que las razones para rechazarla resisten casi cualquier ataque. Primero, si bien la doctrina parece plausible para la lógica proposicional, donde puede decirse que el sentido de los conectivos está dado por sus tablas de verdad, falla para la lógica de predicados. En esta, tanto las variables individuales como las variables de predicado tienen que interpretarse independientemente de la verdad, tal como se muestra en cualquier texto de lógica estándar (por ejemplo, Mendelson, 1963, p. 49 y ss.; Shoenfield, 1967, p. 61 y ss.; Suppes, 1957, p. 64 y ss.). Segundo, antes de intentar averiguar el valor de verdad de una fórmula tenemos que saber qué «dice» acerca de qué cosa: imagínese el lector tratando de establecer condiciones de verdad para una fórmula no interpretada. Tercero, la verdad depende de la

interpretación, no al revés. Así pues, ⌜$(\exists x)\ Gx$⌝ es verdadero para $\phi(G)$ = Gitano, pero no para (o «bajo») $\phi(G)$ = Fantasma. Cuarto, salvo para los filósofos idealistas, la asignación de grados de verdad fáctica no es cuestión de semántica, sino de observación e inferencia científica. La semántica no puede siquiera concebir las condiciones de verdad de las hipótesis y teorías científicas: esto es asunto de la metodología. Así pues, considérese un enunciado teórico de la forma

$t =$ ⌜$P(s, u) = n$⌝

evaluado a la luz de una pieza de prueba empírica de la forma

$e =$ ⌜Promedio de valores medidos de $P(s, u) = n' \pm \varepsilon$⌝,

donde P es una propiedad de un sistema s, n es el valor calculado y n' el valor medido (ambos en unidades u), en tanto que ε es el error experimental. Luego, una «condición de verdad» de t acerca de la cual haya acuerdo universal (sin el concurso de las teorías semánticas disponibles) es esta:

t es verdadera relativamente a e, dentro de ε, sii $|n - n'| \leqslant \varepsilon$.

El valor real del error experimental ε dependerá del estado del arte experimental: no es asunto de la semántica. (Para la evaluación empírica de valores de verdad véase Bunge, 1963a, p. 127 y ss. y Bunge 1967a, Volumen II, p. 301 y ss.)

En resumidas cuentas, la interpretación y la verdad están relacionadas, pero no del modo pensado por la semántica operacionista. La verdad depende de la interpretación la cual, a su vez, debe estar sujeta a revisión según el resultado de las comprobaciones de verdad. Una fórmula será válida o no (de manera exacta o aproximada) en relación con cierta interpretación, en tanto que las interpretaciones alternativas pueden hacer que la fórmula carezca de significado o resulte completamente falsa. Esto vale para la matemática tanto como para la ciencia. Aquí concluimos con uno de los peores embrollos de la historia de la filosofía.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 58

3.8. Interpretación y exactificación

Existen constructos fácticos con diferentes grados de exactitud y claridad. Los más exactos y claros son aquellos que pertenecen a una teoría, vale decir los constructos fácticos teóricos (Bunge, 1966). Según la Definición 3 (Sección 3.2), un constructo *c* de esta clase es un constructo matemático *m* junto con una interpretación fáctica ϕ, por ejemplo $c = \langle m, \phi \rangle$. En consecuencia, la *exactificación* de un constructo fáctico consiste en o bien desvelar o bien asignar su componente formal *m*. Y la *dilucidación* de un constructo fáctico consiste en o bien desvelar o bien asignar su componente semántico ϕ. Si desvelamos la forma o el contenido de un constructo, realizamos un análisis; si le asignamos alguno de ellos, construimos o reconstruimos un fragmento de una de las teorías que albergan el constructo que nos interesa.

En principio, todo constructo científico de buena fe puede ser tanto exactificado como dilucidado, a saber por medio de su incorporación a, o expansión en, una teoría o, si ya pertenece a una teoría, mediante el análisis o la reconstrucción de esa teoría. Es posible exactificar o incluso dilucidar conceptos inicialmente oscuros. Un buen ejemplo de ello es el concepto de disposición, tendencia, propensión o inclinación, el cual está muy difundido tanto en la ciencia fáctica como en la metafísica. Esta noción intuitiva puede dividirse en dos conceptos distintos: el de *propensión causal* y el de *propensión aleatoria* (cf. Bunge, 1974b). Un caso de la primera noción es la solubilidad: la disolución es el resultado de la mezcla de la sustancia soluble con un solvente apropiado, en condiciones adecuadas. Siempre que se cumplen estas condiciones, tiene lugar la disolución. No es así en el caso de la propensión aleatoria, tal como lo ilustra la emisión de luz provocada por un átomo o el aprendizaje de un ítem por un animal: aun cuando se cumplan las condiciones necesarias, el acontecimiento sólo se produce con cierta probabilidad, vale decir que no parece haber condiciones tanto necesarias como suficientes para que el acontecimiento tenga lugar. Centrémonos en este segundo concepto de tendencia que es, sin duda, el más desconcertante y, probablemente, el más fundamental de los dos.

El concepto intuitivo o preteórico de propensión aleatoria se exactifica por medio del concepto matemático de probabilidad. Y todo concepto específico de propensión aleatoria se dilucida por medio de la incorporación en una teoría fáctica. Por ejemplo, todo concepto de disposición o capacidad para el aprendizaje es dilucidado por la correspon-

diente teoría estocástica del aprendizaje. La exactificación, aunque esencial, no es suficiente para transformar un concepto específico de propensión aleatoria en un concepto semántico preciso, porque la teoría matemática de probabilidades no está comprometida con ninguna interpretación fáctica en particular. Debemos especificar también la interpretación de los argumentos y valores de la función de probabilidad. (Recuérdese el Ejemplo 1 de la Sección 3.4.) Eso se puede hacer del siguiente modo: sea la idea preteórica de la tendencia o capacidad de un sistema σ de la clase Σ para hacer la transición de un estado inicial A a un estado final B. (Por ejemplo, Σ podría ser un linaje de ratas albinas, A el estado de ignorancia acerca del modo apropiado de recorrer un laberinto T y B alguna etapa del proceso de aprendizaje.) El explicans de esa noción relativamente oscura de capacidad es el par ordenado $\langle Pr(B \mid A), \phi \rangle$, donde $Pr(B \mid A)$ es la probabilidad condicional de B dado A y ϕ el mapa de interpretación definido por las siguientes asignaciones de valor:

$\phi(\sigma)$	= Sistema de la clase Σ	(1)
$\phi(A)$	= Estado inicial de σ	(2)
$\phi(B)$	= Estado final de σ	(3)
$\phi\, Pr(B \mid A)$	= Intensidad de la propensión de σ a saltar de A a B.	(4)

En otras palabras, se ha dado una expresión refinada (exacta y clara) a la idea tosca o presistemática de tendencia de σ, de pasar de A a B, por medio del constructo fáctico teórico $\langle Pr(B \mid A), \phi \rangle$, el cual pertenece a una teoría acerca de ciertas características de los sistemas de la clase Σ, una teoría cuyo formalismo matemático incluye algunos fragmentos de la teoría matemática de probabilidades. Mientras que la última está a cargo de la *exactificación* del concepto de propensión aleatoria, los supuestos de interpretación (1) a (4) proporcionan una *dilucidación* (o clarificación semántica) del mismo. Insistamos en que los supuestos de interpretación no son parte del procedimiento de exactificación, sino que son externos a él. Si los consideráramos parte del proceso de exactificación, caeríamos en un círculo: estaríamos explicando la propensión como propensión.

Las reflexiones anteriores resuelven uno de los problemas planteados por la llamada interpretación de la probabilidad como propensión, defendida por Popper (1959). El problema es responder a la acusación de que no se gana nada y se pierde mucho al interpretar el concepto claro de probabilidad en términos del oscuro concepto de propensión. Nuestra

respuesta es la que sigue: no hay nada erróneo en adoptar a la vez la *interpretación* de la probabilidad como propensión, es decir

ϕ(Probabilidad) = Propensión,

y la exactificación de la propensión como probabilidad, vale decir

ϕ(Propensión) = Probabilidad,

siempre que no se las confunda. En tanto que la interpretación atribuye un contenido fáctico a un constructo matemático definido, la exactificación transforma un constructo inexacto en un objeto matemático definido. En pocas palabras, mientras que la exactificación tiene que ver con los conceptos presistemáticos, la interpretación enriquece conceptos exactos.

Además, al igual que la exactificación probabilista de la propensión aleatoria es coherente con la interpretación propensionista de la probabilidad, ambas son compatibles con la *estimación frecuentista* (evaluación) de los valores de probabilidad. Por ejemplo, en la teoría de juegos la probabilidad de que un jugador escoja una estrategia dada puede interpretarse como la propensión del jugador a adoptar esa alternativa (cf. Rapoport, 1966) y este valor puede ser estimado a través de la observación de la frecuencia real de ese acontecimiento. Lo que no resulta posible es ofrecer una *interpretación frecuentista* de la probabilidad. Por un lado, la probabilidad y la frecuencia son funciones diferentes: la última está definida, para todo procedimiento de muestreo, sobre un subconjunto finito del espacio total de probabilidad; y el recorrido de la función de frecuencia no es el intervalo real [0, 1], sino la colección de fracciones que hay en él. (Cf. Bunge, 1969.) En consecuencia, si las probabilidades se *interpretaran* como frecuencias, los teoremas típicos del cálculo de probabilidades, tales como la ley de los grandes números, no podrían siquiera enunciarse, puesto que tratan precisamente de las *diferencias* entre las probabilidades y las frecuencias. (Para más críticas sobre las teorías frecuentistas de la probabilidad, véase Fréchet [1939] y Suppes [1967, Capítulo 3].) La interpretación es una operación estrictamente conceptual que no debe confundirse con la estimación numérica, en particular con la medición. Esta confusión equivale a confundir la semántica con la pragmática, una cuestión que merece una sección aparte.

4. Aspectos pragmáticos

4.1. La interpretación pragmática

Los maestros de escuela consideran efectivo aclarar las ideas matemáticas y científicas de los alumnos haciendo referencia a las operaciones humanas. Así pues, se puede clarificar y hacer plausible ⌜3 + 2 = 5⌝ contando con los dedos y es posible sentir, literalmente, la ley de la palanca de Arquímedes cuando se monta un balancín. Estos son ejemplos de *interpretación pragmática* o de interpretación en términos de acciones humanas. En la Sección 2 mencionamos algunas interpretaciones pragmáticas de la lógica proposicional. La Tabla 6.4 muestra interpretaciones pragmáticas de algunas fórmulas típicas del cálculo de predicados. La pauta es esta: a todo constructo perteneciente a un conjunto C se le asigna un ítem perteneciente a un conjunto H de acciones humanas. De forma abreviada:

TABLA 6.4
Ejemplos de interpretación pragmática de fórmulas típicas

Constructo	Interpretación semántica	Interpretación pragmática
Pa	El individuo a posee la propiedad P.	Alguien ha demostrado u observado que a es un P.
$(\exists x)_u\, Px$	Existe al menos un objeto perteneciente a U con la propiedad P.	Se ha hallado o puede hallarse que al menos un objeto de la colección observada $T \subseteq U$ es un P.
$(x)_u\, Px$	Todos los objetos pertenecientes a U poseen la propiedad P.	Se ha hallado o puede hallarse que todo objeto perteneciente a la colección observada $T \subseteq U$ es un P.
$A \vdash B$	A implica B	B es demostrable a partir de A.
$f(x) = y$	La f-idad de x es igual a y.	El resultado de determinar (calcular o medir) f en x es (aproximadamente) y.
$P_n(x) = 0$	El polinomio de enésimo grado P_n en x es igual a 0.	Hallar los valores de x que anulan el polinomio de enésimo grado P_n en x.

$\pi : C \rightarrow H$. En otras palabras, π es una regla o instrucción para manipular un constructo con medios definidos y un objetivo determinado.

No puede oponerse ninguna objeción a las interpretaciones pragmáticas cuando se utilizan como muletas didácticas, especialmente si se está seguro de que las muletas se apartarán a su debido tiempo. Tampoco debería objetarse la traducción de fórmulas a instrucciones u órdenes a los fines del procesamiento informático, el control en el laboratorio o la acción, especialmente si se permite que las fórmulas retengan un contenido propio e independiente del modo en que son usadas o puestas a prueba. Lo que resulta incómodo es tener que andar con muletas durante toda la vida; peor aún, vivir con la alucinación de ser un ordenador o un ser encadenado a un dispositivo de medición. En otras palabras, lo que sí es objetable es confundir un constructo con una interpretación pragmática del mismo. Peor todavía es dignificar esta confusión con el nombre dado a una filosofía como, por ejemplo, operacionismo, lógica operacional o intuicionismo matemático. En resumen, mientras que ocasionalmente las interpretaciones pragmáticas son válidas y útiles (aunque siempre están restringidas a un pequeño subconjunto de la colección de constructos), la semántica pragmática es insostenible.

La mayor parte de las interpretaciones pragmáticas son *adventicias* en el sentido expresado en la Sección 3.6. En efecto, en la mayoría de los casos no se ajustan a la estructura de la fórmula de la que tratan, ya que se refieren a individuos (por ejemplo, observadores) y acciones (por ejemplo, mediciones) que en la fórmula no están representados por ninguna variable. Por ejemplo, la interpretación ortodoxa del autovalor α_k de un operador cuántico A_{op} dice: «α_k es un resultado posible de medir la propiedad representada por A_{op}». Esta interpretación es adventicia porque ni A_{op} ni α_k (ni la autofunción correspondiente) contienen ninguna variable capaz de representar el dispositivo de medición (¿cuál?) o el experimentador (¿quién?). (Cf. Capítulo 3, Sección 4.3.)

Si proscribiéramos todas las interpretaciones adventicias, quedarían pocas interpretaciones pragmáticas. En la medida en que somos conscientes de la estrechez y la arbitrariedad a las que la interpretación adventicia puede llevarnos, podemos adoptar un concepto más amplio de validez interpretativa. Proponemos las siguientes condiciones para considerar *válida* la interpretación pragmática de una fórmula (Bunge, 1969):

(i) Debe haber una teoría científica que contenga la fórmula y le asigne una interpretación semántica (matemática o fáctica). En otras palabras, la fórmula que se debe interpretar (*a*) debe estar disponible, para comenzar, y (*b*) debe tener un contenido bastante definido, independientemente de los modos en que este pueda ser manipulado. (Imagínese el lector apresurándose a leer una nueva teoría científica en términos operacionales antes de averiguar cuáles son el sentido y la referencia de la teoría.)

(ii) Tiene que haber a mano suficiente información teórica y empírica para justificar las operaciones exigidas o descritas por la interpretación pragmática, así como para llevarlas a cabo. Si el constructo del que trata la interpretación representa una entidad o propiedad inobservable, como a menudo es el caso en la ciencia, serán necesarias hipótesis o teorías adicionales que vinculen los elementos inobservables con los observables. (Vale decir, serán necesarios objetivadores o indicadores y esto, por lo general, involucrará otras teorías.) De otro modo, la propuesta de una interpretación pragmática sería como un juego en el que se hacen horóscopos o se interpretan los sueños. En otras palabras, la interpretación pragmática válida, aun cuando sea adventicia, es cuestión de leyes, no de convención: debe haber una relación legal entre el referente del constructo y la acción humana prescrita por la regla. En resumen, la interpretación pragmática tiene que estar fundada.

La interpretación pragmática se presenta en la ciencia experimental y en la tecnología. El experimentalista puede interpretar ⌜$y = f(x)$⌝ como «Para inferir *y*, hay que medir *x*», siempre que *f* esté definida y la interpretación semántica le diga lo que estos símbolos representan. De modo semejante, un ingeniero puede entender la misma fórmula como si dijese «Para obtener el resultado *y*, aplicar el insumo *x*», a condición de que la teoría subyacente le proporcione el sentido y la referencia de la fórmula, y siempre y cuando el experimento le haga pensar que la relación funcional supuesta es lo bastante aproximada a la verdad. Las interpretaciones pragmáticas como las anteriores son válidas, aun cuando sean adventicias: dependen de la fórmula de interés, así como de su interpretación semántica. Algo semejante ocurre con las demás interpretaciones pragmáticas: si son válidas, se basarán en una interpretación semántica atribuida previamente. Primero conocer, luego aplicar el conocimiento.

En las teorías científicas no hay sitio para la interpretación pragmática. Una fórmula teórica se refiere a un sistema concreto (célula, sociedad o lo que fuere), no al modo en que la propia fórmula debe ser puesta a prueba o aplicada. Aun las ciencias de la acción, tales como la investigación operativa y las ciencias políticas, tratan sus referentes como objetos. En consecuencia, a sus fórmulas se les asigna primero una interpretación semántica y luego se pueden aplicar como reglas de un procedimiento. Hemos tenido que hacer hincapié en la dependencia de la interpretación pragmática respecto de la interpretación semántica a causa de la fuerte tendencia humana, llamada *antropomorfismo*, a interpretarlo todo en términos de sentimientos y acciones humanas. Tenemos que desembarazar la semántica de toda asociación con esta tendencia si deseamos que de razón de la objetividad de la ciencia.

4.2. El proceso de interpretación

Las interpretaciones no salen de la nada ni se mantienen, necesariamente, una vez que han sido propuestas. Desde el punto de vista histórico, la interpretación es un proceso. En algunos casos, el formalismo de una teoría y su interpretación evolucionan de la mano. En otros, el embrión es una idea intuitiva en busca de un formalismo: este puede haber sido el caso de la mecánica newtoniana, la electrodinámica de Maxwell y la teoría de la gravedad de Einstein. Por último, el proceso inverso, a saber la construcción de un formalismo en busca de una interpretación, también puede ocurrir: de hecho, este parece haber sido el caso, en gran medida, de la mecánica cuántica (Dirac, 1942; Heisenberg, 1955). En consecuencia, no hay reglas rápidas y seguras para «descubrir» los supuestos semánticos de una teoría científica: algunos investigadores proceden de un modo, otros de modo diferente. Depende de la psicología de la ciencia, no de la semántica, ni siquiera de la metodología, descubrir qué impulsa a los investigadores, en particular qué les hace conjeturar que una fórmula dada debe interpretarse de cierta manera.

Además, no es probable que haya una interpretación final. Cada teoría en proceso de desarrollo sufre ajustes tanto matemáticos como semánticos. Incluso las teorías clásicas todavía experimentan cambios de ambas clases (cf. Truesdell y Toupin, 1960). En particular, la nueva interpretación puede diferir de las intenciones originales del primer teórico.

El psicólogo y el historiador de la ciencia pueden desear preguntarle qué interpretación tenía en mente, pero no podrán descubrir todas las interpretaciones posibles ajenas a esa intención original, aunque solo sea porque la mayoría de ellas nunca se le ocurrirán a nadie. En todo caso, el concepto de intención sugerido en la frase 'interpretación no pretendida' [*unintended interpretation*] es psicológico y, por ello, está fuera del alcance de la semántica. Que un resultado en particular, ya fuere semántico o de otro tipo, haya sido pretendido o no originalmente, es un problema psicológico e histórico. En consecuencia, es engañoso definir la interpretación como un modelo estándar [*intended*] de un lenguaje formalizado (Kemeny, 1956). Por la misma razón, resulta insatisfactorio mencionar la interpretación pretendida de un formalismo sin enunciarla de manera explícita y, una vez que se ha enunciado explícitamente, ya no es más pretendida. Si queremos tener objetividad y la posibilidad de una discusión racional, los supuestos semánticos de una teoría, sean los originalmente pretendidos (o estándar) o no, deben formularse de modo tan explícito como los restantes supuestos.

La necesidad de discutir acerca de las cuestiones de interpretación no siempre se percibe. Parece más aguda en los campos más desarrollados, pero en ellos, a menudo, se reprime. Todo biólogo teórico sabe que es mucho más fácil interpretar la solución de un problema de biología matemática que formular ese problema. En física, la regla es la situación opuesta, en la que es mucho más fácil formular un problema e incluso realizar las tareas de cálculo que exige, que encontrar una interpretación adecuada de la solución. ¿Cuál es la diferencia? En la biología no hay teorías abarcadoras que proporcionen un marco general para la formulación de problemas. Salvo en áreas muy específicas, tales como la biofísica y la genética, casi todos los problemas se deben tratar por separado, apoyándose más a menudo en la física y la química antes que en la biología. Usualmente, las teorías se deben construir desde cero, en ocasiones inaugurando durante el proceso ramas de la biología completamente nuevas. En compensación, el objetivo es más modesto: hay menos variables involucradas, frecuentemente se las comprende mejor y a menudo están vinculadas de maneras más simples que en el caso de las variables de la física y la química teórica. Sin embargo, podemos esperar que, a medida que crezca en profundidad, la biología plantee problemas de interpretación tan numerosos y arduos como los que actualmente plantean las teorías físicas.

Lamentablemente, con frecuencia sucede que la discusión racional acerca de los supuestos semánticos de las teorías científicas es desalentada o incluso acallada. A menudo se considera que aun las teorías complejas como la mecánica o la electrodinámica cuánticas, plagadas de problemas de interpretación como están, no resultan problemáticas y que toda discusión acerca de sus supuestos semánticos es una pérdida de tiempo (Rosenfeld, 1961). Hay varios motivos posibles –pero ni una sola razón– para adoptar una posición tan dogmática y ahistórica. Uno es la añoranza de la certidumbre. Otro es la creencia de que los problemas sobre los fundamentos de la ciencia se resuelven a través del discurso filosófico popular en lugar de exponiendo los fundamentos axiomáticos de la teoría de interés. Una tercera causa posible es una semántica de la ciencia defectuosa, que sostiene que lo único que realmente importa en una teoría científica es su formalismo matemático. Si eso fuera cierto, la producción de toda nueva fórmula o nuevo conjunto de números sería una valiosa contribución al conocimiento científico, mientras que la proposición de una interpretación más persuasiva de una teoría sería insignificante. Esta actitud está difundida entre los científicos que tienen que dedicar la mayor parte de su tiempo a resolver difíciles problemas computacionales, por ejemplo con ayuda de la teoría de las perturbaciones. Estos investigadores dan por sentadas las ecuaciones básicas y se creen afortunados si, de tanto en tanto, pueden encontrar soluciones de forma cerrada, las cuales son más adecuadas para la interpretación. Dado que disponen de poco tiempo para reflexionar sobre la interpretación de sus mismísimos puntos de partida, no tienen paciencia para nadie que les diga que la interpretación siempre es problemática y que, por ello, merece un análisis más detallado. Pero, desde luego, esta creencia es errónea. Puesto que una teoría científica es un formalismo junto con una interpretación, un cambio de esta produce una nueva teoría. Además, algunas interpretaciones merecen ser reformadas porque son erróneas. De ahí que las disputas sobre cuestiones de interpretación sean tan importantes como las discusiones acerca de temas matemáticos. Lo que es cierto –y desafortunado– es que los estándares de argumentación sobre problemas semánticos son mucho más bajos que los estándares de discusión matemática. Corresponde al filósofo elevar esos estándares por medio de la construcción de una teoría semántica competente para tratar con la ciencia viva.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 67

5. Comentarios finales

En nuestra opinión, puesto que el significado es el sentido junto con la referencia, una asignación de significado es una asignación tanto de sentido como de referencia. Esta asignación incluye una interpretación de los símbolos involucrados y, al final, también una interpretación de los constructos designados por los símbolos, como cuando la letra '*N*' se interpreta primero como la cardinalidad de un conjunto y luego como el tamaño poblacional de un grupo de organismos. Sin embargo, no consideramos que la interpretación sea una asignación de significado. Una razón para no identificar estos dos conceptos es que, mientras que la interpretación puede referirse tanto a signos (por ejemplo, símbolos de predicados) como a constructos (por ejemplo, funciones), consideramos que el significado es propiedad de los constructos, únicamente (véase el Capítulo 7). Otra razón es que no toda interpretación asigna una significancia:† algunas interpretaciones tienen como resultado expresiones que carecen de ella. Por ejemplo, si en '5 es *P* ' el símbolo de predicado *P* se interpreta como 'doloroso', el resultado es una oración sin significancia. La interpretación, aunque necesaria, es insuficiente para garantizarla. La significancia deriva del significado, el cual es, a su vez, un asunto conceptual.

Aun suponiendo que comprendamos el concepto general de significado, es posible que no sepamos cómo asignar o descubrir significados específicos. Colocar el constructo dado (concepto o proposición) en un contexto determinado (por ejemplo, una teoría) es, sin duda, necesario a esos fines, puesto que el significado es contextual, pero es posible que no baste. Así pues, los axiomas de una teoría abstracta, como el álgebra de Boole, determinan el sentido (matemático) de la teoría, pero desafortunadamente no especifican ninguno de los referentes posibles de la teoría. En otras palabras, los conjuntos involucrados en las teorías abstractas son abstractos: están compuestos por individuos indistintos. La teoría solo caracteriza individuos cuando se le adjunta una interpretación. Y solo los supuestos semánticos de tipo fáctico indican que esos individuos son elementos fácticos. Los supuestos semánticos de una teoría fáctica deter-

† Traducimos *significance* con el neologismo 'significancia', para distinguirlo de *signification*, que traducimos como 'significación'. Aquí estos términos designan conceptos diferentes, tal como se verá más adelante. [*N. del T.*]

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 68

minan, entre otras cosas, la clase de referencia de la teoría y, de ese modo, contribuyen a precisar su sentido fáctico. En términos del simbolismo o lenguaje de una teoría científica: los axiomas de esa teoría (todos los axiomas) determinan tanto el sentido como la referencia indicados por el simbolismo. O, como diremos más adelante, determinan conjuntamente el significado de la teoría fáctica. Esta es, en pocas palabras, la teoría del significado que desarrollaremos en el siguiente capítulo.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 69

Capítulo 7

Significado

Ahora estamos en condiciones de hacer frente a la traba principal de la semántica. Comenzaremos por distinguir entre la significancia de un signo y el significado del constructo que este designa. Luego pasaremos a formular y discutir nuestra concepción de que el significado no es ni más ni menos que el sentido más la referencia. Si alguno de los componentes cambia, también cambia el significado, vale decir que resulta un nuevo constructo. Puesto que nuestras indagaciones previas nos han mostrado cómo desvelar el sentido e identificar los referentes, estaremos en condiciones de comparar significados. En particular, seremos capaces de averiguar si dos constructos determinados tienen el mismo significado, por lo que sus respectivos símbolos serían sinónimos. Finalmente, estudiaremos algunas de las dificultades que han obstaculizado la clarificación del concepto de significado.

1. Babel

Aunque el concepto de significado ha sido objeto de una activa investigación desde los tiempos de Sócrates, así como también el núcleo de la filosofía analítica durante medio siglo, todavía dista de estar claro. De seguro, ha habido montones de brillantes análisis del significado, al igual que ríos de tinta sobre la teoría del significado y la teoría de la referencia, especialmente acerca de las virtudes que tales teorías debieran tener.

Sin embargo, en realidad no se ha ofrecido ninguna teoría propiamente dicha que haga justicia a los dos aspectos del significado distinguidos tradicionalmente: el sentido (o connotación) y la referencia (o denotación). Y ninguna de las teorías del significado existentes, ni siquiera aquellas propuestas por los filósofos de la ciencia, ha ayudado en lo más mínimo en la realización de análisis semánticos de partes de ciencia viva o en la enseñanza a los científicos de cómo hablar sensatamente del significado de sus propias creaciones. No sorprende que muchos físicos afirmen, todavía, que el significado de un ítem teórico (no solamente su valor) está determinado por los procedimientos de observación. No sorprende que a los químicos les guste decir que cada triplete de bases significa (y no, meramente, que especifica o determina) un aminoácido en particular. No sorprende que a veces los genetistas sostengan que las mutaciones pueden producir secuencias sin sentido, en lugar de proteínas biológicamente disfuncionales. En resumen, medio siglo de conversaciones sobre el significado han resultado inútiles para los científicos que, si algo hicieron, fue acrecentar la confusión entre los filósofos. El resultado ha sido una Babel.

Las concepciones sobre el significado se presentan en diversos grados de sofisticación formal, pero puede comunicarse su quid por medio de palabras. En la lista que se ofrece a continuación se consignan de manera esquemática las concepciones contemporáneas más influyentes:

1. *Psicologismo*: el significado es o bien el pensamiento o bien la intención o la comprensión.
2. *Pragmatismo*: el significado es el uso.
3. *Operacionismo*: el significado es la operación (cálculo o medición).
4. *Verificacionismo*: el significado es la condición de verdad.
5. *Concepción epistémica*: el significado es la información.
6. *Concepción nihilista*: no hay significados.
7. *Concepción referencial*: el significado es la cosa aludida.
8. *Concepción intensional*: el significado es o bien la intensión o bien el contenido.
9. *Concepción dualista*: el significado tiene dos dimensiones: intensión y extensión.
10. *Concepción sintética*: el significado está compuesto por el sentido y la referencia.

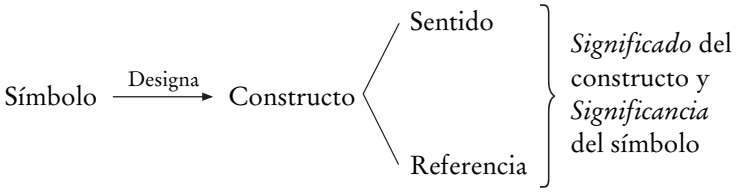
Las primeras seis concepciones son característicamente modernas. El psicologismo es la más antigua, pero no fue académicamente respetable hasta que la hubo expuesto Brentano, hace un siglo. Durante un tiempo, Russell (1919b) se adhirió a ella. La segunda, el pragmatismo lingüístico (y, en particular, el diccionarismo), fue propuesta por Wittgenstein. La tercera, el operacionismo, se puede rastrear hasta Peirce y Dingler (1907) y desde entonces ha sido parte de la atmósfera que respiran los científicos naturales. La cuarta, el verificacionismo, puede rastrearse hasta Frege y fue una de las consignas del Círculo de Viena. La quinta, el informacionismo, nació en la década de 1950. Y la sexta, el nihilismo, es un grito desesperado ante el fracaso de todas las opiniones anteriores. Hemos criticado y rechazado estas seis perspectivas en los Capítulos 2, 4 y 5.

Las restantes cuatro tienen raíces mucho más profundas y son mucho más sólidas. La doctrina referencial se remonta a los nominalistas medievales, especialmente a Ockham y Buridan y a sus herederos modernos, en particular a Hobbes. La doctrina intensionalista ha sido un componente constante del idealismo, probablemente desde Platón, y fue especialmente vívida en Leibniz y Bolzano (1837). La doctrina dualista fue bosquejada en la *Logique* de Port-Royal (1662) y luego revivida, aunque también oscurecida, primero por Frege (1891, 1892) y luego por Lewis (1944, 1951).

(También podemos hacer una lista de las debilidades de la influyente doctrina del significado de Frege, a fin de evitar toda confusión entre esta y la siguiente, la concepción sintética. Para comenzar, el gran Frege no utilizó una terminología coherente: por ejemplo, a menudo intercambiaba *Bedeutung* (nuestra «referencia») y *Bezeichnung* (designación). No distinguía claramente entre referencia y extensión. A menudo interpretaba *Sinn* (sentido) de un modo psicologista: como el pensamiento expresado por una oración. Identificaba el *Bedeutung* de un enunciado con su valor de verdad y, de manera inquietante, atribuía a las condiciones de verdad la tarea de determinar el sentido. Finalmente, Frege no tenía una teoría semántica de la cual hablar: jamás pasó de unos cuantos comentarios no sistemáticos (aunque a menudo esclarecedores y siempre provocativos). La importancia de Frege para la semántica parece radicar en que (*a*) hizo hincapié en numerosas distinciones, notablemente entre símbolo y constructo, concepto y extensión, y sentido y verdad; y (*b*) llamó la atención de otros, en especial de Russell y Carnap, hacia los problemas semánticos. Para una evaluación muy diferente, véase Dummett [1973, Capítulo 19].)

Finalmente, la décima concepción –la doctrina sintética– también parece tener un linaje medieval. Fue rescatada del olvido y difundida por J. S. Mill: su *System of Logic* (1843) fue tan influyente que su distinción entre la connotación y la denotación de un término se ha incorporado al habla ordinaria. Esta concepción recurría al sentido común y, dado que Mill fue un paladín del positivismo, su reivindicación de la connotación o sentido a contrapelo del referencialismo nominalista estaba a salvo de las sospechas de platonismo. Nuestra concepción consiste en una elaboración de la concepción de Mill y de la de Williams (1937), que incorporó la perspectiva de Mill sin su positivismo. La hemos llamado *sintética* por las siguientes razones: (i) no solo se aplica a los términos y otras expresiones lingüísticas, sino también (y ante todo) a sus designata conceptuales; (ii) a la vez que distingue el sentido de la referencia, los combina en una única idea con un estatus matemático definido: el par ordenado sentido-referencia; (iii) lejos de ser una concepción aislada, se trata del resultado de nuestras teorías del sentido y de la referencia expuestas en los capítulos anteriores. Echémosle un vistazo antes de pasar a los detalles.

Para comenzar, estipulamos las clases de objetos que pueden tener significado. Estos objetos son ciertos símbolos y todos los constructos. A fin de evitar la confusión, usaremos nombres diferentes para estas dos posibilidades: diremos que algunos *símbolos tienen significación* [*signify*] y que todos los *constructos significan* [*mean*]. Más aún, consideraremos que el significado es primario y lo definiremos por medio de sus dos componentes: el sentido y la referencia. Además, interpretaremos la significación, una propiedad de ciertos signos, como la composición de la designación y el significado. De modo gráfico:



Por ejemplo, diremos que el término ‘hombre’ designa el (o, mejor dicho, un) concepto de hombre, el sentido del cual está dado por la antropología y cuya clase de referencia está constituida por todos los hu-

manos. Sentido y referencia constituyen también la significancia o significado indirecto de la palabra 'hombre'. En cambio, a cualquier signo que no designe un constructo se le asignará una significancia vacía. Por ejemplo, un signo de puntuación no simboliza ningún constructo y, en consecuencia, no tiene significancia. En resumen, si un signo es significativo [*significant*], lo es de manera indirecta, a saber a través de un constructo. Esta interpretación de 'significado' evita tanto el nominalismo como la variedad de hilemorfismo que consiste en atribuir propiedades semánticas a meras marcas. Y no nos compromete con el platonismo, ya que no adoptamos la hipótesis ontológica de que los constructos poseen un ser independiente. Más aún, nuestra concepción formaliza la opinión de aquellos lingüistas que sostienen que una palabra tiene dos funciones semánticas: una es denotar y la otra resumir todo un sistema de generalizaciones y asociaciones (Luria, 1961).

2. La concepción sintética

2.1. El significado como sentido más referencia

En la sección anterior hemos convenido en considerar el significado como una propiedad de los constructos (conceptos, proposiciones o teorías). Ahora proponemos analizar el significado de un constructo como su sentido junto con su referencia, tal como se ilustra en la Figura 7.1.

La estipulación de que el sentido y la referencia deben ser considerados los dos componentes del significado es literal, no metafórica. Si llamamos $\mathcal{S}(c)$ al sentido y $\mathcal{R}(c)$ a la clase de referencia de un constructo c, podemos simbolizar nuestra propuesta de la siguiente manera:

$$\mathcal{M}(c) = \langle \mathcal{S}(c), \mathcal{R}(c) \rangle.$$

Ahora bien, como hemos visto en los Capítulos 4 y 5, $\mathcal{S}$ aplica constructos en conjuntos de constructos, es decir $\mathcal{S}$: $C \rightarrow \mathcal{P}(C)$. Y, según el Capítulo 2, $\mathcal{R}$ aplica constructos en conjuntos de objetos de toda clase, vale decir $\mathcal{R}$: $C \rightarrow \mathcal{P}(\Omega)$, donde $\mathcal{P}(\Omega)$ es el conjunto de

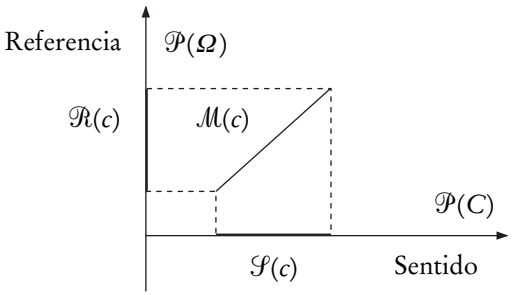


Figura 7.1. El sentido y la referencia como componentes del significado.

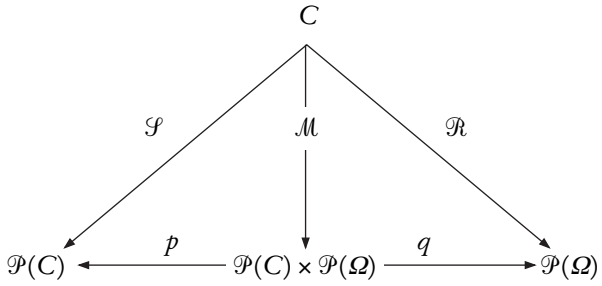
todos los subconjuntos de la colección Ω de los objetos. Los pares $\langle \mathcal{S}(c), \mathcal{R}(c) \rangle$ definen de manera única una tercera función

$$\mathcal{M}: C \to \mathcal{P}(C) \times \mathcal{P}(\Omega)$$

tal que

$p_\circ \mathcal{M} = \mathcal{S}$ = La primera proyección (= componente) de $\mathcal{M}$.
$q_\circ \mathcal{M} = \mathcal{R}$ = La segunda proyección (= componente) de $\mathcal{M}$.

O sea, los dos triángulos del diagrama siguiente conmutan:



En otras palabras, establecemos la siguiente

DEFINICIÓN 7.1 Sea Ω el universo de los objetos y $C \subset \Omega$ la colección de los constructos. Llamemos $\mathcal{S}$: $C \to \mathcal{P}(C)$ a la función de sentido (pleno) y $\mathcal{R}$: $C \to \mathcal{P}(\Omega)$ a la función de referencia. Luego, la función $\mathcal{M} : C \to \mathcal{P}(C) \times \mathcal{P}(\Omega)$, tal que $\mathcal{M}(c) = \langle \mathcal{S}(c), \mathcal{R}(c) \rangle$ para c que pertenece

a C, se llamará la *función de significado* y su valor $\mathcal{M}(c)$ en c se llamará *significado de c*.

Comentario 1 Adviértase que en el caso anterior está incluido el sentido pleno, vale decir la unión del sentido ascendente y el sentido descendente del constructo de interés (recuérdese el Capítulo 5, Sección 5). *Comentario 2* Esta interpretación del significado no depende del concepto de verdad, dado que tanto el sentido como la referencia son previos a toda asignación de un valor de verdad. La definición de Lewis (1944, 1951), así como la anterior definición del autor (Bunge, 1967a), que consideran el par intensión-extensión resultan inaceptables por esta razón. (No son idénticas porque Lewis interpreta las intensiones de un modo referencial.) *Comentario 3* En cualquier semántica extensionalista, que la teología sea significante [*meaningful*] o no significante [*meaningless*] depende de las creencias religiosas del individuo. Según nuestra concepción, los enunciados teológicos pueden ser perfectamente significantes en sus propios contextos, los cuales determinan tanto su sentido como su referencia. La creencia, así como el escepticismo, deben apoyarse en la asignación de extensiones, no de sentido o de referencia. Así pues, mientras que para un teísta $\mathscr{E}$(Creador) = $\mathscr{R}$(Creador) = {Dios}, para un ateo $\mathscr{R}$(Creador) = {Dios}, pero $\mathscr{E}$(Creador) = $\emptyset$. En consecuencia, si alguien deseara argumentar a favor o en contra de una religión en particular, no debería buscar apoyo en nuestra semántica: debería recurrir a medios alternativos. En particular, el no creyente no logrará salirse con la suya por medio de la simple afirmación de que la teología no tiene sentido. (Pero sí puede conseguir mostrar que algunas teologías son contradictorias o que todas carecen de pruebas empíricas positivas.) En cambio, la aserción de que el existencialismo y el budismo zen no tienen ningún sentido sigue en pie.

Ahora podemos ofrecer una respuesta exacta a una pregunta relegada desde los tiempos del positivismo, a saber, ¿son significantes las tautologías? En el Capítulo 2, Sección 3.3, vimos que un constructo tautológico se refiere a cualquier cosa; si es universal, como $\ulcorner(x)(Px \vee \neg Px)\urcorner$, se refiere a la totalidad Ω de los objetos. Y en el Capítulo 5, Sección 4, vimos que el sentido de un constructo tautológico en un contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$, con lógica subyacente L, es igual a $S \cup L$. En consecuencia, si t es una tautología universal cualquiera perteneciente a L,

$\mathcal{M}_{\mathbb{C}}(t) = \langle S \cup L, \Omega \rangle$.

Si el contexto en cuestión es estrictamente lógico, es decir si $S = L$, entonces t «dice» lo que sea que L «diga» y esto es así respecto de cualquier objeto:

$\mathcal{M}_{\mathrm{L}}(t) = \langle L, \Omega \rangle$.

Pero, desde luego, el significado extralógico de t de L es $\langle \emptyset, \Omega \rangle$. Es decir que dentro de la lógica las tautologías no «dicen» nada extralógico acerca de todo. Y cuando se las asocia con un cuerpo de conocimiento extralógico, «dicen» todo lo que este «dice», porque se adhieren a cada porción de él. Por lo tanto, la lógica por sí misma no puede enseñarnos nada sobre el mundo, aun cuando la hagamos hablar acerca de este: la lógica no es la ontología. Sea lo que fuera eso que la lógica sí puede enseñarnos acerca del mundo, lo hace al ser asociada a contextos extralógicos. En conclusión, las tautologías son significantes, aun cuando no nos informen acerca del mundo. (Más en Bunge, 1974.)

Consideremos ahora la totalidad del espacio de significado, es decir la totalidad de los valores de la función de significado $\mathcal{M}$. Tomemos el conjunto $\mathbb{P}$ de todos los predicados (o de las proposiciones) concernientes a un universo fijo del discurso $D \subset \Omega$. Además, llamemos $\mathcal{M}(\mathbb{P})$ a la totalidad de significados transportados por los constructos de $\mathbb{P}$. Se pueden definir las siguientes operaciones en $\mathcal{M}(\mathbb{P})$: para cada p y q de $\mathbb{P}$,

Suma de significados: $\mathcal{M}(p) + \mathcal{M}(q) = \langle \mathcal{S}(p) \cup \mathcal{S}(q), \mathcal{R}(p) \cup \mathcal{R}(q) \rangle$,
Producto de significados: $\mathcal{M}(p) \dot{\times} \mathcal{M}(q) = \langle \mathcal{S}(p) \cup \mathcal{S}(q), \mathcal{R}(p) \cap \mathcal{R}(q) \rangle$,
Complemento del significado: $- \mathcal{M}(p) = \langle \overline{\mathcal{S}(p)}, \overline{\mathcal{R}(q)} \rangle$.

Está claro que las dos operaciones binarias son asociativas y conmutativas. Más aún, los significados son idempotentes: $\mathcal{M}(p) + \mathcal{M}(p) = \mathcal{M}(p)$ y lo mismo ocurre con el producto. Además, la multiplicación es distributiva sobre la suma en ambos miembros:

$\mathcal{M}(p) \dot{\times} [\mathcal{M}(q) + \mathcal{M}(r)] = [\mathcal{M}(p) \dot{\times} \mathcal{M}(q)] + [\mathcal{M}(p) \dot{\times} \mathcal{M}(r)]$
$[\mathcal{M}(p) + \mathcal{M}(q)] \dot{\times} \mathcal{M}(r) = [\mathcal{M}(p) \dot{\times} \mathcal{M}(r)] + [\mathcal{M}(q) \dot{\times} \mathcal{M}(r)]$.

Finalmente, combinando el complemento y el producto construimos el elemento nulo o mínimo $\square$ de $\mathcal{M}(\mathbb{P})$, en tanto que combinando el complemento y la suma se obtiene el elemento unidad o último $\square$:

Significado nulo: $\mathcal{M}(p) \dot{\times} [-\mathcal{M}(p)] = \langle \mathcal{S}(p) \cap \overline{\mathcal{S}(p)}, \mathcal{R}(p) \cap \overline{\mathcal{R}(p)} \rangle =$
$= \langle \emptyset, \emptyset \rangle = \square$.
Significado universal: $\mathcal{M}(p) + [-\mathcal{M}(p)] = \langle \mathcal{S}(p) \cup \overline{\mathcal{S}(p)}, \mathcal{R}(p) \cup \overline{\mathcal{R}(p)} \rangle =$
$= \langle \mathcal{P}(\mathbb{P}), \mathcal{P}(D) \rangle = \square$.

El conjunto $\mathcal{M}(\mathbb{P})$ no es cerrado respecto de la adición y la multiplicación porque, como vimos en el Capítulo 5, en general $\mathcal{S}(p) \cup \mathcal{S}(q)$ no tiene el mismo sentido de un compuesto de p y q. Solamente las intensiones se comportan de este modo. En consecuencia, si restringimos el sentido a la intensión, las reflexiones precedentes muestran que la estructura $\langle \mathcal{M}(\mathbb{P}), \square, \square, +, \dot{\times}, - \rangle$ es un anillo de idempotentes, con unidad y cero, vale decir que es un anillo de Boole. No continuaremos esta línea de indagación, sino que analizaremos dos nociones de la relación de significado.

DEFINICIÓN 7.2 Sean $p, q \in \mathbb{P}$ o bien predicados o bien proposiciones con significados definidos. Luego, el significado de p es *parte* ($\preccurlyeq$) del significado de q sii el significado de p nada añade al significado de q:

$$p \preccurlyeq q =_{df} \mathcal{M}(p) + \mathcal{M}(q) = \mathcal{M}(q).$$

DEFINICIÓN 7.3 Sean $p, q \in \mathbb{P}$ o bien predicados o bien proposiciones con significados definidos. Luego, p y q son *semánticamente no relacionados* ($\perp$) sii el producto de sus significados es nulo:

$$p \perp q =_{df} \mathcal{M}(p) \dot{\times} \mathcal{M}(q) = \square.$$

COROLARIO 7.1 Sean $p, q \in \mathbb{P}$. Luego,
(i) Si $p \preccurlyeq q$, entonces $\mathcal{S}(p) \subseteq \mathcal{S}(q)$ y $\mathcal{R}(p) \subseteq R(q)$.
(ii) Si $p \perp q$, entonces $\mathcal{S}(p) \cap \mathcal{S}(q) = \emptyset$ y $\mathcal{R}(p) \cap R(q) = \emptyset$.

Finalmente, considérese todo el conjunto $\mathcal{T}$ de teorías con un núcleo de significado común, por ejemplo las teorías de la lingüística matemática. A causa del significado compartido, los siguientes conjuntos de proposiciones serán no vacíos para dos miembros cualesquiera T_i, T_k de $\mathcal{T}$:

$T_i \sqcap T_k = \{s \mid T_i \vdash s \text{ y } T_k \vdash s\}$
$T_i \sqcup T_k = \{s \mid T_i \vdash s \text{ o } T_k \vdash s\}$

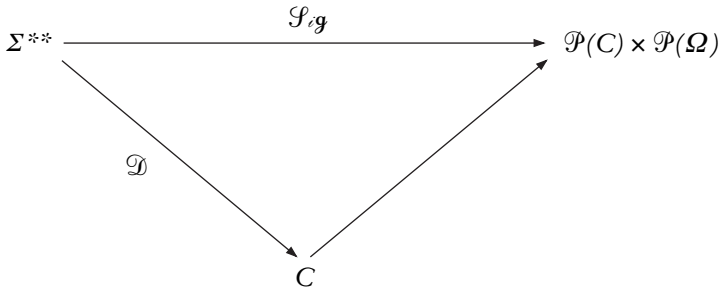
(En la notación de Tarski [1956], el primer conjunto es $T_i \cdot T_k$ y el segundo $T_i + T_k$.) El primero es el ínfimo (la mayor de las cotas inferiores) y el segundo es el supremo (la menor de las cotas superiores) de $\{T_i, T_k\}$. En consecuencia hemos demostrado el

TEOREMA 7.1 La estructura $\mathscr{L} = \langle \mathscr{T}, \sqcap, \sqcup \rangle$, donde $\mathscr{T}$ es el conjunto de teorías con un núcleo común, es un retículo.

Pasemos ahora a la cuestión de la significancia.

2.2. Significancia

Comencemos por restringir nuestras reflexiones a las expresiones que pertenecen a un lenguaje conceptual $\mathscr{L}$, libre de ambigüedades. En este caso, la relación $\mathscr{D}$ de designación puede interpretarse como una función de las expresiones Σ^{**} de $\mathscr{L}$ aplicada a los constructos (véase el Capítulo 1, Sección 3.2). Estipularemos que la significancia es una propiedad que los signos adquieren cuando designan constructos, cual es el caso de los numerales, pero no el de las notas musicales. Un signo de esta clase tiene como significación su significancia, la cual, a su vez, es el significado [*meaning*] del constructo que simboliza. En pocas palabras, la significación (la función cuyos valores son significancias) es la composición de la designación y el significado. En símbolos: $\mathscr{S}_{ig} = \mathscr{M} \circ \mathscr{D}$. De modo más explícito,



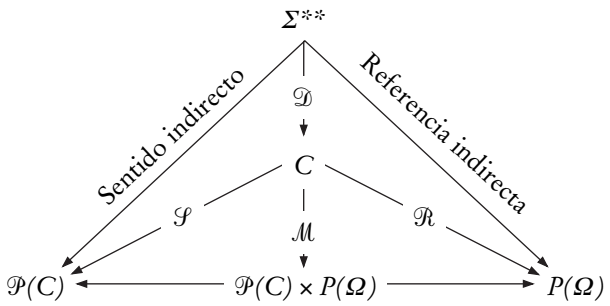
En otras palabras, proponemos la

DEFINICIÓN 7.4 Sea Σ^{**} el conjunto de expresiones de un lenguaje conceptual $\mathcal{L}$, $\mathcal{D}$: $\Sigma^{**} \rightarrow C$ la función de designación y $\mathcal{M}$: $C \rightarrow \mathcal{P}(C) \times \mathcal{P}(\Omega)$ la función de significado. Luego, se llama *función de significación* de $\mathcal{L}$ a la composición $\mathcal{M} \circ \mathcal{D} = \mathcal{S}_{ig}$ y se llama *significancia* de s de $\mathcal{L}$ a su valor $\mathcal{S}_{ig}(s, \mathcal{L})$ para un $\mathcal{L}$ cualquiera de $\mathcal{L}$.

COROLARIO 7.2 La significancia de un signo que pertenece a un lenguaje conceptual es igual al significado del constructo designado por el signo, vale decir

Si $\mathcal{D}sc$ de $\mathcal{L}$ y $\mathcal{M}(c) = \langle \mathcal{S}(c), \mathcal{R}(c) \rangle$, luego $\mathcal{S}_{ig}(s, \mathcal{L}) = \langle \mathcal{S}(c), \mathcal{R}(c) \rangle$.
Demostración Por las definiciones 1 y 4.

Podemos llamar *sentido indirecto* de s al primer componente o proyección $S(c)$ de $\mathcal{S}_{ig}(s, \mathcal{L})$ y la segunda coordenada $\mathcal{R}(c)$ será su *referencia indirecta*. Estos nombres transmiten la idea de que, si bien los signos son objetos físicos y, por ende, carecen de propiedades conceptuales, si representan constructos adquieren un significado de manera indirecta. Este significado indirecto es su significancia. Estos principios se expresan de manera sucinta y exacta en el siguiente diagrama:



La Tabla 7.2 ilustra estos conceptos.

Las consideraciones previas son válidas para un lenguaje en el cual cada signo representa solamente un constructo. (La consideración inversa no es válida: el mismo constructo puede ser representado por dos o más signos.) La dependencia que la función de significación tiene del lenguaje se hace explícita en las siguientes convenciones.

TABLA 7.2
La doble significancia de los signos: cuatro ejemplos

Signo	Sentido indirecto	Referencia indirecta
°	Concatenación	Individuos no especificados
+	Adición	Números
V	Velocidad	Sistemas físicos
U	Utilidad	Objetos y personas

DEFINICIÓN 7.5 Un signo *s* es *significativo* en un lenguaje $\mathcal{L}$ sii *s* designa un constructo de $\mathcal{L}$.

DEFINICIÓN 7.6 Un signo *s* es *no significativo* (o *sincategoremático*) en un lenguaje $\mathcal{L}$ sii *s* no designa ningún constructo de $\mathcal{L}$.

Una letra que representa una variable individual aislada y un símbolo de predicado individual aislado, tal como '*F*', son no significativos precisamente porque están aislados, es decir fuera de toda teoría que pueda asignarles un sentido determinado. Como ha advertido Frege (1912), no servirá decir que poseen significados variables o, incluso, significados indeterminados. Pero si un signo pertenece al simbolismo de una teoría determinada, entonces significa, aun cuando su referencia indirecta esté indeterminada, como en el caso de una teoría abstracta. Ya que, en este caso, el sentido del símbolo está determinado por los axiomas de la teoría en cuestión; y basta el sentido para tener significado.

Las dos últimas definiciones son pertinentes para los lenguajes del tipo un signo-un constructo. Se trata de lenguajes poco comunes: la mayoría de los lenguajes reales están cargados de ambigüedades, vale decir que no tienen una función de designación sino una relación de designación. Por ejemplo, en los contextos matemáticos informales, el signo de la integral definida puede designar a cualesquiera de alrededor de una docena de conceptos de integral: Cauchy, Riemann, Stiéltjes, Lebesgue, Schwartz, etc. La significancia precisa de cualquier expresión que incluya el signo integral dependerá, por ende, de la precisa interpretación que se asigne a este ambiguo signo. (Tanto es así, que algunas de estas expresiones no tienen ningún sentido en relación con ciertas interpretaciones

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 81

del símbolo serpentiforme. Por ejemplo, la integral de Riemann del delta de Dirac es tan poco significativa como '1/0'). En otras palabras, en la mayoría de los casos un lenguaje, incluso uno matemático, será el resultado de superponer dos o más lenguajes diferentes provistos de una función de designación cada uno. Cuando surgen cuestiones de significancia, el experto comienza a analizar la mezcla en particular. Y luego puede usar nuestras anteriores definiciones.

Adviértase, finalmente, que un signo que designa un constructo cuyo sentido es nulo es significativo. En cambio, un signo tal como 'rotatorio e incoherente' es no significativo, dado que "rotatorio" e "incoherente" están definidos sobre dominios disjuntos. (De igual modo, una velocidad nula es una velocidad, en tanto que las esperanzas no poseen velocidad porque la función de velocidad no está definida para ellas.) En cambio, 'cuadrado redondo' es significativo, porque tanto "cuadrado" como "redondo" están definidos sobre el mismo dominio, es decir el conjunto de las figuras planas. Esto es lo que hace posible refutar el enunciado de que hay figuras que sean redondas y cuadradas a la vez. Dicho sea de paso, el extensionalismo no puede hacer frente a este hecho.

2.3. Asignación de significancias

A diferencia del significado, la significancia se *asigna* a sus portadores en lugar de ser inherente a ellos. Un signo por sí mismo, vale decir al margen de una asignación de significancia más o menos precisa, es solo un objeto físico. De ahí que sea un error preguntar «¿Cuál es la significación de *x*?». En lugar de ello, se debería preguntar «¿Qué significancia se le ha asignado a *x* en el lenguaje $\mathcal{L}$?». O, en términos pragmáticos, «¿Qué se supone que debemos pensar o hacer al ver *x*?». En otras palabras, que un signo tenga significación y, si este es el caso, cuál es, depende de nosotros. No es así en el caso de los constructos simbolizados: aun cuando no sea necesario entenderlos como ideas platónicas, se debe considerar que tienen algún significado desde el momento mismo de su nacimiento, porque de otro modo no son nada. En otras palabras, en tanto que los símbolos son convencionales y, por ende, reemplazables, los constructos que simbolizan están sujetos a leyes: lógica, matemática o científica. En consecuencia, la exposición de la significancia depende del conocimiento y no de que sea el objeto de un «juego del lenguaje».

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 82

Si deseamos averiguar la significancia estándar de una expresión del lenguaje ordinario, la buscamos en el diccionario. Pero si la expresión pertenece a un lenguaje matemático o a un simbolismo científico, se debe buscar en la teoría correspondiente. En ambos casos, lo que obtenemos es el sentido y la referencia indirectos del signo. Ambos elementos van de la mano, aun cuando uno de ellos sea algo vago. De tal modo, cuando se dilucida la significancia de un símbolo de operación tal como '+', tenemos que recuperar el conjunto o conjuntos sobre los cuales la operación (no el símbolo) está definida; y los miembros de este conjunto son, precisamente, los referentes de la operación (un constructo). Algo similar ocurre con la dilucidación de la significancia de los términos científicos: también aquí la determinación de los referentes (indirectos) de un símbolo es parte de la asignación de su sentido (indirecto). En particular, un símbolo de predicado significará una propiedad del referente (indirecto) del símbolo. En consecuencia podría pensarse que no tiene objeto mantener el sentido y la referencia como componentes distintos del significado. Podría conjeturarse que la referencia es una función del sentido. Pero no es así: (i) un conjunto axiomático tal como el de Peano, pese a su precisión, no caracteriza completamente sus objetos o referentes, sino que se ajusta a cierto número de ellos; (ii) una teoría científica inicialmente propuesta con la intención de representar cosas de una clase en concreto, puede acabar refiriéndose a una clase diferente de objetos. Y aun cuando el sentido determinara la referencia de manera no exacta, ello no invalidaría nuestras Definiciones 1 y 4, ya que seguramente un par ordenado permanece como tal si la segunda coordenada está determinada por la primera, como en el caso del par $\langle x, y \rangle$, donde $y = f(x)$.

Mantener la distinción entre sentido y referencia tiene ventajas precisas. En el caso de la matemática, esto permite dilucidar las diferencias de significado entre las distintas realizaciones de un formalismo abstracto dado, tal como sigue. Aquí tenemos tantos significados como interpretaciones (o como modelos). La primera coordenada de este significado está compuesta por un sentido fijo determinado por la teoría abstracta enriquecida con los supuestos semánticos que determinan esa particular interpretación. Y la segunda coordenada del valor de significado es el dominio de los individuos, el cual varía de interpretación en interpretación. Lo común a todas ellas es, desde luego, el sentido de la teoría abstracta. Y en el caso de la ciencia fáctica, la distinción entre los dos componentes del significado es un útil recordatorio de que una única cosa

puede ser representada por una variedad de constructos. Como en el caso de la matemática, aquí la segunda coordenada se mantiene fija: la cosa referida no cambia con el punto de vista. Pero en ambos casos tratamos con diferencias de significado. Volveremos a este problema en la Sección 3.3.

En matemática y en ciencia la asignación, así como el análisis de la significancia comienza con las reglas de designación que relacionan símbolos con constructos. El segundo y más importante paso es caracterizar el constructo mismo y esta es una cuestión de teoría, no de regla. La caracterización («definición») es, a menudo, incompleta: algunas veces porque deseamos dejar sitio para una especificación ulterior; otras porque no sabemos más. El primer caso es el de la matemática abstracta: una especificación completa tanto del sentido como de la referencia, es decir una «definición» de la teoría de un modelo en particular, destruirá la libertad típica de la matemática abstracta. En el caso de la ciencia, aun cuando quisiéramos hacer una caracterización completa, no podríamos llevarla a cabo. Toda caracterización de la ciencia fáctica será necesariamente incompleta, a causa de que incluye supuestos semánticos que «señalan» hacia los referentes sin recurrir más a la matemática. Cuando nombran un dominio específico de individuos, tal como el de los números reales, los matemáticos pueden recurrir a la teoría o teorías específicas que «definen» a esos individuos. No ocurre lo mismo con los científicos: no pueden construir los referentes de sus teorías, sino que los descubren o tienen la esperanza de descubrirlos; no pueden recurrir a otros constructos. A lo sumo, pueden establecer un formalismo matemático y combinarlo con determinados supuestos semánticos que interpreten los conceptos básicos como elementos fácticos. En el mejor de los casos, estos últimos está descritos; en el peor solo son mencionados. De ahí la inevitable indeterminación del significado de las teorías fácticas.

2.4. Grados de definición de la significancia

Hay grados de definición de la significancia según los grados de determinación del significado. Podemos distinguir los siguientes:

(i) *Bajo*
(*a*) Sentido: definido, pero mínimo. Referencia: arbitraria, salvo por

las condiciones muy generales establecidas por los postulados que determinan el sentido. Ejemplo: una teoría abstracta cualquiera.

(*b*) Sentido: no totalmente especificado. Referencia: definida. Ejemplo: todo cuerpo de conocimiento fáctico que no contiene teorías completamente desarrolladas.

(ii) *Medio*

(*a*) Sentido: mínimo, enriquecido con interpretaciones de algunos de los constructos básicos. Referencia: o bien definida o bien arbitraria, según los conjuntos básicos estén especificados o no. Ejemplo: cualquier modelo parcial en el sentido del Capítulo 6, Sección 2.2, Definición 2.

(*b*) Sentido: especificado por una teoría formulada de manera intuitiva o heurística. Referencia: definida. Ejemplo: casi todas las teorías de la ciencia fáctica.

(iii) *Alto*

(*a*) Sentido: casi pleno. Referencia: definida. Ejemplo: toda teoría intuitiva o la matemática no formalizada.

(*b*) Sentido: especificado por una teoría axiomática que contenga supuestos semánticos fácticos. Referencia: definida pero amplia (género, no especie de cosas). Ejemplo: toda teoría fáctica genérica formulada de modo axiomático.

(iv) *Máximo*

(*a*) Sentido: total. Referencia: definida. Ejemplo: toda teoría completamente axiomatizada de un modelo particular.

(*b*) No hay casos en la ciencia fáctica.

Ahora estamos en condiciones de enunciar la condición necesaria y suficiente de la significancia. Se trata ni más ni menos que de la siguiente: para que un signo sea *significativo*, tiene que designar un constructo (Definición 5). Y para que un constructo posea un *significado razonablemente determinado*, es decir, para que el propio constructo esté razonablemente definido, debe pertenecer a un cuerpo de conocimiento razonablemente bien organizado. La determinación óptima del significado se consigue únicamente en una teoría propiamente dicha. (Pero el significado máximo, vale decir pleno, solo se consigue en la matemática.) Mientras que, a menudo, el perfil de un constructo se puede esbozar de manera satisfactoria con medios más modestos, solo la incorporación del mismo a una teoría se encarga de manera automática de la sintaxis y, en alguna medida, de la semántica del constructo. Por ejemplo, la mecánica

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 85

acusará 'La masa de ese coche es 3' como una expresión mal formada, puesto que no especifica la unidad de masa. Y delatará 'La vorticidad es noble' como una expresión mestiza o semánticamente mal construida y, por ello, tan poco significativa como la primera. En cambio, el análisis del lenguaje ordinario tiene muy poco que decir acerca de ellas, salvo que son gramaticalmente correctas. (Los errores de categoría son conceptuales, no lingüísticos: recuérdese el Capítulo 2, Sección 5.1.)

Por último, una advertencia: no afirmamos que un constructo que no esté incluido en una teoría carezca de significado, sino que (i) un constructo no tiene un significado *preciso*, a menos que pertenezca a una teoría, (ii) un constructo puede *cambiar* su significado (vale decir, transformarse en un constructo diferente) si se trasplanta a otra teoría y (iii) un constructo *teórico* existe solo dentro de una teoría. Estos tres aspectos se ilustran en el siguiente ejemplo. Aun cuando diferentes teorías del cambio social comiencen con la misma definición de diccionario de "revolución", por ejemplo como «un cambio drástico y repentino en las pautas sociales establecidas», pueden dilucidarlo o refinarlo de maneras diferentes y acabar por tener *conceptos diferentes* de revolución. Esto es así porque las diversas teorías suponen actores (o referentes de «revolución») diferentes y porque hacen hincapié en características, así como en causas, diferentes. Así pues, mientras que una teoría afirmará que los protagonistas de las revoluciones (los referentes de «revolución») son las instituciones, otra sostendrá que lo son las clases sociales y una tercera que lo son los individuos. Y mientras que una teoría se centrará en los cambios institucionales, otra enfatizará los cambios de la estructura social y económica, en tanto que una tercera se concentrará en los cambios de los roles individuales. Finalmente, mientras que una teoría supondrá que las revoluciones tienen lugar cuando las instituciones sobreviven a su utilidad, otra afirmará que son el recurso final de la lucha de clases y una tercera doctrina afirmará que las revoluciones ocurren cuando los miembros de la clase dirigente se vuelven corruptos. Está claro que 'revolución' tiene como significación distintos constructos en las diferentes teorías de la revolución, aun cuando todos compartan el núcleo de significado central que le asigna el diccionario. (En muchos casos no hay tal significado nuclear constituido por el constructo preteórico o intuitivo.) Dime con quiénes anda un constructo y te diré cuál es: recuérdese el Capítulo 5, Sección 4.

3. Invariancia y cambio de significado

3.1. Sinonimia

Se dice que dos signos son *sinónimos desde el punto de vista semántico* en el caso de que tengan la misma significancia. Y se considera que dos símbolos son *sinónimos desde el punto de vista pragmático para un usuario dado* si este los utiliza de manera intercambiable o si, en las mismas circunstancias, esos símbolos evocan las mismas reacciones. La sinonimia pragmática no presupone la sinonimia semántica: de tal modo, para mucha gente 'psiquiatra' y 'psicoanalista' son sinónimos. Y pocas personas son coherentes en cuestiones de sinonimia pragmática. Aunque solo fuera por eso, la semántica no puede basarse en la pragmática. Otra razón es que la determinación de la sinonimia pragmática requiere la observación de la conducta lingüística, la cual no es pertinente para la sinonimia semántica: no recurrimos a un cuestionario para averiguar si 'masa' e 'inercia' son sinónimos desde el punto de vista semántico. Limitaremos nuestras reflexiones a la sinonimia semántica.

Comencemos por reformular nuestra definición de un modo más explícito:

DEFINICIÓN 7.7 Se dice que dos signos son sinónimos en un lenguaje dado $\mathcal{L}$ sii tienen la misma significancia en $\mathcal{L}$:

Si s y s' pertenecen a $\mathcal{L}$, luego $\mathcal{S}_{sin}(s, s', \mathcal{L}) =_{df} \mathcal{S}_{sig}(s, \mathcal{L}) = \mathcal{S}_{sig}(s', \mathcal{L})$.

Ejemplo «Juan ama a María» y «María es amada por Juan» son diferentes desde el punto de vista lingüístico, pero son oraciones sinónimas: son idénticas desde el punto de vista semántico, ya que expresan la misma proposición.

COROLARIO 7.3 Los sinónimos designan los mismos constructos:

$\mathcal{S}_{sin}(s, s', \mathcal{L})$ sii $\mathcal{D}$'s = $\mathcal{D}$'s' de $\mathcal{L}$.

COROLARIO 7.4 Los sinónimos poseen el mismo sentido indirecto y la misma referencia indirecta:

$\mathcal{D}sc$ y $\mathcal{D}s'c'$ de $\mathcal{L}$ y $\mathcal{S}_{sin}(s, s', \mathcal{L})$ sii $\mathcal{S}(c) = \mathcal{S}(c')$ y $\mathcal{R}(c) = \mathcal{R}(c')$.

Demostraciones El primer corolario se sigue de las Definiciones 5 y 7. El segundo, del Corolario 3 y del axioma para pares ordenados.

Comentario 1 El Corolario 4 parece pedante, pero no lo es, dado que no sabremos que dos signos representan el mismo constructo y son, por ello, sinónimos, a menos que analicemos sus designata en términos de sentido y referencia y demostremos, de manera más o menos rigurosa, que los sentidos y los referentes son los mismos. Un caso relativamente frecuente es el que sigue: dos líneas de razonamiento diferentes dentro de una misma teoría ofrecen sendas funciones. Una investigación más profunda muestra que las dos funciones satisfacen la misma ecuación diferencial y están sujetas a las mismas condiciones iniciales o de contorno. Esto demuestra que las dos funciones son la misma o que difieren, a lo sumo, en una constante. *Comentario 2* La equivalencia lógica es insuficiente para la sinonimia. Y puede que ni siquiera la igualdad baste: así pues, el que dos funciones, f y g, compartan sus valores en un punto a, vale decir $f(a) = g(a)$, no implica que '$f(a)$' y '$g(a)$' sean equisignificativas o sinónimas. Solo la identidad garantiza la sinonimia. *Comentario 3* Si exigimos que el definiendum y el definiens tengan el mismo significado, las identidades son las únicas que podemos admitir como aptas para definir. La razón es que solo la identidad nos asegura que sus dos lados son únicamente nombres diferentes para el mismo objeto. Consecuencias: (*a*) la equivalencia no es la forma adecuada para una definición y (*b*) en el lenguaje objeto se pierde la asimetría intuitiva entre el definiendum (miembro izquierdo) y el definiens (miembro derecho): se puede considerar una característica metateórica o pragmática. Más sobre ello en el Capítulo 10, Sección 2.2.

Con los antónimos ocurre lo mismo que con los sinónimos:

DEFINICIÓN 7.8 Dos signos son *antónimos* en un lenguaje $\mathcal{L}$ sii cada uno de ellos designa la negación del designatum del otro:

Si s y s' pertenecen a $\mathcal{L}$ y $\mathcal{D}sc$ y $\mathcal{D}s'c'$, luego $\mathcal{A}_{nt}(s, s', \mathcal{L}) =_{df} c' = \neg c$.

Comentario El teorema de doble negación de la lógica ordinaria demuestra que $\mathcal{A}_{nt}$ es una relación simétrica, lo que se perdería si adoptáramos la lógica intuicionista, a menos que la relación de antonimia fuese redefinida. Puesto que aquí la lógica intuicionista no nos es de utilidad, no nos ocuparemos de este problema.

La sinonimia y la antonimia solo son dos bandas de todo un espectro de relaciones de significancia. Tanto $\mathcal{S}_{in}$ como $\mathcal{A}_{nt}$ se presentan en gra-

dos: hay sinonimia débil, así como antonimia débil. Así pues, 'conjunto' y 'clase' son débilmente sinónimos y 'guerra' y 'tregua' son débilmente antónimos. Las siguientes definiciones dilucidarán el concepto de semejanza de significancia.

DEFINICIÓN 7.9 Si s y s' son signos que designan los constructos c y c' respectivamente, s y s' son *parcialmente sinónimos* (o muestran una *semejanza de significancia*) sii la intersección de los sentidos de c y c' no es nula: $\mathcal{S}(c) \cap \mathcal{S}(c') \neq \emptyset$.

Ejemplo 'Hemisferio' no significa lo mismo en geografía que en anatomía, pero los sentidos de los dos constructos aludidos son cercanos, aun cuando sus referentes (la Tierra y el cerebro) sean diferentes.

DEFINICIÓN 7.10 Si s, s' y s'' son signos que designan los constructos c, c' y c'' respectivamente, la *semejanza de significancia* entre s y s' es más *estrecha* que la semejanza de significancia entre s y s'' sii $\mathcal{S}(c) \cap \mathcal{S}(c') \supset \mathcal{S}(c) \cap \mathcal{S}(c'')$.

Las dilucidaciones anteriores de las nociones de igualdad y semejanza de significado deberían dar respuesta a la objeción a las proposiciones de Quine: que «[s]i hubiera proposiciones, inducirían una relación determinada de sinonimia o equivalencia entre las propias oraciones: esas oraciones equivalentes serían las que expresan la misma proposición» (Quine, 1970b, p. 3 y también 1960, Capítulo VI). ¿Y bien, no es así?

Aunque difiere de la concepción léxica de la semántica (Katz y Fodor, 1963), nuestro tratamiento de las relaciones de significado está de acuerdo con la concepción de que tales relaciones son de tipo lógico (Bar-Hillel, 1970). Y nuestra definición de sinonimia confirma la opinión de que la identidad de los conjuntos de antecedentes y consecuentes (es decir el sentido) es necesaria pero insuficiente para la sinonimia (Attfield y Durrant, 1973).

3.2 Invariancia del significado

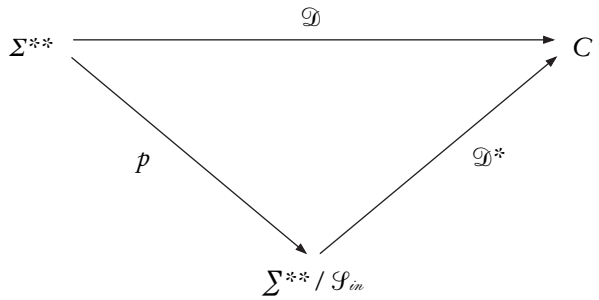
La relación $\mathcal{S}_{in}$ de sinonimia introducida por la Definición 7 (Sección 3.1) es una relación de equivalencia. En consecuencia, define las clases de equivalencia constituidas por signos sinónimos. En otras palabras, para todo lenguaje $\mathcal{L}$, si s pertenece a $\mathcal{L}$,

$[s]_{\mathcal{L}} = \{t \in \mathcal{L} \mid \mathcal{S}_{in}(s, t, \mathcal{L})\}$

es el conjunto de todos los sinónimos de *s* de $\mathcal{L}$. Cada una de estas clases de equivalencia corresponde a un único constructo.

Tómese ahora la totalidad de las clases de equivalencia en relación con $\mathcal{S}_{in}$, es decir el conjunto cociente $\sum^{**}/\mathcal{S}_{in}$. Este es el representante lingüístico de todos los constructos que pueden expresarse en $\mathcal{L}$. Aun cuando la función de designación $\mathcal{D}$ sea de muchos a uno, tal como hemos supuesto, ahora tenemos una función $\mathcal{D}^*$ de uno a uno que relaciona distintos elementos de $\sum^{**}/\mathcal{S}_{in}$ con distintos miembros del conjunto *C* de constructos expresables por $\mathcal{L}$. Podemos llamar a este isomorfismo $\mathcal{D}^* : \sum^{**} / \mathcal{S}_{in} \rightarrow C$ *función de designación regular.*

Ahora reunamos los diversos elementos. Comenzamos con la función de muchos a uno $\mathcal{D}^* : \sum^{**} \rightarrow C$. Luego definimos la relación de equivalencia $\mathcal{S}_{in}$ en $\sum^{**}$. Esta relación determina la proyección $p : \sum^{**} \rightarrow \sum^{**} / \mathcal{S}_{in}$ que asigna a cada símbolo la clase de sus equivalentes semánticos. A continuación aplicamos el recorrido de *p* sobre *C*. Por último, combinamos *p* con $\mathcal{D}^*$. El resultado es $\mathcal{D}^* \circ p = \mathcal{D}$, tal como se representa en el siguiente diagrama:



Ahora tomemos todas las oraciones de $\mathcal{L}$. A continuación las agrupamos en clases de sinónimos, o sea en oraciones equisignificativas. Finalmente, permitamos que $\mathcal{L}$ recorra el conjunto de todos los lenguajes posibles. O sea, construimos la familia de clases de equivalencia de oraciones según la relación de equisignificancia.

Un nominalista $\{[s]_{\mathcal{L}} \mid s$ es una oración de $\mathcal{L}$ & $\mathcal{L}$ es un lenguaje conceptual$\}$. Un nominalista podría desear identificar esta familia de oraciones equisignificativas con lo que llamamos *proposición* (o enunciado). Pero

no puede hacerlo, ya que no dispone de un criterio de significancia independiente. En otras palabras, no podemos considerar lo dicho más arriba como una *definición* de "proposición", porque este concepto está involucrado en la formación de las clases de equivalencia $[s]_{\mathscr{L}}$. En efecto, tal como vimos en la Sección 3.1, no sabemos si dos oraciones pertenecientes a la matemática o a la ciencia son sinónimas, a menos que podamos mostrar que designan el mismo constructo. Aun así, lo anterior clarifica la idea de que una proposición es aquello que permanece invariante en toda traducción fiel de una oración, tal como ha sugerido Russell (1940).

El concepto de traducción puede dilucidarse del modo siguiente. Considérese el conjunto $S_{\mathscr{L}}$ de todas las oraciones posibles en el lenguaje $\mathscr{L}$ y la colección homóloga $S_{\mathscr{L}'}$ para otro lenguaje $\mathscr{L}'$. Aun cuando estos dos conjuntos sean disjuntos y estructuralmente diferentes, puede existir una relación de uno a muchos τ de $S_{\mathscr{L}}$ a $S_{\mathscr{L}'}$ que conserve la significancia. Si esta relación existe, decimos que τ es una traducción de $\mathscr{L}$ a $\mathscr{L}'$. De modo más explícito, tenemos la

DEFINICIÓN 7.11 Sean $\mathscr{L}$ y $\mathscr{L}'$ dos lenguajes conceptuales y sea τ una relación de uno a muchos del conjunto de oraciones $S_{\mathscr{L}}$ al conjunto de oraciones $S_{\mathscr{L}'}$. Luego, se dice que τ es una *traducción punto por punto* exacta de $\mathscr{L}$ a $\mathscr{S}'$ sii

$$\mathscr{S}_{i}\mathscr{g}(\tau`s) = \mathscr{S}_{i}\mathscr{g}(s) \text{ para todo } s \in S_{\mathscr{L}},$$

donde τ'$s \in S_{\mathscr{L}}$, es una traducción de s a $\mathscr{L}'$.

Este concepto de traducción es útil en matemática, donde se puede fortalecer hasta convertirlo en una función (Wang, 1951). Pero no es aplicable a los lenguajes naturales, en los que no todas las oraciones son significantes de manera independiente. En ellos, para conservar la significancia se debe aparear grupos completos de oraciones. En otras palabras, en el caso de los lenguajes naturales tenemos que resignar el ideal de una traducción puntual y conformarnos con la traducción global. Sin embargo, esta necesidad no nos obliga a adoptar la doctrina de Quine de la inevitable indeterminación de la traducción: lo que hace es, únicamente, sugerir que hemos de complementar la Definición 11 con la siguiente dilucidación de la noción de traducción global:

DEFINCIÓN 7.12 Sean $S_{\mathscr{L}}$ y $S_{\mathscr{L}'}$ los conjuntos de todas las oraciones de los lenguajes $\mathscr{L}$ y $\mathscr{L}'$ respectivamente, y llamemos $\mathscr{P}(S_{\mathscr{L}})$ y $\mathscr{P}(S_{\mathscr{L}'})$ a sus correspondientes conjuntos potencia. Luego, τ es una *traducción global exacta* de $\mathscr{L}$ a $\mathscr{L}'$ sii τ es un relación de $\mathscr{P}(S_{\mathscr{L}})$ a $\mathscr{P}(S_{\mathscr{L}'})$ tal que

$$\mathscr{S}_{\mathscr{I}}\mathscr{g}(\tau`u) = \mathscr{S}_{\mathscr{I}}\mathscr{g}(u) \text{ para todo } u \in \mathscr{P}(S_{\mathscr{L}})$$

donde $\tau`u \in \mathscr{P}(S_{\mathscr{L}'})$ es una traducción del conjunto u de oraciones de $S_{\mathscr{L}}$ a $\mathscr{L}'$.

En resumen, nuestro concepto de sinonimia nos ha permitido definir dos conceptos de traducción: uno puntual y otro global. Estos conceptos son estrictamente semánticos, tal como debe ser: la traducción se ocupa del significado, no de la estructura. (Para una concepción opuesta, puramente sintáctica de la traducción, véase Svenonius [1973].) De seguro, las traducciones perfectas, aun si son globales, son difíciles de encontrar. Pero dado que son deseables, las definiciones anteriores, lejos de ser vanas, pueden tener una tarea regulativa de las gramáticas y vocabularios de algunos de los lenguajes naturales, de tal manera que los haga perfectamente traducibles unos a otros. Una vez que se haya implementado esta reforma lingüística, la traducción automática no debería ofrecer ningún obstáculo.

El concepto de traducción es pertinente respecto de la lingüística, los fundamentos de la matemática y los fundamentos de la ciencia, donde aparece en referencia a las teorías equivalentes que utilizan diferentes «lenguajes» matemáticos. (Para el uso de las teorías como lenguajes de otras teorías, véase el Capítulo 1, Sección 2.3). Sin embargo, en la ciencia fáctica se está mucho más interesado en teorías diferentes, ya sea que estén expresadas en el mismo «lenguaje» matemático o que no lo estén. Y, a diferencia de la traducción, el paso de una teoría a otra puede involucrar cambios de significado. Esta cuestión merece una subsección aparte.

3.3. Cambio de significado

Si el significado es *sensus cum referens*, un cambio de significado es un cambio de sentido, de referencia o de ambos. Y cualesquiera de estos cambios, cuando se les despoja de los aspectos pragmáticos, están constituidos por una diferencia de sentido y/o de referencia. Puesto que tanto el

sentido como la referencia se han construido como conjuntos, es natural definir la diferencia respecto de cualesquiera de estos aspectos como una diferencia simétrica (o booleana). Resulta igualmente natural definir la diferencia de significado como el par ⟨diferencia de sentido, diferencia de referencia⟩. Más precisamente, tenemos la

DEFINICIÓN 7.13 Sean dos constructos c y c'. Luego,
(i) La *diferencia de sentido* entre c y c' es
$\delta_{\mathcal{S}}(c \text{ y } c') = \mathcal{S}(c)\ \Delta\ \mathcal{S}(c')$;
(ii) la *diferencia de referencia* entre c y c' es
$\delta_{\mathcal{R}}(c \text{ y } c') = \mathcal{R}(c)\ \Delta\ \mathcal{R}(c')$;
(iii) la *diferencia de significado* entre c y c' es
$\delta_{\mathcal{M}}(c \text{ y } c') = \langle \delta_{\mathcal{S}}(c \text{ y } c'), \delta_{\mathcal{R}}(c \text{ y } c') \rangle$.
El caso menos interesante es aquel en el que la «distancia» de significado entre los dos constructos es máxima:

COROLARIO 7.5 Sean c y c' constructos no relacionados desde el punto de vista semántico, vale decir que ambos son $\mathcal{S}(c) \cap \mathcal{S}(c') = \emptyset$ y $\mathcal{R}(c) \cap \mathcal{R}(c') = \emptyset$, lo cual equivale a $\mathcal{M}(c) \dot{\times} \mathcal{M}(c') = \langle \emptyset, \emptyset \rangle = \square$. Luego,

$$\delta_{\mathcal{M}}(c \text{ y } c') = \langle \mathcal{S}(c) \cup \mathcal{S}(c'), \mathcal{R}(c) \cup \mathcal{R}(c') \rangle.$$

El siguiente caso es mucho más interesante, puesto que trata de constructos con sentidos comparables:

COROLARIO 7.6 Sean c y c' dos constructos tales que el sentido de c contiene el sentido de c' y tales que sean correferenciales. De forma resumida, supóngase que $\mathcal{S}(c') = \mathcal{S}(c) \cup \Delta\mathcal{S}$, con $\Delta\mathcal{S} \neq \emptyset$ y $\mathcal{S}(c) \cap \Delta\mathcal{S} = \emptyset$, y $\mathcal{R}(c) \cap \mathcal{R}(c') \neq \emptyset$. Luego,

$$\delta_{\mathcal{M}}(c, c') = \langle \Delta\mathcal{S}, \Delta\mathcal{R} \rangle.$$

Ejemplo 1
c = Conjunto parcialmente ordenado $\langle \mathcal{A}, \preccurlyeq \rangle$
c' = Semirretículo $\langle A', \preccurlyeq, \wedge \rangle$
$\mathcal{S}(c)$ = Axiomas y teoremas para conjuntos parcialmente ordenados, $\mathcal{R}(c) = A$
$\mathcal{S}(c')$ = $\mathcal{S}(c) \cup$ Hipótesis y teoremas que contienen $\wedge$, $\mathcal{R}(c') = A' \subseteq A$

$\delta_{\mathcal{M}}(c, c')$ = ⟨Axiomas y teoremas que contienen $\wedge$, $A - A'$⟩.

Ejemplo 2

c = Mecánica celeste (MC)
c' = Teoría lunar (L)
$\mathcal{S}(c)$ = Axiomas y teoremas de MC, $\mathcal{R}(c)$ = Todos los cuerpos celestes
$\mathcal{S}(c')$ = $\mathcal{S}(c) \cup$ Hipótesis acerca de la Luna, únicamente, $\mathcal{R}(c')$ = {Luna}
$\delta_{\mathcal{M}}(c, c')$ = ⟨Hipótesis acerca de la Luna, únicamente, Todos los cuerpos celestes, excepto la Luna⟩.

Si nuestro concepto de cambio de significado dilucida las ideas intuitivas propuestas por Hanson, Kuhn, Toulmin y Feyerabend y difundidas con tanta vehemencia por tantos filósofos, es algo difícil de decir. Las dilucidaciones precedentes se ofrecen como un marco semántico dentro del cual los ejemplos históricos pueden discutirse con provecho. Desde luego, estudiando historias de casos se puede obtener inspiración para una teoría del significado: pero ese estudio no constituye un análisis del significado y mucho menos una teoría del significado. Sin un acuerdo previo acerca de lo que significa 'significado', vale decir, a menos que se comparta una teoría del significado (y del cambio de significado) determinada, aunque solo sea en aras de la posibilidad de discusión, esta última será caótica y, en consecuencia, estéril. (Para un ejemplo de semejante diálogo entre sordos, véase la discusión de Minnesota acerca de las reglas de correspondencia, en Radner y Winokur [1970]. Para criterios de cambio de significado, consúltese Kleiner [1971].)

El estudio de los cambios de significado reales pertenece a la pragmática, a la lingüística histórica y a la historia de las ideas. Desde este punto de vista, todo signo tiene cierta flexibilidad, también llamada *textura abierta* (Waissman, 1955). Así pues, "sólido" se ha redefinido en numerosas oportunidades y, presumiblemente, seguirá siendo objeto de otras dilucidaciones a medida que la teoría de los sólidos vaya evolucionando. Los signos solo pierden su porosidad cuando están incluidos en el simbolismo de una teoría. Sin embargo, las diversas significaciones asignadas a un término científico en el curso de su historia poseen con frecuencia un núcleo sólido, a saber la intersección de sus diferentes significaciones. Este núcleo no es la «esencia» del signo, sino que bien puede

estar constituido por ciertas características externas. Y a menudo es minúsculo.

4. Significados fácticos y empíricos

4.1. Definiciones

Para dilucidar la noción de significado fáctico, combinamos los resultados del Capítulo 2, Sección 4.1, acerca de la referencia fáctica, con los del Capítulo 5, Sección 3.3, referentes al sentido fáctico. De tal modo, obtenemos una particularización de la Definición 1 de la Sección 2.1:

DEFINICIÓN 7.14 Sea c un constructo con un sentido fáctico $\mathcal{S}_F(c)$ y una referencia fáctica $\mathcal{R}_F(c)$. Luego, el significado fáctico de c se define como

$\mathcal{M}_F(c) = \langle \mathcal{S}_F(c), \mathcal{R}_F(c) \rangle$.

Ejemplo 1 c = Electrodinámica o, para abreviar, *e*.

$\mathcal{M}_F(e)$ = ⟨{Enunciados legales, supuestos sobre el significado, etcétera, de *e*} Campos electromagnéticos ∪ Cuerpos⟩.

Ejemplo 2 c = Concepto de mente o, para abreviar, *m*.

$\mathcal{M}_F(m)$ = ⟨⌜ La actividad interna del cerebro⌝, Animales superiores⟩.

No debe confundirse el significado fáctico con el significado empírico. Puede decirse que un constructo tiene significado empírico solo en el caso de que se refiera, al menos parcialmente, a experiencias humanas de algún tipo, por ejemplo percibir, pensar o hacer. De tal modo, mientras que ⌜Hay neutrinos⌝ es un enunciado significante (e incluso verdadero) desde el punto de vista fáctico, carece de significado empírico, puesto que no tenemos ninguna experiencia de los neutrinos. Si un constructo es empíricamente significante, entonces es fácticamente significante, pero no a la inversa. Este principio de nuestra semántica se corresponde con nuestro supuesto metafísico de que la experiencia es una parte de la realidad: una parte que involucra seres sensibles. Desde luego, ambos

principios pertenecen al núcleo de la filosofía realista, de la que hablaremos más a fondo en el Capítulo 10, Sección 3.3.

La diferencia entre lo fáctico y lo empírico puede hacerse algo más precisa a través de la introducción de las siguientes convenciones:

DEFINICIÓN 7.15 Se llama *fáctico* a un predicado P: $A \times B \times \ldots N \rightarrow S$, donde S es un conjunto de enunciados, sii al menos uno de los factores cartesianos del conjunto sobre el cual está definido P representa un dominio de elementos fácticos.

DEFINICIÓN 7.16 Se llama *empírico* a un predicado fáctico P: $A \times B \times \ldots N \rightarrow S$ sii al menos uno de los factores cartesianos del conjunto sobre el cual está definido P es un conjunto de organismos sensibles.

DEFINICIÓN 7.17 Un predicado que es fáctico, pero no empírico, se llama predicado *estrictamente fáctico* u *objetivo*.

Ejemplo Mientras que "temperatura" es estrictamente fáctico u objetivo, "caliente" es empírico, porque ha sido definido sobre el conjunto de pares ordenados cosa-ser sensible.

El resto es obvio. Un enunciado es fáctico sii contiene al menos un predicado fáctico, es empírico sii contiene al menos un predicado empírico y es estrictamente fáctico sii contiene predicados fácticos, pero no predicados empíricos. Lo mismo ocurre con los conjuntos de enunciados, en particular con las teorías.

Advertencia: Los científicos a veces llaman 'carente de significado' [*meaningless*] a aquello que, en realidad, sí tiene significado, pero no resulta interesante o es falso. Por ejemplo, en ocasiones se dice que las soluciones para las ecuaciones de movimiento de la electrodinámica clásica 'carecen de significado físico'. En realidad, sí tienen significado: representan el movimiento de una carga puntual autoacelerada. Lo que ocurre es que son falsas. Moraleja: hay que sacar a la luz los conceptos que subyacen a las palabras.

4.2. La búsqueda de significado fáctico

Cuando una teoría científica alcanza la madurez axiomática, los constructos básicos determinan los significados de todos los demás. Este es-

tado de refinamiento es, desde luego, resultado de un proceso de formación de conceptos y teoría que es de todo menos dirigido por reglas. En los estadios preaxiomáticos, vale decir en todos los dominios teóricos excepto en la investigación sobre los fundamentos de la ciencia, la búsqueda de significado es, como la búsqueda de hipótesis y teorías, un zigzaguear entre la conjetura, la prueba y la corrección. Incluso cuando las ideas matemáticas están claras, en esta etapa, su sentido fáctico y, ocasionalmente, aun sus referentes son, demasiado a menudo, imprecisos. En resumen, la semántica de una teoría fáctica, es decir su sentido y su referencia, emerge de manera gradual. Lo hace como resultado de (i) la resolución de cada vez más problemas de la teoría, (ii) el mejoramiento de la organización de la teoría, (iii) el establecimiento de relaciones entre la teoría de interés y otras teorías, y (iv) el análisis y la evaluación de los constructos clave de la teoría.

Una situación típica en la búsqueda del significado fáctico de un constructo teórico es esta:

(i) formulación de un problema en el contexto de una teoría dada (muy frecuentemente una teoría mal organizada);
(ii) separación del componente matemático del problema, vale decir formulación de un problema matemático;
(iii) resolución del problema matemático;
(iv) investigación del significado fáctico de la solución.

Esta última tarea puede ser muy difícil, especialmente en los estadios preaxiomáticos.

Aun cuando todos los constructos que aparecen en la formulación del problema posean significados precisos, la solución puede resultar muy poco inteligible: tal vez podamos «leer» cada símbolo de ella sin por ello dar sentido a la totalidad. La razón es que aquello que realmente buscamos no es una interpretación término por término, sino lo que la solución *representa*, o sea qué aspectos (por ejemplo, qué propiedades) del sistema simboliza y qué hechos (por ejemplo, qué acontecimientos) modela, si este es el caso. Esta es la razón por la que J. C. Maxwell afirmaba que v^2, el cuadrado de la velocidad de una partícula, «no tiene un significado físico determinado», ni lo tiene mv^2, donde m representa la masa de la partícula (Maxwell, 1871). De hecho, el constructo compuesto "mv^2" es perfectamente significante en nuestro sentido

de 'significado', ya que está construido a partir de constructos individualmente significantes, de una manera formalmente correcta. El problema con este constructo no es que carezca de significado, sino que no *representa una propiedad definida* del sistema de interés. En cambio, v y mv sí representan sendas propiedades cada uno, al igual que $\frac{1}{2}mv^2$. ¿Por qué habría de introducir una diferencia semántica tan enorme el factor ½? Por que es $\frac{1}{2}mv^2$ y no mv^2 el que aparece como término independiente (un sumando) en un enunciado *legal* de la mecánica de partículas, vale decir en un teorema del cual se supone que representa una pauta natural. En resumidas cuentas, si bien tanto "mv^2" como "$\frac{1}{2}mv^2$" tienen sentidos definidos y el mismo referente, al primero no se le atribuye ningún «significado físico determinado» en el sentido de que no representa una propiedad en particular del sistema de interés. La razón de ello, a su vez, es que no desempeña ningún papel como componente identificable de una ley.

Entonces, el que un constructo aparezca como un componente identificable de un enunciado legal (por ejemplo, como sumando) es una buena pista de su significado fáctico. Nada más ni nada menos. En efecto, a menudo se puede descomponer la misma «cantidad» (magnitud) de maneras diferentes y estas diferencias son significantes solo matemáticamente. Además, aun cuando un constructo se presente como componente aparte en un enunciado legal, podemos no «leerlo» si no hacemos algo más y, de tal modo, es posible que tengamos que recurrir a otros procedimientos. Por ejemplo, es posible que en una teoría de campo, un constructo tal como $\nabla \cdot V$, en el cual V es un campo vectorial, no sea «identificado» o «reconocido», vale decir que no le sea asignado un «significado físico determinado» de inmediato. Es posible que primero tengamos que integrar $\nabla \cdot V$ sobre una región del espacio: por el teorema de Gauss, el resultado será el flujo de V a través del contorno de esa región y esta cantidad derivada puede representar una propiedad del sistema. Pero incluso este procedimiento puede resultar insuficiente: es posible que debamos buscar más pistas. Una técnica muy fructífera es el análisis dimensional. Así pues, si la dimensión de una magnitud X es LT^{-1}, podemos sospechar que X representa la velocidad de algo. Pero luego puede no ser así.

Con mucha frecuencia, un constructo teórico con un referente perfectamente definido no tiene ningún significado fáctico manifiesto o, si se prefiere, su significado está oculto. Este es, especialmente, el caso de

lo que podemos llamar las *magnitudes fuente*. Se trata de funciones con clases de referencia definidas, pero que no representan ninguna propiedad determinada de sus referentes, aunque generan cierto número de funciones representativas. Ejemplos: (*a*) las diversas funciones potenciales, cuyos gradientes representan fuerzas; (*b*) la función de partición de la mecánica estadística, la cual, por medio de manipulaciones matemáticas, da como resultado una variedad de funciones representativas; (*c*) la función de onda y el operador estadístico de las teorías cuánticas. Mientras una función fuente proporcione funciones que representen una propiedad cada una debemos tolerarlas, no alentarlas y defenderlas de los ataques de los operacionistas, para quienes no poseen ninguna utilidad, puesto que no son directamente mensurables.

Gradualmente y de una manera u otra, tanto el formalismo matemático como su significado fáctico maduran hasta el punto en que la teoría está en condiciones de ser axiomatizada. En particular, los supuestos semánticos pueden ser formulados de manera explícita y, de tal modo y junto con los demás supuestos, contribuir a delinear el significado fáctico de la teoría. Una vez que la teoría se haya formulado de manera axiomática, todo será más fácil que antes, ya que en una teoría bien organizada todo fluye desde la cima axiomática: tanto los teoremas como los significados. En principio, el significado de un constructo definido se encontrará analizando sus constructos componentes, así como las premisas de las cuales se sigue. En principio, pero no necesariamente en la práctica, la axiomatización facilita las demostraciones e interpretaciones y las hace más precisas, pero no automáticas.

4.3. Forma y papel de los supuestos de significado

No hay consenso acerca de cómo tratar el significado fáctico de los constructos científicos. Cada científico lo hace a su propio modo, si bien a menudo procede bajo la influencia de alguna escuela filosófica. Siguen, en rápida sucesión, las principales concepciones actuales acerca de la cuestión o, mejor dicho, bosquejos de ellas:

(i) *Formalismo y convencionalismo*. No se invocan supuestos de significado de ninguna clase, porque los constructos científicos no tienen significado fáctico alguno: se trata solamente de piezas de la maquinaria

matemática. Una teoría científica es idéntica a su formalismo matemático. *Crítica* A todo formalismo matemático se le pueden asignar interpretaciones alternativas: un constructo fáctico es un constructo matemático junto con su interpretación fáctica (Capítulo 6, Sección 3).

(ii) *Concepción del milagro semántico*. Los significados se las arreglan por sí mismos: cada formalismo genera su propia interpretación. En consecuencia, los supuestos de significado no son necesarios. *Crítica* La misma que en (i). La causa de que algunos formalismos parezcan estar asociados de manera necesaria a ciertas interpretaciones es el hábito. Un especialista científico está tan acostumbrado a tratar con algunos pares forma-contenido que tal vez no se le ocurra que una misma forma puede aparearse con un contenido totalmente diferente.

(iii) *Concepción el-significado-está-en-el-nombre*. Todo lo que se necesita para convertir un formalismo matemático en una teoría científica es añadirle reglas de designación tales como ⌜El parámetro *t* se llama tiempo⌝. *Crítica* Aunque las reglas de designación son componentes necesarios de la semántica de una teoría científica, resultan insuficientes. Los nombres son convencionales pero los supuestos de significado no: estos son comprobables y, por ende, pueden ser descartados. De tal modo, aun cuando todavía utilicemos el concepto de corriente eléctrica, ya no suponemos que represente la tasa de flujo de un fluido eléctrico. Si afirmamos que una teoría representa ciertas cosas, entonces tenemos que formular claramente qué elementos de la teoría representan qué cosas del mundo.

(iv) *Empirismo clásico*. Los significados se asignan por medio de definiciones ostensivas o reglas, tales como «Eso es azul». *Crítica* En primer lugar, una regla ostensiva puede ser objeto de la pragmática, pero no de la semántica: a menos que esté acompañada de gestos adecuados, no tiene significado (pragmático). En segundo lugar, lamentablemente para los niños pequeños, los constructos más interesantes de la ciencia e incluso del conocimiento ordinario son no ostensivos.

(v) *Operacionismo*. Los significados se asignan por medio de la especificación de los modos de observación, medición o, en general, de acción. Por ejemplo, el concepto de estado termodinámico debe especificarse describiendo un método de preparación de estados (Carathéodory, 1924; Giles, 1964). *Crítica* Primero, la mayoría de los referentes de una teoría científica se encuentran fuera del alcance del experimentalista, aunque solo fuera porque son posibles en lugar de reales. En consecuen-

cia, si un estado termodinámico debe ser resultado de un acto humano, la mayoría de los sistemas físicos no se encuentran en ningún estado. Segundo, esta concepción está peligrosamente cerca del subjetivismo, para el cual los procedimientos empíricos no tienen ninguna utilidad. En efecto, una vez que un estado termodinámico se ha hecho depender del hombre, ¿por qué no hacerlo depender únicamente de la mente? Este paso ya ha sido dado: se ha afirmado que «un estado es un estado mental inducido por el conocimiento de preparación disponible» (Burton, 1968). Tercero, todo el operacionismo se erige sobre la confusión entre referencia y prueba empírica (Feigl, 1958; Bunge, 1967a, 1973a, 1973b).

(vi) *Operacionismo atemperado*. Un término es significativo en la medida en que se pueda relacionar, dentro del cuerpo de una teoría, con algunas oraciones observacionales de esa teoría (Carnap, 1956). Más precisamente, «Un término teórico *t* es significativo si hay un supuesto *A* que incluye a *t,* tal que a partir de *A* y de otros supuestos adicionales que incluyen otros términos teóricos que ya han sido reconocidos como significativos y con ayuda de los postulados y reglas de correspondencia, sea posible derivar una oración observacional que no pueda ser derivada sin el concurso del supuesto *A*» (Carnap, 1963a, p. 80). *Crítica* En primer lugar, la mayoría de las teorías científicas no contienen constructos observacionales. En términos estrictos, *todos* los constructos de una teoría científica son teóricos y, a menudo, carecen de significado empírico (aunque no de significado fáctico). En consecuencia, la dicotomía teórico/observacional no es aplicable a las teorías científicas. En segundo lugar, tal como ha sugerido el propio Carnap, los enunciados comprobables solo pueden obtenerse con ayuda externa, a saber involucrando supuestos pertenecientes a otras teorías, así como pruebas empíricas. (Para más detalles, véase Bunge [1967a y 1970a].) Aun así, esto haría que la teoría fuese empíricamente comprobable, pero no empíricamente significante.

(vii) *Realismo*. Las teorías fácticas tienen significado fáctico. Este es determinado conjuntamente por todos los supuestos de la teoría, especial aunque no exclusivamente por los supuestos semánticos. Puesto que estos supuestos tratan acerca de conceptos básicos, pertenecen a los fundamentos axiomáticos de la teoría. Cada supuesto semántico indica el o los referentes del constructo y sugieren qué representa. Por ejemplo, puede hacerse que el valor $P_n(b \mid a)$ de una probabilidad condicional represente la tendencia del enésimo sistema de cierta clase concreta a saltar

de un estado *a* a un estado *b*. No constituye ninguna diferencia para la semántica de una teoría el que los referentes sean perceptibles y que las características representadas por la teoría sean directamente observables o deban alcanzarse con el auxilio de otras teorías: la observabilidad es pertinente para la comprobabilidad, no para el significado. En otras palabras, los supuestos semánticos de una teoría científica relacionan constructos con cosas y con algunas de sus características: todo lo que relacione constructos con operaciones empíricas, tales como la preparación o la medición, puede clasificarse como una *condición de comprobabilidad*, pero no, sin duda, como un supuesto de significado. *Crítica* No se me ocurre ninguna.

Cada una de estas prácticas tiene sus defensores y todas ellas, excepto el empirismo clásico (ostensivismo) son aplicadas hoy en día por los científicos. Con todo, la popularidad no es el sello de la verdad: el solo hecho de que la mayoría de los científicos o bien no se preocupen de formular supuestos de significado o bien propongan interpretaciones operacionistas no prueba que esas prácticas sean correctas. Una práctica semántica, como toda otra práctica, tiene que juzgarse por su éxito en alcanzar los objetivos que se ha propuesto, así como por sobrevivir a las críticas. Si se juzgan de este doble modo, las prácticas semánticas más difundidas muestran ser un completo fracaso. Las primeras tres, porque ni siquiera intentan identificar las peculiaridades de las teorías fácticas en relación con sus formalismos matemáticos. Y las dos variedades del operacionismo también son estrepitosos fracasos, porque los supuestos semánticos que recomiendan son demasiado estrechos: están vinculados a ciertas prácticas de laboratorio en particular y, en consecuencia, cerrados a posibles alternativas. Y casi siempre son falsos, ya que estipulan mediciones imposibles. Intente el lector medir una densidad lagrangiana, una función de partición o una función de estado.

El fracaso de las diversas tentativas de especificar los significados de los conceptos teóricos por medio de su reducción a conceptos observacionales o, al menos, mediante su vinculación con estos ha provocado el desánimo entre los filósofos de la ciencia. Así pues, Putnam llegó a la conclusión de que el propio *problema* de interpretar los términos teóricos «no existe» (Putnam, 1962) y Hempel, ahora, piensa que el problema fue «mal comprendido» (Hempel, 1970). Sin embargo, el problema no desaparece: el científico teórico se enfrenta a él cada día, cuando re-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 102

flexiona acerca de los posibles significados fácticos de sus fórmulas matemáticas. Además, el científico intenta resolver sus problemas semánticos de maneras más o menos ingenuas, sin las ventajas de una teoría semántica bien desarrollada. Sin duda le iría mejor si en lugar de que se le dijese que no debe preocuparse más porque en realidad no tiene ningún problema, se le ofreciese una teoría semántica determinada.

El fracaso de la semántica empírica no implica la imposibilidad de admitir cualquier clase de semántica. Solo sugiere que hay que buscar en otros sitios la solución al problema genuino y difícil de especificar (o, mejor dicho, bosquejar) el significado de los conceptos teóricos (o la significancia de los términos teóricos). Una alternativa al empirismo es el realismo, la única práctica semántica que ha surgido sin mella tras cincuenta años de guerra en busca del alma de los constructos científicos. Sin duda, es poco frecuente que el realismo se practique de manera explícita, vale decir estableciendo las reglas de denotación y los supuestos semánticos que esbozan los significados de los conceptos no definidos de una teoría científica. Pero entonces, (*a*) la impopularidad no es un sello de falsedad, (*b*) pocos teóricos se preocupan por hacer explícitos todos sus supuestos y (*c*) la semántica positivista, incluso después de haber sido repudiada por quienes la propusieron, aún goza de un prestigio considerable entre los científicos. Corresponde al filósofo iluminar el camino mostrando en casos particulares cómo interpretar los conceptos teóricos en términos de hechos.

Concluimos con una advertencia. A un supuesto semántico incluido en un sistema axiomático podemos llamarlo correctamente *postulado de significado*. Desafortunadamente, esta expresión fue utilizada antes por Carnap (1952), quien la empleó con un sentido diferente. Consideremos dos ejemplos estándar de «postulado de significado», antes que nada:

⌜Para todo *x*, *x* es soltero sii *x* es varón y *x* no está casado⌝ (1)

Esta es una relación constructo-constructo que no pretende decir a qué se refiere y qué representa "soltero", sino cómo se relaciona en extensión tanto con "varón" como con "casado". Parece ser una definición de diccionario ordinaria. En todo caso, se supone que es a priori y, por ende, irrebatible desde el punto de vista empírico. El segundo ejemplo estándar de un «postulado de significado» es:

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 103

⌜Para todo *x*, si *x* es soltero, entonces *x* no está casado.⌝ (2)

Esta podría considerarse una «ley» del conocimiento común, un hecho lingüístico o, por último, una consecuencia deductiva de la convención (1). En ninguno de esos casos se trata de un supuesto –o axioma en nuestro sentido– empíricamente refutable. Tampoco se trata de un postulado en el sentido de 'axioma' (Carnap, 1952). Sean lo que sean, los «postulados de significado» carnapianos no participan en el sentido de los términos científicos y, en consecuencia, no tienen un papel en la reconstrucción axiomática de las teorías científicas, por lo que no necesitamos ocuparnos de ellos.

5. Significado *et alia*

5.1 Significado y comprobabilidad

Hemos elaborado la concepción de sentido común o realista de la significatividad fáctica. Según esta perspectiva, un enunciado es fácticamente significante solo cuando se refiere a un elemento fáctico –una cosa, un estado de cosas o un acontecimiento– y, más aún, cuando lo representa. El referente no tiene que ser necesariamente real y la representación, si la hay, no tiene que ser necesariamente verdadera: el enunciado puede aludir al pasado o al futuro y puede ser totalmente falso o, incluso, imposible de poner a prueba. Cualquier criterio más restringido de significatividad [*meaningfulness*] fáctica corre el riesgo de rechazar las especulaciones científicas más interesantes.

Esta concepción de sentido común fue también la que Carnap sostuvo antes de caer bajo la influencia de Wittgenstein: «El significado de un enunciado se encuentra en el hecho de que expresa un estado de cosas (concebible, no necesariamente existente)» (Carnap [1928], en Carnap, 1967, p. 325). En última instancia, Carnap y los otros miembros del Círculo de Viena sucumbieron a la doctrina del significado como verificación, según la cual el significado de una oración consiste en el modo en que esta puede ser verificada, vale decir en sus condiciones de verdad. (Cf. Schlick, 1932/1933.) Si una oración pertenece a la ciencia empírica, las condiciones de verdad tienen que describir procedimientos de comprobación empírica. De ahí que *Significado = Comprobabilidad*. Y como

solo los enunciados observacionales son comprobables empíricamente, *Significado = Observabilidad*. Dicho de forma negativa: toda oración que no sea verificable por medio de la observación carece de significado empírico (= cognitivo).

Más tarde, esta tesis tan estricta fue algo matizada, pero sin excluir la idea de que el significado depende de la comprobabilidad. El criterio que finalmente prevaleció en el ámbito del empirismo lógico fue el que sigue: una oración solo es empíricamente (o cognitivamente) significativa [*significant*] si sus únicas constantes extralógicas son observacionales (por ejemplo, 'pegajoso' y 'maloliente') o si, conjugada con otras oraciones, implica oraciones observacionales (Carnap, 1956, 1963a; Rozeboom, 1962). En la última versión de esta tesis, la comprobabilidad no tiene que ser necesariamente científica ni, por ende, objetiva: «Considero significante [*meaningful*] para mí todo lo que, en principio, pueda confirmar de manera subjetiva» (Carnap, 1963b, p. 882). Una vez más, el componente subjetivista del empirismo salía victorioso.

Antes hemos criticado la identificación del significado con la comprobabilidad (Capítulo 4, Sección 3.3). Baste decir aquí que los enunciados falsos son tan significantes como los verdaderos y que todas las teorías científicas contienen enunciados solo parcialmente comprobables o, incluso, enunciados totalmente invulnerables a la puesta a prueba: por ejemplo, la mecánica cuántica permite calcular la velocidad de un electrón de un átomo, que es una función empíricamente inaccesible. Procedamos a enunciar, aun cuando sea solo de modo sumario, las verdaderas relaciones entre el significado y la comprobabilidad.

Una regla del método científico es que hay que abstenerse de asignar valores de verdad, salvo en aras de la discusión, hasta disponer de las pruebas empíricas pertinentes. En otras palabras, la comprobación empírica es necesaria para la asignación de valores de verdad: *Valor de verdad* ⇒ *Comprobación empírica*. A su vez, una condición necesaria para toda puesta a prueba genuina es que el enunciado en concreto sea comprobable, vale decir que las teorías y las técnicas empíricas del momento juzguen que el enunciado es susceptible de ser confrontado con los hechos, si no de modo inmediato, más tarde. En resumen, *Comprobación empírica* ⇒ *Comprobabilidad.* Ahora bien, si un enunciado es susceptible de ser puesto a prueba, esto quiere decir que, para empezar, es significante, o sea que tiene un sentido no vacío y una clase de referencia que ¡ay! puede resultar vacía. De otro modo, sería imposible idear una com-

probación empírica para el enunciado. En pocas palabras, la significatividad, aunque insuficiente, es necesaria para la comprobabilidad: *Comprobabilidad ⇒ Significatividad*. Por último, si un enunciado es fácticamente significante, vale decir si tiene un sentido fáctico y una referencia fáctica (ya sea real o posible), entonces está bien formado, es decir que es sintácticamente significante en algún formalismo. (Para una definición de esta noción de significatividad, véase Tarski [1956, p. 284].) De forma abreviada, *Significatividad ⇒ Gramaticalidad* [*Well-formedness*].

En conclusión, la cadena *lógica* completa es así:

Valor de verdad ⇒ Comprobación empírica ⇒ Comprobabilidad ⇒ Significatividad ⇒ Gramaticalidad.

En consecuencia, la secuencia *metodológica* es esta:

Control de la gramaticalidad ⇒ Asignación o análisis del significado ⇒ Juicio de comprobabilidad y diseño de comprobaciones empíricas ⇒ Asignación de valores de verdad.

5.2. Significado y uso

Aproximadamente al mismo tiempo que Carnap elaboraba la concepción del significado del *Tractatus*, Wittgenstein se ocupaba de refutarla y de esbozar una filosofía del lenguaje pragmatista. Según esta perspectiva, el lenguaje es solo una actividad social y el significado de una expresión es su uso. A su vez, los usos son establecidos por la costumbre, tal como lo registra el diccionario (de Oxford) y no por un análisis teórico. Como lo ha expresado uno de los discípulos, «Dar el significado de una expresión (en el sentido en que estoy usando la palabra) es dar las *directrices generales* para su uso en la enunciación de afirmaciones verdaderas o falsas» (Strawson, 1950). En consecuencia «[e]n última instancia, un enunciado-significado (un enunciado en cuanto a lo que una expresión significa) debe ponerse a prueba determinando lo que hacen las personas en su empleo de la expresión en cuestión» (Alston, 1968, p. 145).

Lo que interesaba al segundo Wittgenstein y a sus apóstoles era, desde luego, la noción de *significado pragmático*. Este concepto puede ilus-

trarse, pero, hasta el momento, ha escapado a la dilucidación teórica. (Únicamente la noción de sinonimia pragmática ha sido dilucidada, pero no por Wittgenstein, sino por Carnap [1939] y Naess [1956].) En todo caso, esta noción difiere del concepto de significado semántico y no puede ser un sustituto de este. Las mismas «directrices generales» para manipular un montón de símbolos son coherentes con significaciones alternativas asignadas a esos símbolos. Por esta razón, el pragmatismo lingüístico no puede explicar por qué los físicos cuánticos, si bien no están de acuerdo en la significancia de los símbolos que utilizan, pueden llegar a las mismas fórmulas. Aunque el pragmatismo lingüístico resulta ineficaz para abordar el significado semántico, sí puede ser eficaz para engañar a los filósofos, haciéndoles pensar que los significados solo pueden ser descubiertos al prestar atención a la conversación (ordinaria), en lugar de por medio de sacar a la luz el sentido y la referencia. De seguro, las observaciones de campo pueden desvelar los significados pragmáticos, siempre y cuando se lleven a cabo con el equipo metodológico de los lingüistas. Son ellos y no los filósofos quienes están capacitados para llevar a cabo investigaciones lingüísticas. Los filósofos deben filosofar acerca de la lingüística, entre otras cosas, no acerca del lenguaje.

5.3 Significado y comprensión

La significancia de un signo y el significado del constructo que este designa no deben confundirse con el proceso mental de comprensión de cualquiera de ellos. Se supone que los significados son objetivos, en tanto que la experiencia de pensar acerca de ellos es subjetiva, como toda otra experiencia. Esta distinción, que va a contracorriente del empirismo, se remonta a Bolzano, Lotze, Frege y Meinong. La consagra la distinción, destacada en la Introducción al Volumen 1, entre la semántica filosófica y la psicología de la cognición y el lenguaje, la cual es una rama de las ciencias fácticas.

La distinción entre significado y comprensión del significado es correcta, siempre y cuando los significados no sean reificados o transformados en ideas platónicas. Con los significados, así como con sus portadores, vale decir los constructos, podemos adoptar una posición ficcionista: podemos *fingir* que existen sin por ello suponer que tienen una existencia *autónoma*. Sin seres racionales no hay constructos; sin cons-

tructos no hay significados. La tesis idealista de que hay conceptos y proposiciones en sí mismos, o sea independientemente de los seres pensantes, no nos sirve. Pero si deseamos desarrollar una *teoría* de los constructos que descarte los modos y circunstancias particulares en que los constructos son pensados, obviamente tenemos que abstraernos de esos modos y esas circunstancias. Una teoría así no puede entrar en conflicto con ninguna teoría psicológica acerca de la comprensión (o la incomprensión) de un significado, ya que no planteará la pregunta.

Si bien los conceptos de significado y de comprensión pertenecen a diferentes campos de investigación, están relacionados del siguiente modo: *si algo es comprensible, entonces es posible que sea significante*. ('Es posible', porque toda afirmación de inteligibilidad tiene un valor incierto.) Consecuencia práctica: cuanto más clara y ordenada es la presentación de un cuerpo de conocimiento, mejores son las oportunidades de que se comprenda. De ello no se sigue que la axiomática sea la envoltura didáctica ideal, sino que una juiciosa combinación de axiomática y comentarios intuitivos, más una exposición de motivos, es lo máximo que se puede hacer para facilitar una *comprensión correcta*. (Véase Bunge, 1973b, Capítulo 8, Sección 6.)

No sorprende que el trabajo reciente en psicolingüística e inteligencia artificial confirme nuestra tesis de que las oraciones aisladas no son significantes y son, por ello, ininteligibles. De hecho, para comprender una oración, una persona (o un ordenador) debe conocer el lenguaje al cual la oración pertenece, tiene que ser capaz de realizar razonamientos y debe poseer cierta información sustantiva (Winograd, 1972).

Una última pregunta: ¿los ordenadores pueden captar significados? La respuesta corta es: no, porque manipulan señales físicas, no constructos. Es el programador el que asigna determinados constructos y, en consecuencia, los significados de esos constructos a dichas señales, cosa que hace al configurar o utilizar su código de programación. En particular, cuando lee (interpreta) el resultado del ordenador o, en realidad, cuando lee cualquier cosa. A diferencia de su programador, el ordenador no tiene que interpretar nada, ni puede hacerlo. Tanto es así que un ordenador es incapaz de cometer errores de interpretación: únicamente un ser racional puede cometer errores semánticos. No usamos los ordenadores porque reemplacen la mente, sino porque simulan algunos aspectos de la mente humana. Solo un cerebro viviente puede tener una mente propia. Y solo algunos cerebros plantean nuevos problemas con-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 108

ceptuales, inventan teorías y las evalúan. Para un ordenador, comprender un signo (por ejemplo, una oración) consiste en asociarlo al estado correcto (de la máquina) para producir un resultado final (o estado de la máquina), según una regla determinada que está incluida en el programa. No hay involucrado ningún tipo de comprensión de significados; es una operación puramente física.

5.4. Significado fáctico y covarianza

Las palabras que se refieren a lugares, tales como 'aquí', o a tiempos, tales como 'ahora', no tienen la misma significancia para todo el mundo: dependen del sujeto o, en otras palabras, son egocéntricas. De modo similar, los valores de las coordenadas de espacio y tiempo son locales, no universales. De ahí que un enunciado como ⌜La partícula *p* se encuentra en el lugar *x* en el tiempo *t*⌝, aun cuando sea verdadera para cierto marco de referencia, no es universalmente verdadera, vale decir que no es verdadera en –o relativamente a– todo posible marco de referencia. (Pero si sabemos cómo se relaciona ese marco dado con otro marco, podemos traducir el enunciado a otro enunciado que será válido en el –o relativamente al– nuevo marco de referencia. Las fórmulas de transformación de Galileo y de Lorentz son dos de esos dispositivos de traducción. Recuérdese el Capítulo 3, Sección 2.3.)

En otras palabras, los valores de posición y tiempo no son *invariantes* respecto de toda transformación de coordenadas. (En cambio, los valores de la carga eléctrica y la probabilidad de transición son invariantes.) Y los enunciados que incluyen coordenadas de posición y tiempo no siempre son *covariantes* (o invariantes en forma) en relación con ciertas transformaciones de coordenadas. En ambos casos lo que está en juego es la permanencia, o falta de permanencia, respecto del modo de representar o aplicar hechos en el espaciotiempo: la invariancia (o no invariancia) en el caso de las propiedades; la covarianza (o ausencia de ella) en el caso de los enunciados legales. Por ejemplo, una fórmula covariante de Galileo es válida en todo marco de Galileo, es decir que es covariante con respecto al grupo de las transformaciones galileanas. Este es el caso de las ecuaciones básicas del movimiento de Newton, pero no de sus soluciones: estas dependen del marco, pero al menos sabemos cómo traducirlas a enunciados que son verdaderos en, o relativos a, mar-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 109

cos alternativos. Pero las ecuaciones de Newton no son covariantes con respecto a diferentes coordenadas, tales como las de Lorentz.

Resulta tentador concluir que solo las propiedades invariantes y las ecuaciones covariantes tienen significado fáctico u objetivo, mientras que todas las demás están dotadas de un significado subjetivo, si es que se les da alguno. Así pues, Weyl (1919, p. 129) sostenía que una relación entre puntos del espaciotiempo tiene un significado objetivo [*objektive Bedeutung*] solo cuando es invariante respecto de las transformaciones de Galileo. Pero entonces la ley de los cuerpos en caída libre de Galileo, una solución especial de las ecuaciones de movimiento de Newton, carecería de significado objetivo, dado que es marco-dependiente (no covariante). Se trata de un caso de abuso de la palabra 'significado'. Lo que realmente está en juego es la *verdad*, no el significado: un enunciado que incluye conceptos espaciales o temporales (por ejemplo, coordenadas de espaciotiempo) y hace referencia expresa a un marco puede ser perfectamente significante sin ser *universalmente verdadero*, vale decir verdadero en (relativo a) todo marco posible.

Pero lo que es invariante (o, dicho de otro modo, covariante) respecto de cierto grupo de transformaciones puede dejar de serlo con respecto a un grupo diferente. De tal modo, mientras que la relación de simultaneidad es invariante respecto de las transformaciones de Galileo, y por ende absoluta en la física newtoniana, se supone que es dependiente del marco y, en consecuencia, relativa en la física relativista. En este último contexto, por lo tanto, se considera que un enunciado de la forma ⌜Los acontecimientos *a* y *b* son simultáneos⌝ está mal formado a menos que el contexto deje claro qué marco de referencia se ha adoptado. Es posible que los dos acontecimientos sean simultáneos relativamente a cierto marco *f*, pero entonces no serán simultáneos relativamente a un marco alternativo *f'*. En consecuencia, los correspondientes enunciados no serán universal, sino localmente verdaderos. En símbolos obvios: mientras que ⌜$S(a, b, f)$⌝ puede ser verdadero y, en consecuencia, significante ⌜$S(a, b, f')$⌝ puede ser falso y, en consecuencia, también significante. En cambio, Weyl infirió que la simultaneidad no tenía un significado objetivo (Weyl, *op. cit.*, p. 146). Lo cual, además de constituir un error semántico, contradice su anterior enunciado de que las invariantes de Galileo eran significantes.

Hilbert fue incluso más lejos, exigiendo la covarianza de todos los enunciados, básicos y derivados, teóricos y experimentales, respecto de

las transformaciones de coordenadas más generales, es decir aquellas que aparecen en la relatividad general. De hecho, Hilbert afirmaba que «una proposición que no es invariante respecto de toda transformación arbitraria del sistema de coordenadas debe considerarse *carente de significado físico*» (Hilbert, 1924, p. 274). De manera equivalente: «una proposición es invariante y, por ende, posee significado físico si es válida con respecto a todo sistema de coordenadas arbitrario» (Hilbert, *op. cit.*, p. 278). Como en los casos de las invariancias de Galileo y Lorentz planteados más arriba, en realidad lo que aquí está involucrado es un criterio de *verdad* universal (o independiente de todo marco y, por ende, libre de todo observador), no un criterio de *significado* fáctico.

Hilbert, y Weyl antes que él, pueden haber usado el término 'significado' de manera coloquial puesto que, tomadas de manera literal, sus oraciones acerca del significado objetivo carecen de significado. En todo caso no deben interpretarse como definiciones formales del "significado" como covarianza. (Véase, sin embargo, Suppes, 1967.) Si se interpretaran de ese modo, casi todos los enunciados físicos deberían descartarse por carecer de significado. Únicamente a los enunciados legales físicos *fundamentales*, tales como los principios variacionales y sus consecuencias inmediatas, se les puede exigir que sean covariantes respecto de ciertos grupos de transformación: sus soluciones *tienen* que ser dependientes del marco (ser relativas), si han de ser objeto de comprobaciones experimentales, dado que los dispositivos de puesta a prueba tienen la costumbre de estar asociados a algún marco y de dar resultados que rara vez son los mismos en marcos diferentes (Bunge, 1961a, 1967b).

Se ha ofrecido ejemplos como el siguiente en apoyo de la afirmación de que la covarianza (de algún tipo) es necesaria para la significatividad objetiva: ⌜El coche está en reposo⌝ no es un enunciado invariante (independiente de un marco), puesto que, en realidad, ese automóvil está en movimiento con respecto a casi todo marco de referencia aparte de nuestro planeta. Se trata de un caso de enunciado incompleto o mal formado. El enunciado completo, bien formado, es ⌜El coche está en reposo en (relativamente al) suelo⌝ (o el autobús o aquello de lo que se trate). Este enunciado es irreprochable: es significante y, tal vez, hasta verdadero. Pero no es covariante generalmente: es válido (verdadero) relativamente a un único marco. Para descalificar ⌜El coche está en reposo⌝ no necesitamos una condición tan severa como la de la covarianza general o, aun,

la de Lorentz o la de Galileo. Nuestro criterio de significatividad de la Sección 2.3 bastará, ya que el predicado «está en reposo» no pertenece a ningún cuerpo de conocimiento fáctico contemporáneo: el concepto de velocidad, en particular el de velocidad nula, incluye el de marco de referencia. En efecto, la función de velocidad es una función sobre el conjunto de ternas ordenadas: sistema físico *p* – marco de referencia *f* – unidad de velocidad *u*. En consecuencia, mientras que ⌜$V(p, f, u) = 0$⌝ es una expresión bien formada y significante, ⌜$V(p) = 0$⌝ no es ni una cosa ni la otra. Esta sencilla resolución del problema se ajusta a la práctica científica real. Y es mucho más económica que reemplazar la lógica ordinaria por algún sistema de lógica trivaluada (verdadero, falso, carente de significado) a fin de acomodar rarezas como ⌜$V(p) = 0$⌝ o ⌜La masa de *c* es igual a 5⌝, tal como de hecho se ha sugerido (Suppes, 1959, 1965, 1967). Tal como hemos resaltado en la Sección 2.3, los constructos científicos no deben ser juzgados, y mucho menos manipulados, de forma aislada de las teorías a las que pertenecen, por la sencilla razón de que solo esas teorías muestran su forma y contenido. En particular, la teoría científica, no la filosofía, es competente para determinar si (*a*) una fórmula de un discurso científico está bien formada y es significante y (*b*) una magnitud (o cantidad física) dada es dependiente de un marco, carente de unidades o ambas cosas a la vez (Bunge, 1971a).

En conclusión, la invariancia y la covarianza nada tienen que ver con la significatividad, ni siquiera con la objetividad. La mayoría de las fórmulas significantes, y hasta parcialmente verdaderas, conocidas en la física no son generalmente covariantes. La covarianza no es, pues, necesaria para la significatividad. Tampoco es suficiente, puesto que es posible proponer numerosas fórmulas que sean covariantes respecto de ciertas transformaciones y, a la vez, carezcan de significado fáctico. En consecuencia, la covarianza no define la significatividad. En cambio, es necesaria (si bien insuficiente) para establecer la verdad con independencia del marco (y, en consecuencia, al margen del observador), una condición que solamente algunas leyes fundamentales satisfacen. (Véase Bunge [1959b] y [1967].)

6. Comentarios finales

Nuestra concepción del significado y la significancia combina el sentido con la referencia. Así pues, un término como ‘electrón’ significa tanto

«la unidad material más liviana de carga eléctrica» como cada caso concreto de este predicado. En consecuencia, consagra y sistematiza la ambigüedad de la palabra 'significado' en los lenguajes ordinarios, sin confundir, empero, los dos componentes del significado.

En nuestra semántica no hay una teoría del significado aparte. Pero para el cálculo de significados bosquejado en la Sección 2.1, nuestras tesis sobre el significado son, mayormente, definiciones y solo tienen sentido en relación con el trasfondo de las teorías del sentido y la referencia expuestas en el primer volumen. Una vez que estas se dan por supuestas, nuestras definiciones de significado, cambio de significado, significancia, sinonimia y otras expresiones afines resultan naturales y hasta triviales. En realidad, nuestra definición de significado como sentido junto con referencia no puede competir en audacia con ninguna de sus rivales: que el significado es verificabilidad, condición de verdad, uso, comprensión, información, covarianza general o lo que fuere. Proponemos la cobarde perspectiva de que el significado es significado, nada más.

Hasta aquí nos hemos ocupado de aquello que hace que un constructo sea lo que es: su sentido y su referencia. Cámbiese uno de ellos y surgirá un nuevo constructo. No sucede así con la verdad y la extensión: estas tratan de constructos completamente significantes de ciertos tipos y, si son fácticos, están determinadas *ab extrinseco*, en lugar de por el análisis. En particular, mientras que todo enunciado fáctico nace con un sentido y una referencia, no se le asigna un valor de verdad hasta que ha sido puesto a prueba (Sección 5.1). Además, toda asignación de un valor de verdad es, en este caso, corregible: es posible asignar al mismo enunciado fáctico diferentes valores de verdad en momentos distintos. Esta es la razón de que hayamos abordado el problema de la verdad anteriormente. Pero ahora ha llegado el momento de la verdad.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 113

Capítulo 8

La verdad

Podemos envidiar a los matemáticos y los lógicos (o, tal vez, sentir lástima por ellos), porque solo necesitan un concepto de verdad, el de verdad formal. Y hemos de elogiarlos por haber hecho este concepto objeto de una teoría rigurosa: la de Tarski, hoy incorporada a la teoría de modelos. Además, puesto que en esta teoría el concepto de verdad (formal) es derivado (definible en términos de satisfacción en un modelo), los científicos formales no necesitan considerarlo básico. Más aún, este concepto de verdad no presenta problemas de confrontación con los hechos: en lógica y matemática, el control y la demostración son operaciones puramente conceptuales.

Los científicos fácticos y los semantistas de la ciencia fáctica no lo tienen tan fácil. Tienen que vérselas con un concepto radicalmente diferente de verdad, tal como lo sugiere el enunciado típico ⌜La teoría *T* es una representación aproximadamente verdadera de un dominio fáctico *F* (o es una buena aproximación en vista de las pruebas empíricas acerca de *F*)⌝. Lo que aquí está en juego es el concepto de *verdad parcial de hecho*, el cual –a diferencia del concepto de verdad total formal– no aparece en la semántica de la ciencia formal. En los asuntos de hecho, no solo hay referencia fáctica sino también, y en consecuencia, adecuación o inadecuación respecto de los hechos. Más aún, esta adecuación o inadecuación rara vez es completa: a diferencia de la verdad y la falsedad lógicas, la verdad y la falsedad fácticas no son opuestos polares sino contrarios ya que, si bien son incompatibles, no son exhaustivas. En ocasiones esto no

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 114

se ve porque la ciencia utiliza la lógica ordinaria y, por ello, parece que se adscribe a una teoría de la verdad de dos valores. Pero la lógica es la teoría de la deducción, no la teoría de la verdad. Resulta perfectamente posible procesar lógicamente un conjunto de enunciados que no son completamente verdaderos ni completamente falsos: es lo que la ciencia hace. En consecuencia, necesitamos una teoría de la verdad parcial de hecho que sea coherente con la lógica ordinaria. En este capítulo exploraremos una teoría de la verdad cromática (multivaluada) que se ajuste a la lógica en blanco y negro.

1. Clases de verdad

1.1. Portadores de la verdad

Si admitimos que "verdad" tiene sentido al menos en algunos contextos, las primeras preguntas que debemos intentar responder son: (i) qué tipos de objetos son portadores de la verdad y (ii) qué tipo de objeto es la propia verdad. Hay, desde luego, una diversidad de perspectivas al respecto. Todas ellas están de acuerdo en que, en estas cuestiones, las oraciones están involucradas y que tales oraciones son objetos físicos (sartas de sonidos o señales escritas) que pertenecen a algún lenguaje. Pero las diferentes concepciones asignan a las oraciones papeles distintos en relación con la verdad. La Tabla 8.1 muestra las principales características de estas concepciones. (No hemos incluido la concepción de la verdad que afirma que «no hay verdad», propuesta por Ramsey [1931], porque es claramente incompatible con la práctica de comprobar la verdad de las afirmaciones.)

La primera concepción, el idealismo ingenuo, está consolidada en los modos de hablar y pensar occidentales. Parece ser correcta en cuanto sostiene que la verdad es una propiedad de las proposiciones (consideradas diferentes de los juicios y las oraciones) e incorrecta en cuanto considera que las proposiciones son objetos eternos que el hombre solo puede «descubrir». Pero por lo menos, en ocasiones, esta fantasía de las proposiciones existentes de manera autónoma resulta fértil desde el punto de vista heurístico. Así pues, el matemático puede afirmar que un teorema que todavía no ha sido formulado, y mucho menos demostrado, es verdadero y puede proponerse «descubrirlo». La crítica obvia es que los

TABLA 8.1
Principales concepciones acerca de la naturaleza de la verdad y sus portadores

Concepción	Oraciones	Proposiciones	Verdad
Idealismo ingenuo, p. ej. «realismo» platónico.	Expresan algunas proposiciones (las conocidas).	Objetos intemporales que existen por sí mismos.	Propiedad intrínseca de las proposiciones. Son *V* o *F* ya sea que lo sepamos o que no.
Neoidealismo, p. ej. Frege y el primer Russell.	Expresan todas las proposiciones.	Los significados de las oraciones.	El objeto denotado por una oración verdadera.
Materialismo ingenuo, p. ej. el nominalismo.	Objetos físicos con referencia fáctica y valor de verdad.	No hay.	Una propiedad de las oraciones en relación con sus denotata.
Materialismo conceptualista.	Expresan todas las proposiciones. Carentes de propiedades semánticas, salvo de modo indirecto, o sea mediante proposiciones.	Ficciones indispensables; clases de equivalencia de ciertos pensamientos.	Se les puede asignar a algunas proposiciones sobre la base de otras. Verdad fáctica: relativa, parcial y efímera.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 115

objetos que no existen no tienen propiedades. Del mismo modo que mi bisnieto aún no concebido no está aquí ni allá, las fórmulas que aún no han sido pensadas no están en ninguna teoría (salvo de manera potencial) y, con mayor razón, no son ni verdaderas ni falsas. Más aún, los enunciados existentes que todavía no han sido demostrados son conjeturas a las cuales no se debe atribuir ningún valor de verdad, excepto en aras del desarrollo de una discusión. Del mismo modo, no podemos decir que una hipótesis fáctica es verdadera (o falsa) desde toda la eternidad, aun antes de ser formulada. Solo podemos asignar valores de verdad a una hipótesis después de haberla sometido a las pruebas pertinentes y, aun así, esa asignación puede ser provisional. Pero, para comenzar, la proposición tiene que haber sido formulada.

En conclusión, rechazamos el idealismo ingenuo. Retenemos, sin embargo, las ideas de que los constructos –por ejemplo las proposiciones– son diferentes tanto de los pensamientos como de las oraciones y que pueden ser verdaderos o falsos. Pero en lugar de suponer que hay proposiciones en sí mismas, supondremos que, para existir, las proposiciones tienen que ser pensadas o enunciadas (o escritas) en alguna lengua por un ser racional. Y en lugar de afirmar que la verdad y la falsedad son innatas, supondremos que pueden ser atribuidas (en grados), así como retiradas. Pero no profundizaremos en estas presuposiciones psicológicas: las daremos por supuestas.

La segunda concepción, el neoidealismo, comparte con el platonismo la creencia de que hay constructos en sí. Empero, a diferencia del platonismo, esta concepción es embrollada y hasta incoherente. En primer lugar, se predica la verdad y la falsedad de las oraciones (o proposiciones, según la manera en que se traduzca la ambigua palabra alemana *Satz*). A continuación, se convierten en entidades platónicas aparte, *das Wahre* y *das Falsche*. Peor aún, se identifica el valor de verdad con el referente, nominatum o designatum [*Bedeutung*] de la oración (Frege, 1892). De tal modo, se dirá que el *Bedeutung* de ⌜Los chimpancés son listos⌝ es el mismo que el de ⌜$2^2 = 4$⌝, a saber La Verdad. Esto no solo constituye una confusión, sino que también convierte en innecesario el concepto de referencia, puesto que hace que todas las oraciones verdaderas tengan la misma referencia [*Bedeutung*] sin importar sus referentes genuinos. Obviamente, Frege podía darse el lujo de cometer un par de errores. (Otro error de Frege fue oponerse al tipo de axiomática iniciada por Peano y Hilbert, así como a las nociones correlativas de defini-

ción por medio de postulados y definición condicional.) Desafortunadamente, la confusión de Frege ha sido tomada en serio por algunos de los mejores lógicos y filósofos de nuestra época, tales como Carnap (1974), Church (1951), Kemeny (1956) y Ajdukiewicz (1967b). (Russell, en cambio, superó esa confusión.) Haremos bien en mantenernos lejos de este embrollo conservando, a la vez, la distinción (hecha por Bolzano, Frege, Russell y Carnap) entre signo y constructo, así como la noción de sentido [*Sinn*] de Frege, la cual, lamentablemente, él no desarrolló. (Recuérdese el Capítulo 4.)

La tercera concepción, el materialismo ingenuo (o vulgar) está bien representada por Buridan, Hobbes, Hilbert, Tarski y Quine. Como el idealismo ingenuo, es sencilla, clara, coherente… y errónea. Una oración, en cuanto sarta de sonidos o marcas de tinta, es un objeto propio de la física (por ejemplo de la acústica o la química). Un objeto físico se transforma en objeto lingüístico en el momento en que es considerado un medio de expresión de algo. Como han descubierto los astronautas, en un mundo deshabitado no hay más oraciones que proposiciones; a lo sumo puede haber inscripciones: los huesos de oraciones muertas. Más aún, las oraciones pueden estar bien formadas o mal formadas. Si el caso es el primero, pueden expresar alguna proposición, pero no es así necesariamente. De tal modo, 'el Aleph cero tomó un baño' es una oración que no representa ninguna proposición: esta es la razón de que carezca de significancia. (Si se les asignaran valores de verdad a las oraciones, para incluir las oraciones carentes de significancia o de sentido deberíamos adoptar algún sistema de lógica trivaluada lo cual, como mínimo, sería poco práctico.) Por último, una cuestión metafísica: atribuir cualquier tipo de propiedades semánticas, tales como el significado o la verdad, a sartas de señales o sonidos es permitirse un hilemorfismo al estilo de Platón o de Husserl. Siguiendo a Leibniz (1703), supondremos que las proposiciones, no la oraciones, son las portadoras directas de la verdad: las oraciones solo pueden ser verdaderas de un modo indirecto.

Nos queda, pues, la cuarta concepción, el materialismo conceptualista, una especie de versión materialista del convencionalismo. Se puede resumir como sigue. Las proposiciones son un tipo de constructo y, como tales, son ficciones útiles: no afirmamos que existan por sí mismas, sino solo que a menudo (por ejemplo en matemática, pero no en metafísica) es conveniente fingir o simular que sí existen de modo indepen-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 118

diente. No afirmamos que el teorema de Pitágoras exista en lugar alguno, con excepción del mundo de fantasía que llamamos 'matemática', un mundo que llegará a su fin con el último matemático. Y no pretendemos que existan proposiciones desconocidas, sino que encontramos ventajoso proceder *como si* todas las consecuencias lógicas de una proposición, tanto las pocas conocidas como las infinitas desconocidas, existiesen en un contexto conceptual. (Después de todo, eso es lo que hace el más ferviente de los nominalistas cuando equipara una teoría axiomatizable con el conjunto de consecuencias de los axiomas de esa teoría.) De este modo, conservamos las ventajas heurísticas y metateóricas del platonismo, que nos permiten tratar con conjuntos infinitos de enunciados, de los cuales alguna vez se formulará una minúscula fracción y se justificará una fracción todavía más pequeña. Pero evitamos la extraña hipótesis metafísica de que toda proposición posible exista realmente en un fantasmagórico Mundo de las Ideas.

Nuestra concepción puede aclararse comparándola con la doctrina de la verdad prevaleciente: el platonismo. Para un platónico como Frege, cada proposición existe desde toda la eternidad y posee un valor de verdad, aun cuando no sepamos cuál es. Esta es una de las razones para definir una proposición como algo que es o bien verdadero o bien falso. En nuestra semántica, en cambio, las proposiciones no están definidas de este modo: están caracterizadas con los predicados, a saber de la siguiente manera: un predicado es una función que relaciona objetos de una clase con proposiciones. (Cf. Capítulo 1, Sección 3.) Una vez que hemos formulado una proposición, podemos *averiguar* su significado y *asignarle* un valor de verdad. Los significados se descubren investigando tanto la referencia como el contexto (por ejemplo, la teoría) en el cual se hallan las proposiciones. En todo caso, las proposiciones nacen con un significado fijo. No existe algo así como una proposición carente de significado (en contraste con una oración carente de significancia). Es cierto que a menudo lleva bastante trabajo descubrir el significado pleno de una proposición: exige exhibir el contexto completo y las relaciones lógicas que se dan en él.

En cambio, las proposiciones no nacen con un valor de verdad: este les es asignado, siempre que eso ocurra, una vez que la proposición ha sido formulada. Hay proposiciones a las que todavía no se les ha asignado un valor de verdad, por ejemplo porque no hemos conseguido demostrarlas (o refutarlas) o confirmarlas (o debilitarlas) empíricamente.

De seguro, si resulta que *p* es un teorema que se sigue de unas premisas que ya han sido evaluadas, entonces *descubrimos* el valor de verdad de *p* demostrando *p*. Pero no todas las proposiciones son demostrables. Los axiomas no lo son, ni tampoco los datos. Y si una proposición no es demostrable, no hay valor de verdad que descubrir. Si *p* no es un teorema, o bien asignamos un valor de verdad a *p* (sobre la base de algún fundamento o en aras de la discusión) o bien no lo hacemos. Si lo hacemos, nuestra asignación puede ser criticada y reemplazada por otra: diremos que el valor de verdad de *p* a la luz de las pruebas *e* (empíricas o teóricas) es *v*, solo para indicar que un cuerpo de pruebas diferente *e'* podría sugerir un valor de verdad diferente *v'*. Y si no asignamos un valor de verdad a *p*, por falta de medios o de interés, por ejemplo, entonces *p* continúa siendo una proposición, pero una que carece de valor de verdad, lo cual echa por tierra la concepción platónica de las proposiciones.

1.2. Valores de verdad: adquiridos

Puesto que son constructos, las proposiciones son *designadas* (o expresadas) por objetos lingüísticos de cierta categoría: las oraciones. Y por ser constructos, las proposiciones *tienen* sentido y referencia, esta última real o hipotética. Además de tener sentido y referencia, a algunas proposiciones (de hecho, a la mayoría) *es posible asignarles* un valor de verdad. Y a algunas de estas proposiciones potencialmente verdaderas o falsas se les *asigna realmente* un valor de verdad determinado, el cual no es necesariamente inalterable. Expresado en términos negativos, no a toda proposición es posible asignarle un valor de verdad, ni toda asignación de un valor de verdad es final.

Para ser más explícitos, a los siguientes tipos de proposiciones no se les asignan valores de verdad, al menos dentro de ciertos contextos:

(i) las proposiciones que no son decidibles en (exclusivamente con los recursos de) una teoría dada no tienen valor de verdad en esa teoría;

(ii) las proposiciones que contienen descripciones vacías, tales como «el hombre perfecto», no son ni verdaderas ni falsas, a menos que afirmen o nieguen la existencia de referentes imaginarios;

(iii) los enunciados que se formulan, pero que no se postulan, ni se demuestran, ni se confirman, ni se hacen plausibles no tienen un valor de

verdad definido. Por ejemplo, ⌜Hay agujeros negros⌝ en la astrofísica y la cosmología actuales.

Puesto que no es posible asignar un valor de verdad a todo enunciado, podemos concebir la (función de) asignación de valor de verdad $\mathcal{V}$ como una función *parcial*, vale decir como una función de un subconjunto propio S_D del conjunto S de todos los enunciados. (O sea, adoptamos la concepción de las lagunas veritativas.) Caracterizaremos $\mathcal{V}$ en la Sección 3. Pero antes de hacerlo debemos discriminar entre varias clases de verdad, ya que requieren diferentes procedimientos de asignación de valores.

La Figura 8.1 resume las ideas que hemos expuesto hasta aquí.

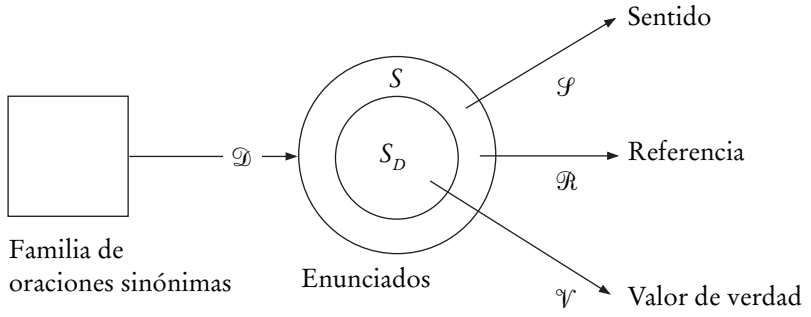


Figura 8.1. Todo conjunto de oraciones sinónimas designa un enunciado de S. Cada enunciado tiene un sentido y una referencia. A algunos enunciados se les asigna un valor de verdad.

1.3. Verdad cuádruple

Piénsese en los enunciados de la Tabla 8.2, cada uno de los cuales puede considerarse verdadero en su propio contexto.

Estaría bien que todos esos enunciados se pudieran considerar verdaderos de una misma manera, es decir si un único concepto de verdad fuese aplicable a todos ellos. Si ese fuera el caso, la doctrina o bien de la coherencia o bien la de la correspondencia podría ser capaz de abarcar la totalidad del conjunto de enunciados. Y si el caso fuese el primero, vale decir si todo enunciado verdadero fuese una *vérité de raison*, la teoría de modelos resultaría suficiente. O sea, la semántica de la matemática no

solo daría cuenta de enunciados tales como ⌜La fórmula ϕ es verdadera en el modelo M⌝, sino también de proposiciones como ⌜El coste de vida se eleva de forma sostenida⌝. Lamentablemente, la teoría de modelos no nos ayuda con este ni con ningún otro enunciado de la ciencia fáctica, ya que estos contienen solo fórmulas completamente interpretadas, en tanto que la teoría de modelos solamente es válida si son posibles interpretaciones alternativas (en las estructuras matemáticas, no con referencia al mundo). (Cf. Capítulo 6, Sección 2.) En particular, la teoría de modelos es competente para tratar fórmulas que son válidas respecto de toda interpretación de las variables involucradas, vale decir respecto de todos los modelos. (Se trata de las tautologías.) En resumen, la teoría de modelos, que formaliza y sistematiza la concepción de la verdad como coherencia, no es universal: ni siquiera es aplicable a toda la matemática.

En cambio, la teoría de la verdad como correspondencia nos deja en la estacada con respecto a la lógica y la matemática, las cuales no necesitan ajustarse a ningún hecho para ser válidas. Y es improbable que se pueda aplicar una tercera concepción a todas las clases de verdad: en todo caso, no parece que nadie haya propuesto un teoría tan abarcadora.

TABLA 8.2
Cuatro clases de verdad: lógica, matemática, fáctica y filosófica

Clase	Ejemplo
1 *Lógica*	Para todo enunciado p, $\neg(p \,\&\, \neg p)$.
2a Abstracta *Matemática*	En un álgebra de Boole, para todo elemento x, $x \wedge \bar{x} = 0$.
2b «Concreta»	En un álgebra de conjuntos, para todo conjunto S, $S \cap \bar{S} = \emptyset$.
3a Teórica	*Fáctica* Sea p_0 la probabilidad de un alelo A en la primera generación y μ la tasa de mutación del alelo A al alelo a. Luego, la probabilidad del viejo alelo A en la enésima generación es $p_n = p_0(1 - \mu)^n$.
3b Empírica	Se observó que casi todos los individuos de la centésima generación del bacilo X eran mutantes en el rasgo Y que había sido observado en la fracción p_0 de la población original.
4a Semántica *Filosófica*	El significado precede a la verdad.
4b Metafísica	Todas las cosas cambian.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 122

Nos conviene reconocer que la palabra 'verdad' designa al menos cuatro conceptos diferentes, cada uno de los cuales debe caracterizarse de un modo propio: verdad lógica, verdad matemática, verdad fáctica y verdad filosófica. La Tabla 8.3 muestra algunas de las peculiaridades más prominentes de la verdad matemática y de la verdad fáctica. Estudiaremos con más detalle la primera en la Sección 2.1, en tanto que las *vérités de fait* se examinarán en la Sección 2.2.

2. Verdad de razón y verdad de hecho

2.1. Verdad de razón

Una verdad de razón es, desde luego, una verdad que puede establecerse con el único recurso de la razón. Se ha identificado diversas verdades de razón, entre ellas las siguientes:

(i) *Verdad de diccionario* o *veritas ex vi terminorum*. Por ejemplo, una definición nominal.
(ii) *Verdad por petición* o *postulación*. Por ejemplo, un postulado de una teoría matemática.
(iii) *Verdad por demostración* o *deducción*. Por ejemplo, un teorema de una teoría matemática.
(iv) *Verdad lógica* o *veritas ex vi formarum* o *tautología*. Por ejemplo, cualquier fórmula válida de un sistema de lógica dada.
(v) *Verdad por ejemplificación* o *satisfacción en un modelo.*

Las dos primeras no merecen ser clasificadas entre las verdades: las «verdades» de diccionario son meras convenciones y los postulados matemáticos se proponen porque resumen teorías, no porque se suponga que sean verdaderos en sí mismos. (Si son abstractos, pueden ser verdaderos en –o relativamente a– un modelo; si son «concretos» generan verdades por deducción.) La tercera, la verdad por deducción, es otro caso de abuso de la palabra 'verdad': si su peculiaridad consiste en que es deducible a partir de un conjunto de supuestos, aquí el concepto de verdad es redundante. Solo los dos últimos conceptos de verdad son legítimos: los de verdadero respecto de todas las interpretaciones (verdad lógica) y respecto de algunas interpretaciones (verdad matemática). Estos conceptos son objeto de

TABLA 8.3
Características de tres clases de razón

Matemática		
Abstracta (p. ej. de la teoría de retículos)	«Concreta» (p. ej. de la teoría de los números)	Fáctica (p. ej. biológica)
Ninguna fórmula tiene un valor de verdad por sí misma, independientemente de la interpretación.	La mayoría de las fórmulas posee un valor de verdad. Solo las proposiciones indecidibles carecen de valor de verdad (en el sistema de interés).	A numerosas fórmulas se les asigna un valor de verdad.
Una relación entre fórmulas no interpretadas y estructuras conceptuales determinadas (modelos).	Una relación entre supuesto y consecuencia.	Una relación entre enunciados y sus referentes.
Definible en términos de satisfacción (p. ej., x satisface ϕ en M) o de demostración. En consecuencia, es prescindible.	Definible en términos de demostrabilidad en el caso de las teorías sintácticamente completas. En consecuencia, es prescindible en este caso.	No es definible, pero es caracterizable. Es imprescindible.
Válida en toda una categoría de estructuras, p. ej. la categoría de los grupos.	Válida únicamente en un contexto restringido, vale decir la teoría de un modelo.	Válida solo para un dominio restringido.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 123

TABLA 8.3
Características de tres clases de razón *(continuación)*

Matemática		
Abstracta (p. ej. de la teoría de retículos)	«Concreta» (p. ej. de la teoría de los números)	Fáctica (p. ej. biológica)
Puede ser total.	Puede ser total. Excepción: teoría de la aproximación.	Puede ser total únicamente en casos simples. La mayoría de los enunciados fácticos teóricos son solo parcialmente verdaderos.
En la mayoría de los casos no hay procedimientos de decisión.	Usualmente decidible por demostración o contraejemplo.	No hay procedimientos de decisión. Solo hay criterios específicos para estimar valores de verdad.
La valoración de verdad es un procedimiento puramente racional: los experimentos son infrecuentes y solo heurísticamente valiosos. En consecuencia, los valores de verdad son independientes del mundo.		La valoración de verdad está parcialmente basada en la observación. En consecuencia, los valores de verdad son dependientes del mundo.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 124

la teoría de modelos (Tarski, 1954-1955; Robinson, 1963; Bell y Slomson, 1969; Chang y Keisler, 1973). A continuación echaremos un vistazo al concepto de verdad de la teoría de modelos, pero únicamente a fin de aclarar mejor, por medio de la comparación, la noción de verdad fáctica.

Considérese la fórmula $\phi = \ulcorner x^2 + x = 0 \urcorner$. Esta fórmula semiabstracta es satisfecha por el número –1, vale decir que se convierte en una fórmula verdadera cuando x se interpreta como –1. De manera equivalente: la valoración x:= –1 satisface ϕ, o produce un enunciado verdadero. También: puede satisfacerse en la estructura $\mathfrak{Z} = \langle Z, +, -, 0 \rangle$, donde Z es el conjunto de los números enteros. Pero la misma fórmula también es satisfecha por el negativo de toda matriz identidad I. De manera equivalente: ϕ puede satisfacerse en el anillo $\mathcal{M}$ de matrices cuadradas. Y así sucesivamente. En símbolos:

$$\vDash_{\mathfrak{Z}} \phi(-1), \vDash_{\mathcal{M}} \phi(-I), \text{ etcétera.}$$

La noción de satisfacción puede extenderse a un conjunto de fórmulas. Por ejemplo, todos los axiomas de la teoría abstracta de grupos son satisfechos por, o son válidos para, los números enteros. Una demostración de que la estructura $\mathfrak{Z} = \langle Z, +, -, 0 \rangle$ es o ejemplifica un grupo $\langle S, \circ, ', e \rangle$ consiste en mostrar que la valuación (interpretación)

$$S := Z, \qquad \circ := +, \qquad ' := -, \qquad e := 0$$

satisface los axiomas de la teoría de grupos, tomados de manera conjunta. En otras palabras, cuando se les asigna la interpretación anterior, estas fórmulas abstractas (fórmulas abiertas) se transforman en fórmulas reconocidas como verdaderas dentro de un campo específico (a menudo familiar), en este caso la teoría elemental de los números. La validez de esta no se cuestiona en la demostración. Lo que uno muestra es que una estructura conceptual (la abstracta) se ajusta a otra estructura conceptual (una específica o «concreta»), un claro caso de *verdad como coherencia*.

Este concepto de la verdad como satisfacción en un modelo propio de la teoría de modelos sirve para definir el concepto $\vdash$ de deducibilidad, como hacemos a continuación. Puede decirse que la fórmula $\ulcorner$Si x e y pertenecen a L, luego $x \wedge y \preccurlyeq x \vee y \urcorner$ *se sigue* de los axiomas de la teoría de retículos porque, en *todo ejemplo* de retículo, las intersecciones preceden a las uniones. En cambio, un teorema especial para cadenas, tal

como ⌜Para todo x e y que pertenecen a L, $x \preccurlyeq y$ o $y \preccurlyeq x$⌝ no se sigue de los axiomas de L.

En general: sea A un sistema axiomático abstracto y ϕ una fórmula que contiene únicamente conceptos presentes en A. Luego, $A \vdash \phi$ sii todo modelo de A es un modelo de ϕ, vale decir $A \models \phi$. Esta relación entre $\vdash$ y $\models$ se generaliza fácilmente a todo un conjunto S de fórmulas abstractas. Llamemos $\mathcal{M}(S)$ a todas las estructuras en las cuales es posible satisfacer las fórmulas del conjunto S. Luego, la teoría de $\mathcal{M}(S)$ es el conjunto $\mathcal{C}_n(S)$ de consecuencias lógicas de S. De este modo, la noción de verdad por demostración es reducida, en algún sentido, a la de verdad por ejemplificación o verdad en un modelo. Que esto no elimine las diferencias metodológicas de los tipos de demostraciones y procedimientos es otra cuestión: la semántica no se ocupa de problemas metodológicos.

Hemos recordado de manera sucinta el concepto de verdad de la teoría de modelos, solo para exhibir sus diferencias con el concepto de verdad fáctica utilizado en la ciencia fáctica. Las diferencias más notables son estas:

(i) Los objetos de los cuales se dice que son verdaderos en algún modelo (extensional), o respecto de alguna interpretación, son *fórmulas abstractas*. Lo que satisface o no satisface una fórmula abstracta es siempre un constructo. Puesto que la nieve no es un objeto matemático, en matemática no tiene sentido afirmar que la nieve *satisface* la fórmula semiabstracta ⌜x es blanca⌝. Tampoco tiene sentido en el contexto del conocimiento fáctico (común o científico), a menos que deseemos asignar una propiedad semántica a una cosa material.

(ii) Si una fórmula abstracta es satisfacible, y con mayor razón si es válida, lo es *en uno o más modelos*. En cambio, no es necesario en absoluto que un enunciado fáctico tenga un estatus matemático: piénsese en ⌜Hay muchos niños hermosos⌝. Además, un enunciado fáctico, si es verdadero (en alguna medida), es verdadero *respecto del* mundo, no *en* un modelo. Resultaría absurdo escribir, digamos,

$\models_W$ Las ecuaciones electromagnéticas de Maxwell, donde W es el mundo;

aunque solo fuese porque el mundo real no es una estructura matemáticamente definida (un modelo extensional al estilo de Tarski). La interpreta-

ción de moda, de los modelos (o de los conjuntos modelo, en el sentido de Hintikka [1969]) como mundos posibles tiene un único propósito: vestir la noción de verdad lógica de Leibniz con atuendos modernos. (Por ejemplo: *p* es lógicamente verdadera sii *p* es válida respecto de toda interpretación de las constantes no lógicas presentes en *p*, vale decir que *p* es satisfacible en todo modelo; de manera intuitiva, si es válida en todo mundo imaginable o conceptualmente posible.) Esta interpretación pseudoontológica de la teoría de modelos no dilucida ni el concepto de verdad de hecho ni el de posibilidad real. No consigue lo primero, aunque solo fuese porque las verdades de hecho son casi siempre parciales, en tanto que un conjunto modelo está constituido por fórmulas que son totalmente verdaderas respecto de cierta interpretación. En cuanto a la posibilidad, no todo antiguo conjunto modelo describe un estado de cosas posible o un curso de acontecimientos posible («mundo»); únicamente un conjunto de enunciados legales puede hacer eso. (Los enunciados son aproximadamente verdaderos en el mejor de los casos, cuando las posibilidades se actualizan. En la medida que los acontecimientos son meramente posibles, los enunciados correspondientes no constituyen un conjunto modelo.) Además, la traducción de 'modelo' a 'mundo posible' ha confundido a algunos filósofos haciéndoles pensar que, puesto que las verdades lógicas son válidas en todo «mundo posible» (modelo, o conjunto modelo, alternativo) y dado que el mundo real es posible, las verdades lógicas tienen que ser válidas con respecto a la realidad, de modo tal que la lógica constituye la ontología básica (Scholz, 1941), en lugar de ser una disciplina metafísicamente neutral. (Más en Bunge, 1974a.) Para concluir, el concepto de verdad de la teoría de modelos dilucida la antes imprecisa teoría de la verdad como *coherencia*; contrariamente a la intención de Tarski de que formalizara la teoría de la correspondencia. También dilucida la noción de verdad por demostración. En consecuencia, este concepto semántico reviste importancia para la matemática pura. Sin embargo, no es pertinente para el conocimiento fáctico, en el cual no solo tenemos coherencia (o mutua adecuación de los constructos) sino también referencia externa.

La concepción semántica de la verdad de Tarski, en su forma madura (la de la teoría de modelos), revolucionó la matemática. Además, llamó la atención de algunos filósofos acerca de un problema largamente olvidado (o, mejor dicho, reprimido), aunque central, de la filosofía. Pero a la vez persuadió a algunos de los mejores de ellos (de modo notable a Carnap, Popper y Quine) de que ya no había nada problemático acerca

de la verdad fáctica. Con todo, la teoría de Tarski ni siquiera intentaba resolver este problema, tanto es así que todo el trabajo técnico en teoría de modelos, comenzando por los artículos pioneros de Tarski (1936, 1954, 1955), se ocupa exclusivamente de las teorías de la matemática pura, más aún, de «lenguajes formalizados», vale decir de teorías abstractas. Únicamente un idealista podría considerar que la teoría de modelos es aplicable también al conocimiento fáctico, ya que para él el mundo es la realización de una idea abstracta. Dejemos, pues, la teoría de modelos y echemos un nuevo vistazo a la verdad fáctica. (Volveremos a la teoría de la verdad de Tarski en la Sección 2.4.)

2.2. Verdad de hecho: la concepción sintética

Un enunciado fáctico es un enunciado que incluye al menos un predicado fáctico (véase el Capítulo 6, Sección 4.1). Y la verdad (o la falsedad) fáctica es predicable de un enunciado fáctico en relación con un dominio de hechos e independientemente de su estatus matemático.

Puesto que la teoría de la coherencia no se ocupa de la referencia fáctica, parecería que hemos de recurrir a la concepción de la verdad como correspondencia. Según esta perspectiva, un enunciado es verdadero si se ajusta a los hechos. Desafortunadamente, nunca se ha aclarado la naturaleza de esta adecuación: en la mayoría de los casos se deja en la penumbra de la metáfora y sólo de forma ocasional se ha explicado como un isomorfismo. Hagamos a un lado las metáforas, dado que no constituyen una teoría. Como tampoco es una teoría la tesis del isomorfismo. Para comenzar, el isomorfismo solo puede definirse entre estructuras matemáticas bien definidas y la realidad no es una de estas estructuras. En segundo lugar, aquí nos falla incluso la noción intuitiva de isomorfismo, tal como lo muestran los hechos de que (*a*) toda teoría científica incluye constructos que no tienen un correlato en la realidad y, en el mejor de los casos, funcionan como dispositivos de cálculo y (*b*) cada porción de realidad acaba mostrando características que no han sido tenidas en cuenta por ninguna teoría. Si hay correspondencia entre la teoría y los hechos, esta tiene que ser global, no puntual. Pero es dudoso que esta correspondencia global pueda bastar para caracterizar la verdad fáctica. En efecto, considérense los siguientes casos, cada uno de los cuales constituye un contraejemplo a la (nunca formulada) teoría de la verdad como correspondencia:

(i) ⌜No hay fantasmas⌝ es fácticamente verdadero precisamente porque no hay tal cosa como un fantasma.

(ii) La mecánica de medios continuos es casi verdadera para la mayoría de los cuerpos, de los que se sabe que no son continuos.

(iii) Las predicciones y retrodicciones calculadas sobre la base de teorías que se suponen verdaderas se refieren a hechos posibles.

La razón del fracaso en llevar la teoría de la verdad más allá de la etapa de metáfora y superar las dificultades mencionadas, es a la vez sencilla y radical: los enunciados no pueden compararse o confrontarse con los hechos. Los enunciados solo pueden confrontarse con otros enunciados y los hechos solo pueden compararse con otros hechos. La expresión 'Confrontar una proposición con un hecho' debe considerarse una especie de abreviación de 'Confrontar un juicio (= un proceso cerebral) con otro hecho' o, más sencillamente, 'Pensar sobre un objeto'. Lo que vale para la confrontación vale para la adecuación. Un enunciado no se ajusta a los hechos del modo en que la vestimenta se ajusta a las personas: solo puede «ajustarse» a otro enunciado o «acordar» con este tras la exclusión de ciertos detalles. En todo caso, la semántica no está capacitada para investigar el proceso mental de confrontación y adaptación de ideas a hechos: solamente puede tratar la confrontación entre enunciados.

Las siguientes clases de confrontación entre enunciados resultan de particular interés para la ciencia fáctica:

$t - t'$ enunciados teóricos frente a enunciados teóricos,
$t - e$ enunciados teóricos frente a enunciados empíricos,
$e - e'$ enunciados empíricos frente a enunciados empíricos.

Ejemplos.

$t - t'$ La probabilidad de la transición radiactiva de un átomo de un nivel de energía a otro, calculado según la teoría cuántica no relativista, frente a la misma probabilidad calculada según la teoría cuántica relativista.

$t - e$ La probabilidad de la transición radiactiva de un átomo de un nivel de energía a otro, calculado según alguna teoría, frente a la intensidad de la radiación de una colección de átomos de la misma clase, medida con un aparato y una técnica determinados.

$e - e'$ La intensidad de la radiación total de una colección de átomos medida con un aparato y una técnica concretos frente a los valores de la misma magnitud medidos con un aparato y una técnica diferentes.

Dos enunciados cualesquiera pueden ser puestos uno junto al otro. Pero si el objetivo es estimar valores de verdad, únicamente los enunciados que tienen un significado común (no necesariamente uno idéntico) deben ser apareados. En otras palabras, para que dos enunciados compitan tienen que compartir una parte de su sentido y algunos de sus referentes. (Véase la Figura 8.2.) De tal modo, en tanto que puede resultar fructífero comparar los valores de un tiempo de reacción obtenido a través de métodos diferentes, sería absurdo comparar uno de ellos con el precio internacional del azúcar.

La condición de significado común queda satisfecha más fácilmente cuando ambos enunciados son teóricos o ambos son empíricos. Las dificultades surgen cuando uno de ellos es teórico y el otro empírico. Y si resulta que este último es experiencial (un dato de los sentidos), en lugar de observacional o experimental, es posible que no tenga sentido confrontarlo con un enunciado referente a un objeto físico. Por ejemplo, ⌜Siento calor⌝ es diferente, tanto en sentido como en referente, a ⌜La temperatura del aire en este momento es 40 °C⌝. En consecuencia, ninguno de los dos puede refutar al otro. En general, los datos de los sentidos son de escasa utilidad en ciencia precisamente por esta razón. Antes de que un dato pueda

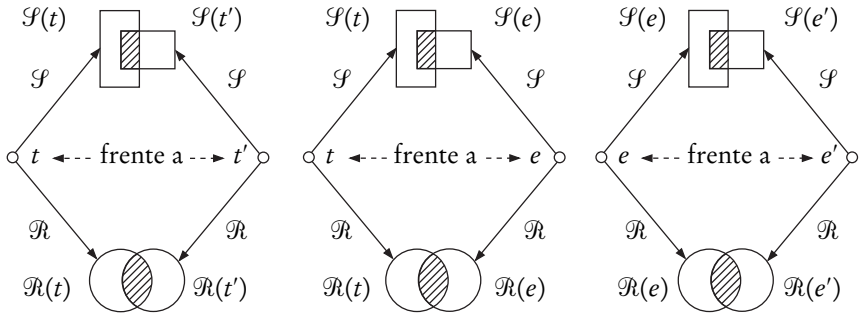


Figura 8.2. Confrontación de enunciados científicos. Condición: tanto los sentidos como las clases de referencia tienen que tener intersecciones no vacías. Advertencia: $\mathcal{S}(e)$ y $\mathcal{S}(e')$ son bastante vagos.

convertirse en un elemento de prueba, debe ser despersonalizado. Pero esto no basta. Además, el dato debe estar expresado en el lenguaje de la teoría con la cual supuestamente se lo confrontará. Por ejemplo, las lecturas de un dial deben interpretarse como valores de las magnitudes propias de una teoría. Y antes de que esta pueda ser confrontada con algún dato, es necesario adjuntarle supuestos especiales pertinentes respecto de la situación que se tiene entre manos, así como someterla a ciertas operaciones puramente matemáticas, tales como la integración o la sustitución del marco de referencia. En resumen, los datos crudos no son comparables con la teoría pura: los primeros deben elevarse hasta el nivel teórico, el cual es, a su vez, más bajo que el de los axiomas. Todo esto es importante para las ciencias especiales, así como para la metodología de la ciencia en general (véase, por ejemplo, Bunge, 1967a, Capítulo 15 y 1973b, Capítulo 10). También es asunto de la metodología decidir las condiciones en las cuales dos enunciados comparables *acuerdan* uno con otro, tal vez dentro de un error experimental preasignado. (Véase la sección siguiente.)

Lo que es de un interés supremo para la semántica es (*a*) que la confrontación entre teoría y hecho se reduce a la confrontación de dos conjuntos de *enunciados* y (*b*) que un enunciado teórico se declara verdadero si «acuerda» con algunos otros enunciados (algunos empíricos y otros teóricos). Después de todo, podría parecer que la teoría de la verdad como coherencia es válida para la ciencia fáctica. Lo es, pero solo parcialmente: si bien una teoría fáctica es verdadera únicamente en los casos en que «acuerda» con otro conjunto de proposiciones, todas las partes involucradas –tanto las que están en el banquillo como las que forman el tribunal– tienen referencia fáctica. Y la correspondencia o grado de adecuación se comprueba a través de la coherencia: esta provee el criterio de verdad, no la definición de ella. (Cf. Rescher, 1973.)

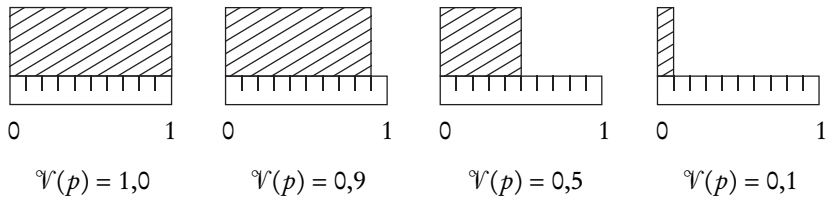


Figura 8.3. Resultados de una valoración de verdad de p = ⌜La caja tiene 1 cm de longitud⌝. (*a*) Verdad total; (*b*) verdad aproximada; (*c*) media verdad; (*d*) casi falsedad.

Otra característica no menos importante de la verdad fáctica que resulta de interés para la semántica, es esta: casi siempre es *parcial*, vale decir que se presenta en grados. La Figura 8.3 ilustra esta afirmación (que los científicos no discuten, aunque los lógicos la dejen a un lado). La función de valoración de verdad $\mathcal{V}$ que aparece en la leyenda se definirá mediante el Criterio 8.1 de la Sección 2.3. En el caso de la Figura 8.3, se supone que la regla indica su propia longitud real, así como la de la caja. Esta hipótesis es la base para la asignación de un valor de verdad a *p*.

2.3. Valores de verdad: condicionales

Aun cuando la metodología no pueda reemplazar a la semántica, sí puede ofrecer pistas útiles para investigar la semántica de la ciencia. En particular, si deseamos averiguar qué es la verdad fáctica, nos será útil familiarizarnos con el modo en que se asignan los valores de verdad en la ciencia. Una rápida revisión bastará a este propósito.

Cada vez que se confrontan dos enunciados con la intención de evaluar uno de ellos, pueden tener lugar las siguientes situaciones:

(1) *Ninguno de los enunciados se da por supuesto* (o es presupuesto).

(*A*) *Hay acuerdo entre los dos enunciados.* A menos que haya una relación lógica entre ellos, a los dos enunciados se les asigna el mismo valor de verdad: $\mathcal{V}(s) = \mathcal{V}(s')$. Si *s* implica *s'*, entonces $\mathcal{V}(s) \leqslant \mathcal{V}(s')$. En ambos casos hay una confirmación mutua, pero no una asignación independiente de valores de verdad: por lo que sabemos, los enunciados podrían ser igualmente falsos. (Moraleja: La confirmación, si bien necesaria, es insuficiente.)

(*B*) *No hay acuerdo entre los enunciados*. Se les asignan valores de verdad diferentes: $\mathcal{V}(s) \neq \mathcal{V}(s')$, pero aún no sabemos cuál es el valor de verdad de cada uno de ellos. (Moraleja: La refutación también es insuficiente.)

Resultado. Si no se da por supuesto ninguno de los dos enunciados, al menos de manera provisional, tampoco es posible asignarle un valor de verdad al otro.

(2) *Uno de los enunciados, por ejemplo s, se da por supuesto* (no se cuestiona en esta investigación en particular).

(*A*) *Hay acuerdo entre los dos enunciados. A* ambos enunciados se les asigna el mismo valor de verdad, a saber un valor cercano a uno. Casos posibles:
- (*a*) Ambos enunciados son teóricos. La teoría confirma la teoría.
- (*b*) *s* es teórico, *s'* experimental. La teoría respalda el experimento.
- (*c*) *s* es experimental, *s'* teórico. El experimento apoya la teoría.
- (*d*) Ambos enunciados son experimentales. El experimento apoya el experimento.

(*B*) *No hay acuerdo entre los enunciados*. Al enunciado investigado se le asigna un valor de verdad menor que la unidad: $\mathcal{V}(s') < \mathcal{V}(s) = 1$. Casos posibles:
- (*a*) Ambos enunciados son teóricos. La teoría debilita la teoría.
- (*b*) *s* es teórico, *s'* experimental. La teoría delata al experimento.
- (*c*) *s* es experimental, *s'* teórico. El experimento debilita la teoría.
- (*d*) Ambos enunciados son experimentales. El experimento delata al experimento.

(*C*) *Hay acuerdo entre los enunciados en cierta región R, pero hay desacuerdo entre ellos en* $\bar{R}$: véase la Figura 8.4. Al enunciado investigado se le asigna un valor de verdad dependiente del punto *x* del área explorada: $\mathcal{V}(s', x) = 1 - \varepsilon(x)$, donde $\varepsilon(x)$ es la discrepancia entre *s'* y la línea de base *s* en el punto *x*. Casos posibles:
- (*a*) Ambos enunciados son teóricos. La teoría confirma la teoría en la región *R* y la refuta en la región $\bar{R}$.
- (*b*) *s* es teórico, *s'* experimental. La teoría confirma el experimento en la región *R* y lo delata en la región $\bar{R}$.
- (*c*) *s* es experimental, *s'* teórico. El experimento confirma la teoría en la región *R* y la debilita en la región $\bar{R}$.
- (*d*) Ambos enunciados son experimentales. El experimento fortalece el experimento en la región *R* y lo debilita en la región $\bar{R}$.

Resultado. Si se da por supuesto uno de los dos enunciados, aunque solo sea de manera provisional, el valor de verdad del otro enunciado puede ser estimado o, al menos, acotado.

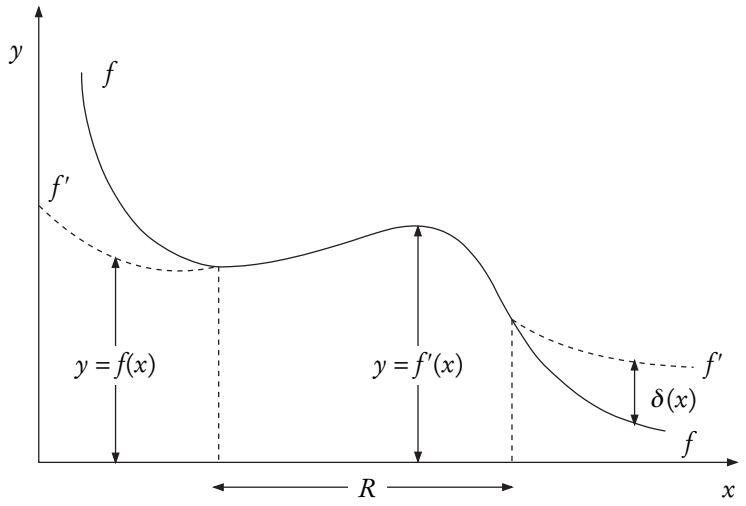


Figura 8.4. Una situación común en la ciencia: dos enunciados, $s = [y = f(x)]$ y $s' = [y = f'(x)]$, concuerdan en la región R, pero desacuerdan en otras regiones. La discrepancia relativa o error relativo $\varepsilon(x)$ depende del punto x del área explorada y es proporcional a la discrepancia absoluta $\delta(x)$.

Concluimos que los valores de verdad son *condicionales* o *relativos*, no absolutos. En consecuencia, en términos estrictos, siempre debemos escribir '$\mathcal{V}(s' \mid s)$', lo cual se expresa 'el valor de verdad de s' dado, o supuesto, s', en lugar de '$\mathcal{V}(s')$'. Y puesto que en ciencia solo hay verdades fácticas relativas, no tendría sentido intentar analizar '$\mathcal{V}(s' \mid s)$ como los valores absolutos $\mathcal{V}(s')$ y $\mathcal{V}(s)$, de modo semejante a como pueden analizarse las probabilidades condicionales en función de probabilidades absolutas. Esto sugiere que los valores de verdad no pueden ser probabilidades. (Más sobre ello en la Sección 5.1.)

En general, no complicaremos nuestras fórmulas con un símbolo para el enunciado que hace las veces de vara de medición para la estimación del valor de verdad de otro enunciado. Pero cada vez que realicemos asignaciones de valores de verdad reales resultará conveniente, no imprescindible, indicar de algún modo la línea de base. Un caso típico en la ciencia es la evaluación, por medios alternativos, de una magnitud M relacionada con un objeto b, por ejemplo la dilatación de una barra de metal. Supongamos que tenemos la siguiente confrontación:

$s = \ulcorner M(b) = m \urcorner$ frente a $s' = \ulcorner M(b) = m' \urcorner$,

donde m y m' son valores numéricos rivales obtenidos para la M-dad [M-ness] de b. (Estamos dejando a un lado las M-unidades, así como el error experimental, por no ser pertinentes para nuestros propósitos.) El valor absoluto de la diferencia numérica entre los dos enunciados es $|m' - m|$: este es el error cometido al aceptar s' en lugar de s. Si el error es pequeño, el valor de verdad de s' será cercano al de s, vale decir cercano a la unidad. Pero si el error aumenta, el valor de verdad de s' se aproxima a cero. En general, este error dependerá del referente b y de su condición; en consecuencia, los propios valores de verdad relativos exhibirán esta dependencia.

Las reflexiones precedentes sugieren el siguiente

CRITERIO 8.1 Sean M y M' dos representaciones funcionales comparables de una propiedad dada de un objeto b y sean $s = \ulcorner M(b) = m \urcorner$ y $s' = \ulcorner M'(b) = m' \urcorner$ sendas estimaciones de M y M' de b, respectivamente. Luego, el valor de verdad relativo de s' dado (supuesto) s es igual a

$$\mathcal{V}(s' \mid s) = 1 - \left| \frac{\mathrm{m} - m'}{\text{máx } \{m, m'\}} \right|$$

Si el error es pequeño, $\mathcal{V}(s' \mid s)$ se acerca a 1; si el error es grande, el valor de verdad es cercano a 0. *Ejemplo*: Comparemos el valor de verdad de la ley de Boyle (B) relativo a la ley de Boyle y Mariotte (M), vale decir, fingiendo que la última es verdadera. Puesto que los enunciados son

$$M = \ulcorner p = aT / v \urcorner, \qquad B = \ulcorner p = b / v \urcorner,$$

tenemos

$$\mathcal{V}(B \mid M) = 1 - \frac{a\mathrm{T}/v - b/v}{\text{máx} \left\{ \frac{a\mathrm{T}}{v}, \frac{b}{v} \right\}} = 1 - \frac{aT - b}{\text{máx } \{aT, b\}}.$$

Para temperaturas absolutas muy bajas, así como para temperaturas absolutas muy altas, $\mathcal{V}(B \mid M)$ es cercano a cero; se aproxima a la unidad para temperaturas medias y ciertos gases. Que los valores de verdad dependan del tipo de material y del rango de las variables físicas involucradas puede parecer escandaloso tanto a los lógicos puros como a los

platónicos. Pero no es ninguna novedad para el científico, quien está acostumbrado a pensar que la verdad (fáctica) es válida en cierta medida *respecto de*, o *en relación con*, ciertos referentes externos, en condiciones concretas. Esta es, precisamente, la peculiaridad de la verdad fáctica: que concierne a los hechos. Por esta razón, tal como se verá en la subsección siguiente, el semantista no tiene voz ni voto para establecer las condiciones de verdad de los enunciados fácticos.

El Criterio 1 se aplica, en particular, a las comparaciones de valores teóricos o calculados con valores experimentales. En este caso tenemos pares de proposiciones como estas:

Teoría $M(b) = m_t$, donde m_t es un número cognoscible.
Experimento $M'(b) = m_e \pm \varepsilon_e$, donde m_e y ε_e son números cognoscibles (m_e es el valor medido y ε_e el error aleatorio característico de la particular serie de mediciones que llevaron a m_e).

A menos que los valores posibles de M estén bien espaciados, lo más probable es que el valor teórico m_t y el valor experimental central m_e difieran entre sí y que ambos varíen del valor real. Necesitamos, pues, criterios definidos que nos permitan tomar decisiones determinadas. Uno de esos criterios, usado realmente en la ciencia aunque no se formule de manera explícita, es el

CRITERIO 8.2 Sean m_t y m_e una estimación teórica y otra experimental, respectivamente, de una magnitud M que representa una propiedad de una cosa b. Luego,
(i) $\ulcorner M(b) = m_t \urcorner$ y $\ulcorner M(b) = m_e \urcorner$ son equivalentes, dentro del error ε_e, sii $|m_t, m_e| < \varepsilon_e$.
(ii) el valor «verdadero» (o «real») de M para b es cercano a m_t, sii (a) m_t coincide con m_e dentro de ε_e [es decir si (i) es válida] y (b) $\varepsilon_e / m_e \ll 1$.

2.4. Condiciones de verdad

Una condición (o criterio) de verdad para un conjunto S de fórmulas es un metaenunciado que estipula las condiciones en las cuales los miembros de S son (totalmente) verdaderos. Ejemplo:

Si x es un número real, luego ⌜$x^2 > x$⌝ es *verdadero* sii $|x| > 1$ o, de modo equivalente, ⌜$x^2 > x$⌝ es *satisfecho* por todos los números reales x tal que $|x| > 1$.

La teoría de la verdad de Tarski (1936), basada en el concepto de satisfacción, proporciona una condición de verdad general para toda fórmula *abstracta* de la lógica y la matemática, y se ha convertido en una parte esencial de la teoría de modelos (véase, por ejemplo, Hermes, 1963). Algunos filósofos creen que el mismo truco funciona para todos los enunciados, en particular para los enunciados fácticos. (Y ciertamente, debería ser así, tal como sostienen Tarski y Quine, si no hubiera una diferencia radical entre lo fáctico y lo formal y, con mayor razón, tampoco entre lo sintético y lo analítico.) Así pues, Carnap ilustra la teoría mediante la invención de un sistema semántico pequeño para un lenguaje objeto con siete signos específicos (extralógicos): las constantes individuales x_1, x_2 y x_3, los símbolos de predicados P_1 y P_2 y los paréntesis izquierdo y derecho (Carnap, 1942, pp. 22 y ss.). Las oraciones atómicas son todas de la forma '$P_i(x_j)$', donde $i = 1, 2$ y $j = 1, 2, 3$. Hay una regla de designación para cada signo específico, en particular para los siguientes:

'x_1' designa Chicago.
'P_1' designa la propiedad de ser grande.

La condición de verdad para las oraciones del microlenguaje es que la oración '$P_i(x_j)$' es verdadera sii el designatum de x_j tiene el designatum de P_i.

Un caso de esta condición de verdad es, desde luego, '$P_i(x_j)$' es verdadera sii Chicago es grande.

Estaría bien que la teoría de la verdad de Tarski fuera una teoría elástica que se adecuara a todo tipo de enunciados, ya fueran formales o fácticos. Pero no lo es. Primero, en el cuerpo de conocimiento fáctico no hay fórmulas *no interpretadas*, tales como '$P_i(x_j)$', que contengan predicados sin un sentido fijo. En consecuencia, la posibilidad de tener fórmulas fácticas satisfechas en modelos alternativos no es algo que vaya a suceder, de donde la teoría de modelos no es pertinente para nuestro interés.

En segundo lugar, decir que Chicago *satisface* la fórmula abierta ⌜es grande⌝ involucra la asignación de una propiedad no física (a saber, semántica) a una entidad física, lo cual es inaceptable para quien no es platónico. Las cosas son al revés: ⌜x es grande⌝ posee la propiedad (semánti-

ca) de transformarse en una proposición verdadera cuando la *x* indeterminada es reemplazada por el nombre Chicago.

En tercer lugar, no hay una condición de verdad *universal* para todas las fórmulas (interpretadas) con una referencia fáctica, desde ⌜Chicago es grande⌝ hasta las sofisticadas ecuaciones de la biofísica matemática. A lo sumo, hay condiciones de verdad regionales, tales como ⌜La ciudad *x* es grande⌝ es *verdadero* sii la población de *x* supera el millón de habitantes.

En este sencillo caso, la condición de verdad resulta ser una convención trivial de la demografía, una convención que no es transportable ni eterna, ni ha sido estipulada por la semántica. En otros casos, *si es que* hay condiciones de verdad, estas son más complejas. Y, de todos modos, es la disciplina competente la que las establece (y las trastoca). La razón de ello debería resultar obvia: una condición de verdad fáctica depende del significado (sentido y referencia) específico del enunciado correspondiente, así como de los procedimientos posibles para someterlo a comprobaciones empíricas. En consecuencia, las condiciones de verdad fáctica no pueden ser inventadas por los semantistas.

En cuarto lugar, en la ciencia fáctica no hay condiciones de verdad que tengan la límpida forma de bicondicionales de la forma ⌜*A*⌝ es *verdadera sii B*, una generalización del principio de Tarski: ⌜*A*⌝ es *verdadera sii A*. En la ciencia fáctica, a lo sumo, encontraremos condicionales tales como ⌜Si la teoría (o hipótesis) *T* es verdadera, el efecto *e* es observable⌝. (O, lo que es equivalente, la correspondiente oración contrafáctica 'Si *T* fuera verdadera, *e* sería observable'). Pero estos condicionales funcionan como pistas para conjeturar los valores de verdad, no como criterios de asignación de valores de verdad determinados. En efecto, la validación del consecuente *e* confirma el antecedente *T* sin verificarlo: en principio, una infinidad de constructos alternativos *T'*, *T''*, … podría reemplazar a *T*. Únicamente numerosas confirmaciones, junto con la compatibilidad de *T* con teorías previamente corroboradas, permite asignar (de manera tentativa) valores de verdad (aproximados) a *T*. En resumen, la situación normal en la ciencia fáctica es la falta de condiciones de verdad nítidas y la presencia de baterías íntegras de pruebas para evaluar verdades (parciales). (Bunge, 1967a, Volumen II, Capítulo 15.) Y rara vez tales asignaciones de grados de verdad son definitivas. (Véase la Sección 4.4.)

En quinto y último lugar, puesto que la verdad fáctica casi nunca es total, a menudo las condiciones de verdad que encontramos en el tratamiento habitual de la lógica matemática no se le pueden aplicar. Una me-

dia verdad, tal como ⌜Aristóteles fue un filósofo caldeo⌝ no se ajusta a ninguna de las condiciones de verdad estándar ⌜*A & B es verdadera sii A es verdadera y B es verdadera*⌝ y ⌜¬*A es verdadera sii A no es verdadera*⌝. (Grosso modo, dado que uno de los términos de la conjunción es totalmente verdadero y el otro es totalmente falso, *A* & *B* vale ½ y lo mismo ocurre con su negación.) En consecuencia, la lógica, si bien imprescindible para el control de la inferencia, se ve completamente impotente para guiar nuestra asignación de valores de verdad fáctica.

En lugar de condiciones de verdad uniformes e inmutables, lo que encontraremos en la ciencia fáctica son tres tipos de condiciones, todas ellas regionales o dependientes del tema. Las presentaremos por medio de ejemplos. Considérese la ley de caída de los cuerpos de Galileo. Primero está la condición de aplicabilidad que indica los referentes y el estado en que se encuentran, por ejemplo un cuerpo inmerso en un campo gravitatorio homogéneo y en caída libre. Esta condición se presenta como el antecedente del enunciado legal: ⌜Si un cuerpo cae libremente en un campo gravitatorio constante, en el vacío, entonces *G*⌝, donde $G = \ulcorner v(t) = gt + v_0 \urcorner$. El antecedente no es necesario para que *G* sea verdadero, pero sí lo es para su aplicabilidad o pertinencia: si la condición no se cumple, el condicional es verdadero, pero no tiene objeto. Y el criterio de aplicabilidad es *intra*teórico: nada le debe a las condiciones de puesta a prueba. Antes bien ocurre lo contrario: la puesta a prueba presupone que la condición de aplicabilidad se cumple.

La segunda condición puede llamarse *condición ontológica de verdad*, dado que indica los referentes que realmente se comportan como lo señala el enunciado en cuestión. En otras palabras, la condición de verdad ontológica para un enunciado se aprende de la experiencia y exhibe la extensión de la fórmula dada. Por ejemplo, la extensión de *G*, en el ejemplo anterior, es la colección de ternas ⟨cuerpo de tamaño medio, campo gravitatorio constante débil y tiempo de caída corto⟩. Esta condición es *extra*teórica y a posteriori. Sin embargo, no está libre de teoría, ya que resume el resultado de las comprobaciones realizadas a la luz de otras teorías (instrumentales) y evalúa el desempeño del enunciado de interés en relación con el de enunciados competidores (reales o posibles).

El tercer y último metaenunciado de interés especifica las condiciones metodológicas en las que un enunciado dado puede considerarse aproximadamente verdadero. Es extrateórico, como el anterior, pero en lugar de especificar el tipo de cosa para el cual el enunciado es (aproximadamente)

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 140

verdadero, se refiere a las técnicas empíricas particulares utilizadas en su puesta a prueba: esta condición, por lo tanto, puede llamarse *condición epistémica de verdad*. En nuestro ejemplo, una de estas condiciones sería: ⌜*G* es válida dentro del 1 % para las bolas de acero, en el aire, a nivel del mar y para distancias del orden de los 10 m, cuando se ponen a prueba con un cronómetro deportivo y una cinta métrica comercial⌝.

Estas tres condiciones son especiales o dependientes del tema de que se trate. En consecuencia, no pueden ser establecidas por la semántica. Desde luego, el semantista las puede estudiar, a condición de que deje los aspectos metodológicos a la metodología y se concentre en el aspecto alético. Pero para ello necesita una teoría de los grados de verdad fáctica, una teoría que dilucide la noción intuitiva que se utiliza en la ciencia fáctica. A continuación, estudiaremos una teoría de esta índole.

3. Grados de verdad

3.1. El problema y cómo no resolverlo

La noción de grado de verdad y la noción emparentada de verdad aproximada se utilizan en todo el ámbito de la matemática aplicada y la ciencia fáctica. *Ejemplos*: (*a*) se sabe que la mayoría de los valores de las funciones no algebraicas, tales como *log* y *sen*, son aproximados; (*b*) todos los resultados de mediciones no triviales son aproximados; (*c*) todos los enunciados teóricos son, en el mejor de los casos, aproximaciones y tenemos la expectativa de poder mejorarlas. Siempre y cuando se hagan ciertos supuestos, vale decir con tal que determinados enunciados se consideren totalmente verdaderos, a menudo se puede estimar la bondad de la aproximación, es decir su desviación a partir de la verdad. En particular, es posible calcular (*a*) diferencias entre valores provistos por teorías diferentes, (*b*) discrepancias entre valores teóricos y empíricos y (*c*) valores de medición aleatorios. Dado que la estadística matemática dilucida diversos conceptos de error y calcula sus probabilidades, no sirve de ayuda en la estimación del desvío a partir de la verdad y, de tal modo, del grado de verdad. En cambio, ni la teoría de probabilidades ni la estadística matemática tienen reglas para asignar probabilidades a las hipótesis o a los datos: estas asignaciones siempre han sido un juego filosófico.

Puesto que la matemática aplicada y la ciencia fáctica están atravesa-

das por el concepto de verdad aproximada, es tarea de la semántica de la ciencia dilucidar este concepto, es decir proponer teorías de los grados de verdad que se ajusten a la práctica científica. Ha habido varios intentos que corresponden a cuatro clases principales: (i) la lógica multivaluada (por ejemplo, Moisil, 1972); (ii) la intepretación semántica de la probabilidad, vale decir equiparar las probabilidades y los grados de verdad (por ejemplo, Łukasiewicz, 1913; Reichenbach, 1949); (iii) la teoría de la verosimilitud de Popper (1963b) y la teoría de la verdad parcial de este autor (Bunge, 1963a). Ninguno de estos intentos puede considerarse exitoso, si bien es posible que el último se acerque a un análisis realista del concepto de grado de verdad, aunque solo fuera porque no incluye el concepto mítico de probabilidad de un enunciado.

Saber por qué han fracasado estos intentos puede ayudar a evitar errores similares. Las razones de estos fracasos son, en pocas palabras, las que siguen. Los sistemas de lógica multivaluada pueden ser interesantes desde el punto de vista matemático y han ejercido una influencia liberadora al mostrar que la lógica ordinaria no es ni lógicamente necesaria ni psicológicamente convincente. Pero ninguno de ellos ha alcanzado la madurez necesaria para tratar con la inferencia deductiva real, tal como se practica en la matemática o en la ciencia, en las cuales la lógica ordinaria es perfectamente apropiada. Además, es improbable que alguno de ellos sea utilizado. En primer lugar, porque cambiar la lógica de un campo de investigación cualquiera exigiría cambiarla también en todos los campos relacionados: la revolución debería extenderse por toda la matemática y la ciencia a fin de permitir el contacto entre teorías. En segundo lugar, sería imprudente relajar los estándares de crítica (Popper, 1970). En tercer lugar, la razón principal que rige detrás de la lógica multivaluada es un error: la creencia de que la lógica debería ser una teoría de la verdad. En lugar de ello, debe considerarse a la lógica, de acuerdo con la tradición aristotélica, una teoría de la deducción, no una teoría de la verdad. Hemos de ser capaces, pues, de mantener el cálculo de la lógica ordinaria, aun cuando nuestra intención sea adoptar una teoría de la verdad multivaluada. Esta política se llevará a la práctica en la subsección siguiente.

En cuanto a las teorías de la verdad como probabilidad, todas ellas se asientan en el incorrecto supuesto de que *hay* maneras de asignar probabilidades a los enunciados. En realidad, mientras que a menudo los científicos tienen éxito en calcular y medir las probabilidades de ciertos *hechos*, por ejemplo de acontecimientos, nadie ha propuesto jamás un

procedimiento general (diferente a la arbitraria profesión de fe o apuesta) para asignar valores de probabilidades a los *enunciados*. La matemática no tendría nada que objetar, puesto que el conjunto de los enunciados cumple con las condiciones para ser considerado el objeto de una medida de probabilidad. Pero resulta que no hay reglas para asignar valores numéricos a esas probabilidades, a consecuencia de lo cual nadie ha conseguido jamás estimar la probabilidad de un enunciado fáctico dado. Esta dificultad, por sí sola, deja fuera de juego a todas las teorías de los grados de verdad que se basan en la probabilidad, ya sea que equiparen la verdad y la probabilidad o que identifiquen la primera con alguna función de la segunda. (Más sobre ello en la Sección 4.2.) En cambio, sí hay reglas más o menos definidas para la estimación de grados de verdad relativos, tal como vimos en la Sección 2.3.

Por último, la anterior teoría de la verdad parcial de este autor no depende del concepto de probabilidad y, además, deja intacta la lógica ordinaria. Asimismo, incluye la noción de discrepancia o error, como ocurre en la teoría del error. Sin embargo, tiene algunos defectos graves señalados por el propio autor (1963a) y por algunos lectores. Para comenzar, sobrestima la confirmación. Además, su función de verdad es discontinua. En tercer lugar, su teorema (o, mejor dicho, axioma) de multiplicación es tan complicado que resulta casi imposible calcular a mano el valor de verdad de una conjunción con número razonable de términos. A continuación expondremos una teoría alternativa de los grados de verdad que comparte las virtudes, pero no los defectos, de la primera teoría.

La nueva teoría se basa de manera explícita en una *concepción aléticamente neutral de la lógica*, una concepción que puede asociarse a una diversidad de teorías de la verdad alternativas. Esta interpretación de la lógica no es más que una explicitación del comentario de Bolzano respecto a que tenemos que distinguir una proposición del enunciado (en realidad, del metaenunciado) que afirma que es verdadera. De forma abreviada: $p \neq \ulcorner V(p) = 1 \urcorner$. Una de las ventajas de la concepción neutral de la lógica (formal) es que permite hablar de verdad parcial y, además, adosar cualquier teoría de la verdad parcial a los cálculos de la lógica ordinaria. Los científicos, aunque no quizá los lógicos formales, apreciarán esta ventaja. Otra ventaja de esta concepción de la lógica carente de verdad es que permite utilizar el método dialéctico en el sentido de Parménides, no en el de Hegel. En efecto, el método dialéctico, universalmente utilizado en la matemática y la ciencia, consiste a grandes rasgos en la explora-

ción de las consecuencias de un supuesto *antes* de evaluarlo y *a los fines* de evaluarlo. Para poner en práctica este método, tenemos que suponer que las proposiciones sometidas a examen, sean verdaderas o no, obedecen las leyes de la lógica. Lo máximo que podríamos necesitar es la ficción de que los enunciados son verdaderos o falsos, ya sea que lo sepamos o no. Pero la consideraremos una ficción útil para propósitos heurísticos: solo supondremos de manera explícita que *es posible* asignar valores de verdad o, mejor dicho, grados de verdad a (algunos) enunciados, y no que estos enunciados nacen con un valor de verdad intrínseco y eterno.

Compárese esta concepción formal o aléticamente neutral de la lógica con las interpretaciones aléticas. Entre ellas, la concepción estándar es la de la teoría de modelos o referencial, que utiliza las nociones de satisfacción y de verdad (formal), por ejemplo, al establecer condiciones de verdad tales como las tablas de verdad. Una concepción alternativa que está recibiendo alguna atención en nuestros días es la llamada interpretación por sustitución (Barcan Marcus, 1962). Según esta perspectiva, '$(\exists x)\ Px$' debe interpretarse como «Algún caso de sustitución de *Px* es verdadero» y lo mismo para los enunciados universales. Ambas concepciones pueden ser correctas para la lógica, pero por eso mismo no parecen adecuadas para las aplicaciones de esta. Por un lado, hacen inaplicable el método dialéctico, en la medida en que exigen que toda proposición sea verdadera o falsa desde su nacimiento, lo sepamos o no: es decir, no dejan lugar para las asignaciones tentativas de valor de verdad. Por otro, las concepciones aléticas de la lógica emplean un único concepto de verdad y, más aún, el de verdad total. Si se aplican a la ciencia fáctica, donde las pruebas nunca son completas y finales, las concepciones aléticas de la lógica pueden llevar a la aberración de pensar que, precisamente por estas desventajas, la ciencia fáctica no respeta necesariamente la lógica ordinaria (clásica). (Para una formulación de esta peligrosa tesis véase Birkhoff, 1961, Capítulo XII).

Pero basta de críticas: veamos ahora cómo podemos unir la lógica bivaluada con la idea de que la verdad, a menos que sea formal, se presenta en diversos grados.

3.2. Axiomas

Nuestra teoría de los grados de verdad tratará la verdad total y la falsedad total como los dos puntos extremos de toda una gradación de valo-

res de verdad, a la vez que conservará todas las características algebraicas de la lógica ordinaria, puesto que la última está incorporada a la matemática y la ciencia. En otras palabras, (*a*) supondremos que la lógica está dada de una manera puramente sintáctica, en lugar de con ayuda de valores de verdad (formales) y (*b*) le asociaremos una función de valoración $\mathcal{V}$ con valores en un intervalo numérico, por ejemplo el intervalo unidad de la línea real.

Un modo de implementar este programa es el que sigue. Consideremos el conjunto *S* de todos los enunciados de un campo de investigación dado, tal como una teoría científica. Agrupemos todos los enunciados de *S* que sean lógicamente equivalentes entre sí. O sea, fórmese la clase de equivalencia [*s*] de todo enunciado *s* de *S* respecto de la relación de equivalencia lógica: $[s] = \{s' \in S \mid \ulcorner s' \Leftrightarrow s \urcorner$ es una tautología$\}$. Llamemos [*S*] al conjunto de todas esas clases de equivalencia, vale decir el cociente entre *S* y la relación de equivalencia tautológica. Es bien sabido que [*S*] tiene una estructura reticular. (Esto es válido también para toda extensión de un *S* dado, pero no es necesariamente válido para la unión de conjuntos arbitrarios de enunciados, ya que pueden ser mutuamente incompatibles. De tal modo, la unión de la mecánica clásica y la mecánica cuántica no tiene una estructura reticular.) Además, [*S*] es un retículo complementado y distribuido completo, con elemento nulo y elemento unidad: en pocas palabras, es un álgebra de Boole. Las operaciones booleanas sobre el conjunto de enunciados [*S*] de clases de equivalencia están definidas en términos lógicos como sigue: para todo *p*, *q*, *r* de *S*,

$\overline{[q]} = [p]$ sii $\ulcorner p \Leftrightarrow q \urcorner$ no es una tautología,
$[q] \cup [r] = [p]$ sii $\ulcorner p \Leftrightarrow q \vee r \urcorner$ es una tautología,
$[q] \cap [r] = [p]$ sii $\ulcorner p \Leftrightarrow q \,\&\, r \urcorner$ es una tautología.

Del mismo modo, el elemento mínimo $\square$ y el elemento último $\square$ del álgebra de Boole de las clases de equivalencias de los enunciados están definidos por:

$\square = \{p \in S \mid \vdash \neg p\}$,
$\square = \{p \in S \mid \vdash q\}$.

(Es verdad que el álgebra de la cuantificación es mucho más complicada. Sin embargo, no necesitamos adentrarnos en él si nuestro propósi-

to se restringe a calcula el valor de verdad de compuestos verifuncionales en términos de los valores de verdad de sus componentes. Tampoco es necesario que nos detengamos en la posible objeción de que las fórmulas de la mecánica cuántica no constituyen un retículo distributivo. Esta opinión es falsa: baste recordar que las teorías cuánticas, como cualquier otra teoría científica, incluyen solo matemática clásica, que lleva la lógica clásica en sus huesos. Cf. Bunge [1967b] y Fine [1968].)

A continuación supondremos que hay una función de variable real $\mathcal{V}$, definida sobre cierto subconjunto S_D de S, tal que

para todo p y q de S_D, $\mathcal{V}(p \,\&\, q) + \mathcal{V}(p \vee q) = \mathcal{V}(p) + \mathcal{V}(q)$.

Los enunciados del complemento $S - S_D$ no tienen valor de verdad porque no se les puede asignar ninguno. En este subconjunto residual encontramos los enunciados de S que no pueden ponerse a prueba solo con los recursos de S, así como los enunciados que contienen descripciones vacías, tales como «El hombre perfecto no existe» y «Los cuerpos sin masa no son afectados por la gravedad». (Véase el Capítulo 9, Sección 2.) Además de las condiciones mencionadas, sobre la función de verdad parcial $\mathcal{V}$ postularemos que $\mathcal{V}$ asigna a las contradicciones el menor valor de verdad, a saber 0, y a las tautologías el mayor, a saber 1. También verificaremos si nuestra teoría ofrece resultados razonables en casos típicos de inferencia científica.

Lo anterior está expresado en un axioma disimulado como la

DEFINICIÓN 8.1 Se llama *álgebra booleana métrica de enunciados* a la estructura $\langle S, S_D, [S], \square, \blacksquare, \cup, \cap, {}^{-}, \mathcal{V}\rangle$, en la cual S es un conjunto no vacío, S_D es un subconjunto de S, $[S]$ es el cociente entre S y la relación $\Leftrightarrow$ de equivalencia lógica, $\square$ y $\blacksquare$ elementos distinguidos de $[S]$, $\cup$ y $\cap$ operaciones sobre $[S]$, $^{-}$ una operación unaria sobre $[S]$ y $\mathcal{V}$ una función sobre S_D, sii

(i) la estructura $\langle [S], \square, \blacksquare, \cup, \cap, {}^{-}\rangle$ es un álgebra de Boole, vale decir un retículo complementado y distributivo con elemento nulo $\square$ y elemento universal $\blacksquare$;

(ii) $\mathcal{V}$ es una función de variable real sobre $S_D \subset S$, tal que, para todo elemento p y q de S_D,

(*a*) $\mathcal{V}(p \,\&\, q) + \mathcal{V}(p \vee q) = \mathcal{V}(p) + \mathcal{V}(q)$;
(*b*) $\mathcal{V}(p) = 0$ para todo $p \in \square$;
(c) $\mathcal{V}(p) = 1$ para todo $p \in \square$.

La condición (*a*) es común a todos los retículos métricos o álgebras de medida. Las condiciones (*b*) y (*c*) determinan el rango de valores de $\mathcal{V}$. Sin embargo, no bastan para calcular los valores de un compuesto proposicional arbitrario a partir de los valores de sus componentes. (En otras palabras, la condición (*a*) no es un teorema de multiplicación completo.) Con todo, en la Sección 3.4 veremos que esta indeterminación parcial no constituye una desventaja práctica seria.

Antes de continuar, hagamos dos advertencias. Primero, en contra de las apariencias, $\mathcal{V}$ no es una medida de probabilidad sobre S_D, aunque solo fuera porque es un conjunto de individuos, no un campo de conjuntos (una σ-álgebra) como debería ser para cumplir con las condiciones de una medida de probabilidad. Más sobre ello en la Sección 3.6, punto ix. Segundo, tratamos con cuerpos de conocimiento cerrados antes que con conjuntos arbitrarios de enunciados y mucho menos con la totalidad de los enunciados fácticos. La razón de esta limitación es que toda teoría científica, si es coherente, es un ultrafiltro (recuérdese el Capítulo 5, Sección 3.1). Pero no todas las teorías científicas que se utilizan en un momento dado son mutuamente coherentes. (Más aún, en general, la unión de dos teorías no es una teoría.) En otras palabras, el álgebra de Boole reina dentro de toda teoría, pero no gobierna la totalidad de las proposiciones científicas, ni siquiera dentro de un campo de investigación dado.

3.3. Topologías de S_D

A continuación mostraremos que S_D tiene dos topologías de interés para la semántica, dadas por otras tantas métricas:

DEFINICIÓN 8.2 Llamaremos *distancia horizontal* a la función $\delta_{_} : S_D \times S_D \to [0, 1]$ que asigna a cada par de proposiciones $p, q \in S_D$ un número real entre 0 y 1, tal que

$$\delta_{_}(p, q) = |\mathcal{V}(p) - \mathcal{V}(q)|.$$

Este nombre para $\delta_{_}$ no es metafórico, ya que $\delta_{_}$ tiene, de hecho, casi todas las propiedades de una función de distancia, tal como queda demostrado por el

TEOREMA 8.1 La estructura $\mathcal{M}_{_} = \langle S_D, \delta_{_} \rangle$ es un espacio cuasimétrico, vale decir que la función de distancia $\delta_{_}$ satisface los siguientes axiomas:

(i) $\delta_{_}(p, q) = \delta_{_}(q, p)$,
(ii) $\delta_{_}(p, q) + \delta_{_}(q, r) \geqslant \delta_{_}(p, r)$,
(iii) $\delta_{_}(p, q) = 0$ sii $\mathcal{V}(p) = \mathcal{V}(q)$,

para todo p, q y r pertenecientes a S_D.

La $\delta_{_}$ cuasimétrica define una topología en el espacio S_D. Un ε-vecindario abierto de $p \in S_D$ es el conjunto

$$U_\varepsilon(p) = \{q \in S_D \mid |\mathcal{V}(p) - \mathcal{V}(q)| < \varepsilon\}, \text{ con } 0 \leqslant \varepsilon \leqslant 1.$$

Este es el conjunto de enunciados que son equivalentes al enunciado dado, dentro de la tolerancia (error) ε. Por ejemplo, el conjunto de confirmadores posibles q de una hipótesis p está incluido en el ε-vecindario de p. Véase la Figura 8.5.

Ahora estamos en condiciones de formalizar la noción de acuerdo entre dos enunciados, que utilizamos en la Sección 2:

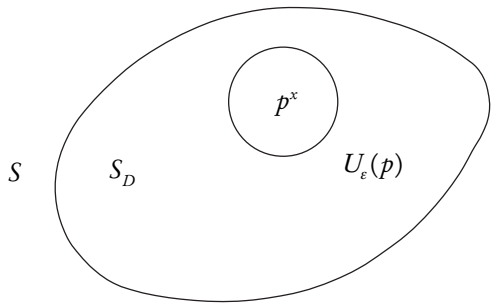


Figura 8.5. Un vecindario abierto de $p \in S_D$. Todos los enunciados que acuerdan con p dentro de ε pertenecen a $U_\varepsilon(p)$.

DEFINICIÓN 8.3 Para todo enunciado dado p perteneciente a S_D y todo número real preasignado $0 \leqslant \varepsilon \leqslant 1$, el enunciado $p \in S_D$ *acuerda con p dentro de* ε sii q se encuentra en el ε-vecindario de p.

COROLARIO 8.2 Los enunciados equivalentes acuerdan entre sí.

Demostración. Por el Teorema 2 (iii), la distancia entre enunciados equivalentes es nula.

Otra topología natural igualmente importante está determinada por otra función de distancia introducida en la siguiente

DEFINICIÓN 8.4 Llamaremos *distancia vertical* a la función $\delta_| : S_D \times S_D \rightarrow [0, 1]$ que asigna a cada par de proposiciones $p, q \in S_D$ un número real entre 0 y 1, tal que

$$\delta_|(p, q) = |\mathcal{V}(p \vee q) - \mathcal{V}(p \,\&\, q)|.$$

Véase la Figura 8.6.

Esta otra función merece su nombre, tal como se muestra en el

TEOREMA 8.2 La estructura $\mathcal{M} = \langle S_D, \delta_| \rangle$ es un espacio cuasimétrico.

Esta nueva métrica define una segunda topología en S_D. Ahora, un ε-vecindario abierto de $p \in S_D$ es

$$U_\varepsilon(p) = \{q \in S_D \mid \delta_|(p, q) < \varepsilon\}, \text{ con } 0 \leqslant \varepsilon \leqslant 1.$$

Los dos espacios de verdad $\langle S_D, \delta_- \rangle$ y $\langle S_D, \delta_| \rangle$ son separables (Hausdorff), porque son cuasimétricos. O sea, para dos proposiciones cuales-

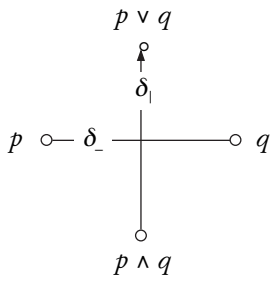


Figura 8.6. Distancias horizontal y vertical entre proposiciones.

quiera p y q que pertenecen a S_D, hay conjuntos abiertos G y H que pertenece a S_D, tal que p pertenece a G y q pertenece a H, y G y H son disjuntos. Más allá de su separabilidad compartida, los dos espacios de verdad son bastante diferentes, tal como muestra el

TEOREMA 8.3 La distancia vertical entre dos proposiciones cualesquiera es mayor o igual a su separación horizontal:

Si $p, q \in S_D$, luego $\delta_|(p, q) \geqslant \delta_-(p, q)$.

En consecuencia, un ε-vecindario cualquiera construido con $\delta_|$ incluye el correspondiente conjunto construido con δ_-. Por lo tanto, la topología $T_|$ generada por $\delta_|$ es más fuerte que la topología T_- determinada por δ_-. A causa de que la distancia vertical entre un enunciado y su negación es máxima (vale decir, $\delta_|(p, \neg p) = 1$), lo cual no ocurre en el caso de la distancia horizontal, puede preferirse $T_|$ a T_-. Hasta aquí llegamos en nuestra exploración de las topologías para S_D determinadas por nuestra valoración de verdad.

3.4. Comparación de valores de verdad

Derivemos, ahora, unas pocas consecuencias más de nuestros supuestos. Para conseguir nuestro objetivo, utilizaremos libremente la lógica ordinaria. Y tendremos presente que la afirmación de una posición no es un indicador de su valor de verdad: este, si se atribuye, debe asignarse mediante un metaenunciado que se añade, tal como, $\ulcorner \mathcal{V}(p) = ¼ \urcorner$.

TEOREMA 8.4 Para todo $p, q \in S_D$, $\mathcal{V}(p \vee q) \geqslant (p \,\&\, q)$.
Demostración. Por la Definición 4 y el Teorema 2.

TEOREMA 8.5 Para todo $p, q \in S_D$, $\mathcal{V}(\neg p) = 1 - \mathcal{V}(p)$.
Demostración. Establecer $q = \neg p$ en la Definición 1.

TEOREMA 8.6 El valor de verdad del antecedente de un condicional completamente verdadero no excede el grado de verdad de su consecuente:

Para todo $p, q \in S_D$, si $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1$, luego $\mathcal{V}(p) \leqslant \mathcal{V}(q)$.

Demostración. Establecer $\mathcal{V}(\neg p \vee q) =$ en la Definición 1 y usar el Teorema 5 para obtener

$$\mathcal{V}(p) = \mathcal{V}(q) - \mathcal{V}(\neg p \,\&\, q) \leqslant \mathcal{V}(q).$$

COROLARIO 8.3 Los enunciados equivalentes pertenecientes a S_D poseen el mismo valor de verdad:

Para todo $p, q \in S_D$, si $\mathcal{V}(p \Leftrightarrow q) = 1$, luego $\mathcal{V}(p) = \mathcal{V}(q)$.

Demostración. Si se intercambia p por q en el Teorema 6, se obtiene $\mathcal{V}(q) \leqslant \mathcal{V}(q)$ para el caso $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1$. Esto, junto con el Teorema 6, implica el resultado deseado.

Comentario. Este corolario no es trivial, porque no está restringido a los condicionales formalmente verdaderos.

TEOREMA 8.7 Para todo $p, q \in S_D$, si $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1$, luego

(i) $\mathcal{V}(p \,\&\, q) = (p)$,
(ii) $\mathcal{V}(p \vee q) = \mathcal{V}(q)$.

Demostración. Por lógica,

$$q \Leftrightarrow q \,\&\, (\neg p \vee p) \Leftrightarrow (\neg p \,\&\, q) \vee (p \,\&\, q),$$
$$q \Leftrightarrow q \vee (\neg p \,\&\, p) \Leftrightarrow (\neg p \vee q) \,\&\, (p \vee q).$$

El hecho de tomar $\neg p \,\&\, q$ y $p \,\&\, q$ como las variables de la Definición 1, lleva a (i). De modo semejante ocurre con (ii).

En el caso del Teorema 7, el valor de verdad de cada enunciado depende del grado de verdad del otro: este es un caso de *dependencia alética*. La dependencia alética incluye la *dependencia lógica*, la cual resulta cuando uno de los enunciados implica al otro. Abordemos, ahora, el problema de la independencia alética. Para ello, introduciremos la

DEFINICIÓN 8.5 Sean $p, q \in S_D$, con $\mathcal{V}(p) \neq 0$. Luego, el valor de verdad de q relativamente a p se define

$$\mathcal{V}\left(\frac{q}{p} = \frac{\mathcal{V}\,(p \,\&\, q)}{\mathcal{V}\,(q)}\right)$$

(Advertencia: estos no son los valores de verdad condicionales caracterizados en la Sección 2.3. Según nuestra concepción, todos los valores de verdad son condicionales, vale decir que presuponen alguna línea de base.)

Si $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1$, el Teorema 7 (i) y la Definición 5 implican $\mathcal{V}\left(\frac{q}{p}\right) = 1$.

En todos los otros casos, $\mathcal{V}\left(\frac{q}{p}\right) \neq 1$. En consecuencia, $\mathcal{V}\left(\frac{q}{p}\right) - \mathcal{V}(q)$ es una medida de la fortaleza de la dependencia alética. Esto sugiere la adopción de la siguiente

DEFINICIÓN 8.6 Sean $p, q \in S_D$, con $\mathcal{V}(p) \neq 0$. Luego,

(i) p es *aléticamente independiente* de $q =_{df} \mathcal{V}\left(\frac{q}{p}\right) = \mathcal{V}(p)$

(ii) p es *aléticamente dependiente* de q sii p no es aléticamente independiente de q.

Esta relación de independencia alética no es simétrica, pero siempre que p es independiente de q o a la inversa, el valor de su conjunción es el mismo, a saber el producto de sus grados de verdad. De manera más explícita, tenemos el

TEOREMA 8.8 Si p y q son enunciados aléticamente independientes pertenecientes a S_D, luego

$$\mathcal{V}(p \,\&\, q) = \mathcal{V}(p) \cdot \mathcal{V}(q)$$

Demostración. Por las Definiciones 5 y 6.

COROLARIO 8.4 Si p y q son enunciados aléticamente independientes pertenecientes a S_D, luego

$$\mathcal{V}(p \vee q) = \mathcal{V}(p) + \mathcal{V}(q) - \mathcal{V}(p) \cdot \mathcal{V}(q).$$

Ahora disponemos de todo lo que necesitamos en la práctica: si p y q son enunciados aléticamente dependientes, aplicamos el Teorema 8; de otro modo utilizamos el Teorema 9. A fin de contar con una referencia, reunimos estos resultados en el siguiente cuadro:

p implica q	*p y q son aléticamente independientes*
$\mathcal{V}(p \,\&\, q) = \mathcal{V}(p)$	$\mathcal{V}(p \,\&\, q) = \mathcal{V}(p) \cdot \mathcal{V}(q)$
$\mathcal{V}(p \vee q) = \mathcal{V}(q)$	$\mathcal{V}(p \vee q) = \mathcal{V}(p) + \mathcal{V}(q) - \mathcal{V}(p) \cdot \mathcal{V}(q)$.

Una aplicación obvia de estos resultados es el siguiente

TEOREMA 8.9 Sea T una teoría científica con n supuestos independientes A_i. Luego,

(i) el grado de verdad de la base axiomática es igual al producto de los grados de verdad parciales:

$$\mathcal{V}\left(\bigwedge_{i=1}^{n} A_i\right) = \prod_{i=1}^{n} \mathcal{V}(A_i);$$

(ii) el grado de verdad de un supuesto conjugado con cualquiera de sus consecuencias lógicas es igual al primero:

Si $A_i \vdash t$, luego $\mathcal{V}(A_i \,\&\, t) = \mathcal{V}(A_i)$.

Demostración. La parte (i) se sigue de una generalización obvia del Teorema 8 a una conjunción de un número finito arbitrario de enunciados independientes. La parte (ii) es una aplicación del Teorema 7 (i).

Dado que una teoría bien organizada está constituida por un montón de supuestos y todas sus consecuencias, el teorema anterior justifica la adopción de la siguiente convención acerca del grado de verdad de una teoría científica.

DEFINICIÓN 8.7 El *grado de verdad de una teoría científica* es igual al producto de los valores de verdad de sus supuestos iniciales, a condición de que estos sean mutuamente independientes.

Esta definición dilucida la noción de grado de verdad de una teoría, pero no nos permite calcular el grado de verdad de una teoría no trivial cualquiera de la ciencia fáctica. Dicho valor numérico se debe dejar sin

calcular. Todo lo que podemos hacer es estimar el valor de verdad de unas pocas consecuencias lógicas de los axiomas conjugados con supuestos subsidiarios y datos empíricos, y ver si los resultados confirman o debilitan las premisas, tanto las teóricas como las extrateóricas. De hecho, considérese el siguiente proceso, que es bastante típico. (Para más detalles véase Bunge 1967a, Capítulo 15 y Bunge 1973b, Capítulo 10.)

Supuestos teóricos iniciales: A_1, A_2.
Premisas adicionales: hipótesis subsidiaria *s* y dato *e*.
Deducción de una consecuencia comprobable t: A_1, A_2, *s*, *e* $\vdash$ *t*.
Producción de un nuevo dato empírico e' pertinente respecto de t.
Contrastación de t con e'.
Estimación del grado de verdad de t suponiendo que e' es verdadero.
Inferencia acerca de si el paso anterior confirma o debilita las premisas.

El intento de ir corriente arriba y calcular el valor de verdad de los supuestos iniciales sobre la base de los grados de verdad de unas pocas de sus consecuencias conjugadas con supuestos ajenos adicionales (tales como *s* y *e*) es quimérico.

Cerramos esta subsección definiendo algunos conceptos relacionados.

DEFINICIÓN 8.8 Sean $T = \langle S, \vdash \rangle$ y $T' = \langle S', \vdash \rangle$ dos teorías con un núcleo de significado en común, vale decir que $\mathcal{S}(T) \cap \mathcal{S}(T') \neq \emptyset$ y $\mathcal{R}(T) \cap \mathcal{R}(T') \neq \emptyset$. Luego, *T* es *más verdadera* que *T'* sii hay una transformación *f*, 1 : 1, de *S* a *S'*, tal que para cada *p* de *T*, $\mathcal{V}(p) \geqslant \mathcal{V}(f(p))$.

DEFINICIÓN 8.9 Sean $T = \langle S, \vdash \rangle$ y $T' = \langle S', \vdash \rangle$ dos teorías con un núcleo de significado en común. Luego, *T* y *T'* son *aléticamente independientes* sii hay una transformación conservadora de la verdad $f : S \rightarrow S'$, es decir una transformación que, para cada *p* de *T*, $\mathcal{V}(p) = \mathcal{V}[f(p)]$.

DEFINICIÓN 8.10 Sean *T* y *T'* dos teorías aléticamente equivalentes. Luego, *T* y *T'* son dos teorías *semánticamente equivalentes* sii tienen el mismo sentido y los mismos referentes.

3.5. La inferencia científica

A continuación veamos si nuestra teoría se adecua a los procedimientos usuales de la inferencia científica. Para comenzar, la teoría sanciona la creencia común de los científicos acerca de que las proposiciones fácticas son más o menos verdaderas en lugar de totalmente verdaderas o totalmente falsas. Además, nuestra teoría da precisión cuantitativa a la idea de verdad parcial. En particular, tenemos el siguiente código:

Lengua vernácula científica	*Jerga metacientífica*
p es *verdadera*	$\mathcal{V}(p) \doteq 1$
p es *aproximadamente verdadera*	$0 \ll \mathcal{V}(p) < 1$
p es *verdadera dentro de* $\varepsilon > 0$	$\mathcal{V}(p) = 1 - \varepsilon$
p es *parcialmente verdadera*	$½ < \mathcal{V}(p) < 1$
p es *falsa dentro de* $\varepsilon > 0$	$\mathcal{V}(p) = \varepsilon$
p es *casi falsa*	$0 < \mathcal{V}(p) \ll 1$
p es *falsa*	$\mathcal{V}(p) \doteq 0$
p es *más verdadera que* q	$\mathcal{V}(p) > \mathcal{V}(q)$
p y q *acuerdan dentro de* $\varepsilon > 0$	$\lvert\mathcal{V}(p) - \mathcal{V}(q)\rvert \mathcal{V}(q) \leqslant \varepsilon$
p y q *desacuerdan dentro de* $\varepsilon > 0$	$\lvert\mathcal{V}(p) - \mathcal{V}(q)\rvert \mathcal{V}(q) \geqslant \varepsilon$,

donde '$\doteq$' es el símbolo estándar para la igualdad aproximada y ε es la discrepancia introducida en la Sección 2.3.

En segundo lugar, la teoría contiene el modus ponens y el modus tollens, que constituyen las piedras angulares de la teoría y práctica de la deducción. De hecho, si $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1$ y $\mathcal{V}(p) = 1$, por el Teorema 7 (i), $\mathcal{V}(p \,\&\, q) = \mathcal{V}(p)$. Reemplazando estos valores en la Definición 1, obtenemos $\mathcal{V}(q) = 1$. De manera similar, con el modus tollens, si establecemos que $\mathcal{V}(q) = 0$ en el Teorema 7 (iii) se obtiene $\mathcal{V}(p \vee q) = 0$, lo cual, al efectuar el reemplazo en la Definición 1, implica que $\mathcal{V}(p) = 0$. Se obtienen resultados similares reemplazando = por $\doteq$, vale decir para los patrones de inferencia más débiles.

Supóngase ahora que un condicional se afirma de manera tentativa, se pone a prueba su consecuente y este resulta verdadero (o falso) dentro de cierta discrepancia ε, donde $0 < \varepsilon \ll 1$. O sea, tenemos

(i) *Confirmación*
Supuestos: $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1, \mathcal{V}(q) = 1 - \varepsilon$.
Consecuencia: $\mathcal{V}(p) = 1 - \varepsilon - \mathcal{V}(\neg p \,\&\, q) \leqslant 1 - \varepsilon$.

(i) *Refutación*
Supuestos: $\mathcal{V}(p \Rightarrow q) = 1, \mathcal{V}(q) = \varepsilon.$
Consecuencia: $\mathcal{V}(p) = \varepsilon - \mathcal{V}(\neg p \,\&\, q) \leqslant \varepsilon.$

Puesto en palabras: si se confirma q, se puede asignar a p una *cota superior* menor o, en el mejor de los casos, igual al valor de q. Y si q resulta refutada, también es refutada p. En resumen, recuperamos lo que ya sabíamos, a saber que mientras la confirmación es inconcluyente, la refutación es bastante inequívoca, es decir, si limitamos nuestras reflexiones a pares de enunciados.

Los resultados previos son válidos únicamente para enunciados *aislados*, situación normal en la lógica inductiva, pero extremadamente artificial en la ciencia. En la ciencia viva se asigna valor de verdad a las hipótesis a la luz tanto de otras hipótesis como de cuerpos enteros de pruebas empíricas; de modo semejante, estas últimas se estiman a la luz de otras pruebas empíricas, así como de hipótesis, en realidad de teorías. Cuando se tiene en cuenta esta circunstancia, es posible obtener cotas diferentes a las calculadas anteriormente: vale decir que se puede fortalecer la confirmación y debilitar la refutación o viceversa. En resumen, a fin de juzgar cada hipótesis y cada dato, se recurre al cuerpo íntegro de conocimientos pertinentes. No se trata de que *das Wahre ist dans Ganze*† (Hegel), sino de que el reconocimiento de la verdad o falsedad exige toda una batería de pruebas (Bunge, 1961c, 1967a, Volumen II, Capítulo 15). Puede que la totalidad tenga significado pero, si es fáctica, no puede ser totalmente verdadera.

Por último, señalaremos que nuestra teoría de la verdad es contigua a la teoría de la inferencia científica y, en particular, al cálculo de los errores de observación. Este último es el encargado de asignar al error o discrepancia ε un valor numérico.

3.6. Comentarios

(i) La medida de verdad $\mathcal{V}$ es una función continua. Pero esto no nos permite reemplazar la dicotomía tautología/no tautología por una gama más rica de grados de verdad y falsedad *lógicas*. Esta dicotomía aristotélica es muy básica: está inserta en la propia álgebra de los enunciados, la

† «Lo verdadero es la totalidad». [*N. del T.*]

cual es un álgebra booleana con solo dos elementos distinguidos, □ y □. *Esto* es lo que consideramos que significa «bivaluada» en referencia a la lógica ordinaria, no que se excluyen valores de verdad diferentes de 0 y 1. A fin de introducir (de un modo puramente sintáctico) grados de analiticidad intermedios entre la tautología y la contradicción, se debería modificar esa estructura algebraica; por ejemplo, incrementando el número de elementos distinguidos del conjunto de enunciados y caracterizándolos adecuadamente. Sin embargo, resulta dudoso que tal reforma, si bien algebraicamente factible, fuese de interés para la lógica de la ciencia fáctica. En todo caso, la formulación de la lógica aléticamente neutral que hemos adoptado nos recuerda que la verdad y la falsedad lógicas, a diferencia de la verdad y la falsedad fácticas, son estructurales o algebraicas, algo que la exposición de la lógica de la teoría de modelos tiende a oscurecer. Las lógicas no son un cálculo de verdades, sino un cálculo de implicaciones.

(ii) La continuidad de la función de valoración V antes mencionada permite considerar aproximaciones arbitrariamente cercanas o bien a la verdad total o bien a la falsedad total. Un ejemplo típico lo provee cualquier expansión de una serie. Cuando se expande una función como una serie convergente y se añaden solo los primeros n términos, se comete el error $R_n = |S - S_n|$, donde S es la suma exacta, pero tal vez desconocida, de la serie, en tanto que S_n es la suma conocida o cognoscible de sus primeros n términos. A medida que se añaden más términos el resto R_n decrece y el valor de verdad de la aproximación se incrementa correspondientemente. En efecto, es posible establecer $\mathcal{V}(S_n \mid S) = |1 - R_n / S|$.

(iii) Nuestra teoría permite dilucidar la noción intuitiva de «aproximación asintótica a la verdad total», también expresada en ocasiones, de manera bastante engañosa, como «el progreso gradual de la verdad relativa a la verdad absoluta». Siguiendo a Reichenbach (1949), una manera de exactificar esta idea es aplicar la noción estándar de convergencia de una secuencia a una secuencia $\langle p_n \mid n \in N \rangle$ de proposiciones, todas ellas con la misma forma y referente; por ejemplo los sucesivos resultados de mediciones de la carga del electrón. Esto puede hacerse fácilmente, pero no es de gran ayuda porque nunca contamos con secuencias infinitas de enunciados fácticos de esa clase, a cada uno de los cuales se le haya asignado un valor de verdad. La mayoría de las veces, desplazamos nuestro interés de una familia de proposiciones a otra antes de tener la oportuni-

dad de formar una secuencia lo bastante larga como para sugerir (antes que exhibir) alguna propiedad de convergencia (Bunge, 1963a). Además, la correspondiente secuencia de valores de verdad, vale decir $\langle \mathcal{V}p_n \mid n \in N \rangle$, no podría exhibir una convergencia en sentido matemático estricto, porque los términos de la secuencia no obedecen ninguna ley. De seguro, hay conjuntos de teorías con el mismo referente que constituyen secuencias crecientes finitas, pero estas secuencias no son muy largas y no hay razón para creer que alguna de ellas pueda continuar de manera indefinida. En todo caso, no hay ninguna teoría del conocimiento confirmada que contenga un enunciado legal –no solo una opinión panglossiana– acerca de que toda secuencia de hipótesis (o de teorías) con respecto a un referente fáctico dado cualquiera deba converger hacia la verdad total. Lo que sí tenemos son unas pocas generalizaciones de dominio restringido, tales como esta: «El valor de verdad de una estimación estadística se acerca a la unidad a medida que el tamaño de la muestra se acerca al total de la población». Pero esta aproximación de la verdad parcial a la total no es uniforme o legal, y por ende no puede ser descrita con auxilio del concepto matemático de límite. De tal modo, si la población está compuesta en igual proporción por *A* y *B*, un muestreo puede dar como resultado la obtención de puras *A* durante la primera mitad del tiempo y solo *B* la otra mitad, de modo tal que durante el primer período la frecuencia relativa de las *A* sería 1 en lugar de la frecuencia ½ propia del largo plazo.

(iv) La función de valoración $\mathcal{V}$ es «externa» al álgebra de proposiciones. Esto concuerda con el hecho de que los valores de verdad fáctica se asignan en lugar de extraerse de las propias proposiciones por medio de la mera fuerza del análisis. Este procedimiento funciona únicamente para las verdades y falsedades lógicas, tal como ha señalado Leibniz. La externalidad de $\mathcal{V}$ con respecto al álgebra tiene la ventaja de que podríamos intentar buscar funciones diferentes de las determinadas por la Definición 1 y, a la vez, mantener la lógica intacta. Además, sería posible estudiar todas las medidas continuas sobre S_D.

(v) Nuestra afirmación de que los valores de verdad, si esta es fáctica, no son propios de las proposiciones sino que les son conferidos *ab extrinseco*, concuerda con nuestro tratamiento de los valores de verdad cuando esta es fáctica, como valores de cierta función $\mathcal{V}$ antes que como elementos del álgebra de enunciados. Que los valores de verdad sean asignados (y reasignados) en lugar de ser revelados por el análisis no im-

plica que nuestra teoría dilucide un concepto pragmático o metodológico de verdad. Lo que sí implica es que cualquier aplicación de nuestra alética exige el concurso de la metodología. Un concepto pragmático de verdad estaría caracterizado por (*a*) una función $\mathcal{V}_p$ en lugar de nuestra $\mathcal{V}$, sobre el conjunto $S_D \times P$ de pares de enunciados y (*b*) ciertos supuestos acerca de los *P*, especialmente sus hábitos –o las normas– de asignación de valores de verdad.

(vi) Hemos definido $\mathcal{V}$ sobre un subconjunto propio S_D de la totalidad *S* de enunciados. O sea, nos abstenemos de asignar valores de verdad a numerosos enunciados, entre otras causas porque carecemos de las pruebas pertinentes o porque no disponemos de una demostración. (Este aspecto de nuestra semántica podría ser aprobado por el intuicionista matemático.) La razón es sencilla: en realidad, la mayoría de los enunciados de la ciencia fáctica siguen sin ser valorados. En resumen, nuestra alética admite lo que ha sido llamado *lagunas veritativas* sin requerir ningún cambio de lógica. Lo único que requiere es la noción de función parcial, la cual puede interpretarse como una función total sobre un dominio enriquecido con un elemento ficticio que encarna lo indefinido (Scott y Strachey, 1971).

(vii) Una solución alternativa al problema de las lagunas veritativas la constituye, por supuesto, la adopción de la lógica intuicionista. Pero esto requeriría la reconstrucción de toda la matemática en términos intuicionistas dado que, en principio, la ciencia fáctica utiliza la totalidad de la matemática. Nuestra solución al problema es mucho menos gravosa.

(viii) Otra solución al problema de las lagunas veritativas es adoptar algún sistema de lógica trivaluada que incluya un tercer valor que podemos llamar «indeterminado». Esta jugada fue propuesta, de hecho, en relación con la mecánica cuántica, la cual –como toda otra teoría, en realidad– contiene enunciados empíricamente incomprobables, tales como los que se refieren a los «interfenómenos» o acontecimientos que se supone que ocurren entre las observaciones (Reichenbach, 1944). Pero esta propuesta, al igual que otras parecidas hechas por diversos autores y por diferentes no-razones, no funciona. Primero, se debería poder señalar por lo menos una demostración de mecánica cuántica que exigiese reglas de inferencia diferentes de las consagradas por la lógica ordinaria. Segundo, la mecánica cuántica debería poder ser reaxiomatizada sobre la base del cálculo lógico alternativo. Ninguna de estas condiciones ha sido

satisfecha: la revolución lógica todavía está, después de cuatro décadas, en la etapa inicial de proclamación. Y si tuviera éxito, asfixiaría a la mecánica cuántica al aislarla del resto de la física, la cual presumiblemente conservaría su lógica clásica. En realidad, las teorías con lógicas diferentes no pueden ser combinadas, algo que debe hacerse si han de acabar siendo aplicables o comprobables. (Véase Bunge, 1973a y 1973b.)

(ix) El álgebra booleana métrica introducida en la Definición 1, no debe confundirse con una medida de probabilidad. Por un lado, los argumentos de $\mathcal{V}$ son individuales (proposiciones), no conjuntos. (En otras palabras, el dominio de $\mathcal{V}$, a diferencia del de *Pr*, no es un campo de conjuntos.) Por otro lado, nuestra condición de normalización es $\mathcal{V}(p) = 1$ para $p \in$ □, no $\mathcal{V}(S_D) = 1$, como debería ser para constituir una medida de probabilidad. Tercero, nuestra teoría no contiene ningún supuesto semántico que afirme que «$\mathcal{V}(p)$» representa la probabilidad de la proposición *p*, sea lo que fuere lo que esta expresión pueda significar si es que, en efecto, tiene algún significado. (No puede significar «la probabilidad de ser verdadero», puesto que esto nos arrastraría a un círculo: el enunciado «$Pr\,[\mathcal{V}(p) = 1] = r$» involucra el concepto de verdad total.) Esta característica semántica de nuestra teoría debería bastar para distinguirla de las diversas teorías de la verdad como probabilidad (o improbabilidad), aun si escogiéramos el mismo formalismo matemático.

Hay más: mientras que nuestros axiomas pueden ser aplicados de modo inmediato a las situaciones de interés en la ciencia real, los axiomas de la teoría de la medida no ofrecen, así sin más, ningún enunciado probabilístico. En efecto, la teoría de la probabilidad propiamente dicha, en tanto diferente de la teoría de la medida, comienza allí donde esta última acaba, a saber en la especificación (construcción) de un espacio de probabilidades o espacio de «eventos». (Nuestro conjunto básico [*S*], en cambio, queda suficientemente caracterizado con decir que forma un álgebra de Boole.) Expresado de otro modo: la teoría de la medida ofrece solo los fundamentos del cálculo de probabilidades. Estos fundamentos no pueden ser activados para obtener resultados probabilísticos, tales como las leyes de los grandes números, a menos que sean enriquecidos con algún modelo definido de una situación posible (aunque idealizada), tal como el modelo de la moneda, un modelo de urna o un modelo de cadena de Markov. Sin un modelo como estos no hay teoría de la probabilidad propiamente dicha. (Véase, por ejemplo, Kolmogoroff, 1963; Feller, 1968.) Y estos dispositivos específicamente probabilísticos son tan

ajenos a nuestra teoría de la verdad como lo son a la teoría de la medida: tanto la verdad como la medida son independientes de la aleatoriedad. Además, todo lo que estos modelos probabilísticos hacen es permitirnos asignar probabilidades a los «eventos» elementales (los conjuntos individuales), nunca a los enunciados correspondientes. Se supone que los propios enunciados de probabilidad, si son teóricos, son totalmente verdaderos y han sido derivados de acuerdo con la lógica ordinaria. (Su valor de verdad fáctica es, desde luego, otro asunto.) La difundida concepción de que la teoría de probabilidades es una generalización de la lógica que involucra implicaciones de probabilidades y sanciona el razonamiento inductivo ignora la estructura perfectamente clásica de la teoría. Hay algo más que decir respecto de todo esto: le echaremos un vistazo en la próxima sección.

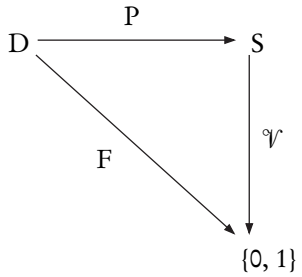
(x) Nuestra teoría de la verdad explica qué es lo erróneo en la concepción de Frege del predicado como una aplicación de individuos de un dominio D a valores de verdad (Capítulo 1, Sección 1.3). Si, sencillamente, fingimos (con Frege) que a toda proposición se le puede asignar un valor de verdad (vale decir, si establecemos $S_D = S$) y solo conservamos los dos extremos 0 y 1 del intervalo unitario, obtenemos las funciones

$$P : D \rightarrow S \text{ y } \mathcal{V} : S \rightarrow \{0, 1\}.$$

La composición de estas funciones da por resultado lo que puede llamarse *predicado F de Frege*, correspondiente al predicado P:

$$F =_{df} \mathcal{V} \circ P : D \rightarrow \{0, 1\}.$$

Lo que Frege hizo fue saltarse la anterior división de F en $\mathcal{V}$ y P.



TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 161

4. Verdad *et alia*

4.1. Verdad y probabilidad

Los escépticos y los empiristas han insistido con razón en la naturaleza «probable» del conocimiento fáctico. Pero hasta hace poco utilizaban una acepción no técnica del término 'probable', a saber como sinónimo de 'incierto' o 'corregible' o ambos. La teoría de la verdad como probabilidad propuesta en las últimas seis décadas pareció formalizar la concepción tomando el término popular 'probable' en el sentido técnico que le atribuye la teoría de probabilidades. Más precisamente, estas teorías equiparan el valor de verdad de un enunciado fáctico con su probabilidad o con una función creciente (o decreciente) de esta. Se trata, por ende, de teorías filosóficas. Pero también de teorías vacías, puesto que no existe procedimiento alguno más que el arbitrario decreto para asignar probabilidades a los enunciados. La pasión por la exactitud es noble, sin duda, pero como todas las otras pasiones, puede ponernos en ridículo.

El modo en que se asignan las probabilidades, tanto en la teoría de la probabilidad aplicada como en la ciencia teórica, consiste en diseñar algún modelo estocástico del sistema *fáctico* de interés, como por ejemplo un modelo de urna. (Recuérdese el punto (ix) de la Sección 3.6.) Este procedimiento no funciona para los enunciados, como es el caso de las hipótesis científicas, aunque solo fuera porque estas no se escogen al azar (por ejemplo, extrayéndolas de un sombrero lleno de enunciados blancos [verdaderos] y negros [falsos]). El propio concepto de aleatoriedad, sin el cual la teoría de probabilidades no tendría aplicación, carece de sentido en relación con un objeto único y cuidadosamente concebido como una hipótesis científica.

A lo que, a menudo, sí se le puede asignar probabilidades, es a los *hechos* a que se refiere un enunciado probabilístico (fáctico). De tal modo, es posible que podamos calcular, con ayuda de una teoría estocástica *específica*, o medir, sirviéndonos para ello de un dispositivo experimental *específico*, la probabilidad de cierto *acontecimiento* perteneciente a una clase uniforme de elementos fácticos, tales como las precipitaciones en un área dada. Pero estas asignaciones de probabilidades serán correctas o incorrectas en cierta medida que es independiente de la probabilidad objetiva del acontecimiento dado. Por ejemplo, la probabilidad de cierto

acontecimiento nuclear *e* puede ser extremadamente pequeña, por caso 10^{-24}, en tanto que el grado de verdad de esta asignación de probabilidad puede ser bastante alto, por ejemplo 0,9. Vale decir que podemos tener $\mathcal{V}[P(e) = 10^{-24}] = 0{,}9$. Y también podemos tener la situación opuesta, es decir la asignación de un valor de probabilidad elevado que sea casi falsa. En resumen, las probabilidades de los hechos y los grados de verdad son mutuamente independientes. En consecuencia, no hay ninguna manera de inferir el grado de verdad de un enunciado a partir de la probabilidad del hecho al que se refiere, ni a la inversa. Expresado de otro modo: no hay ninguna superteoría que trate a la vez de un dominio fáctico y de una teoría acerca de este, que contenga enunciados legales que relacionen los hechos con nuestro conocimiento de ellos. Ni siquiera sabemos si esas conexiones legales entre los hechos (aleatorios o no) y nuestro conocimiento de ellos podrían descubrirse.

En conclusión, puesto que la teoría de la verdad como probabilidad (y la teoría de la verdad de la teoría de la información) no están en condiciones de asignar probabilidades a los enunciados, tenemos que dejar de equiparar el 'probable' gnoseológico (= 'incierto' o 'corregible') con el 'parcialmente verdadero' semántico. Y a nadie le haría daño prestar atención al modo en que los científicos estiman realmente la cantidad de la pizca de verdad de sus teorías. Es posible que no utilicen la *palabra* 'verdad' (al igual que raramente usan el término 'causa'), porque el positivismo y el convencionalismo les han dado una mala reputación, pero con seguridad utilizan un *concepto* (presistemático) de verdad (fáctica y parcial), como muestra claramente su búsqueda de mejores representaciones de los hechos.

Además, los conceptos de verdad son a la vez *más básicos* y *más universales* que el concepto de probabilidad. De hecho, queremos tener la capacidad de decir que determinada asignación de probabilidad (*a un hecho*) está cerca (o lejos) de la verdad. Y mientras que todos los enunciados probabilísticos tienen, presumiblemente, algún valor de verdad, son solamente un subconjunto propio de la totalidad de los enunciados. En resumen, no hay sustituto para la verdad fáctica y la teoría de la verdad debe tener prioridad sobre las teorías fácticas, tanto estocásticas como no estocásticas. Y la alética, al igual que la probabilidad aplicada, presupone la lógica ordinaria. Prácticamente, todas las teorías lo hacen.

4.2. Verdad, significado y confirmación

En el Capítulo 7, Sección 2.2, estipulamos que el significado es una propiedad de los constructos y que únicamente aquellas expresiones de un lenguaje que designen constructos serán significativas. Y en este capítulo hemos convenido que, entre los constructos, solo es posible (aunque no necesario) asignar un valor de verdad a los enunciados. La Figura 8.7 exhibe estas ideas.

La verdad depende del significado (el sentido junto con la referencia), pero no a la inversa: a la misma proposición fáctica se le puede asignar un valor de verdad en un momento y otro diferente en otro momento, sin que su significado cambie en lo más mínimo. (Los cambios de significado involucran cambios en los propios constructos.) Por ejemplo, la refutación de las leyes del movimiento de Aristóteles por Galileo no modificó su significado. Galileo no podría haber aceptado ni la concepción de Frege de que los valores de verdad determinan el significado ni la doctrina del significado como verificación, según la cual los significados son secretados por los procedimientos de verificación.

Sin embargo, estas doctrinas que afirman la primacía de la verdad con respecto al significado sobreviven en diversas versiones diluidas. Una de ellas es la concepción de que las condiciones de verdad de un lenguaje determinan su semántica. (Para la noción de condición de verdad, véase la Sección 2.4.) En términos pragmáticos: «Dar la semántica de un lenguaje se reduce a estipular sus condiciones de verdad». No nos detengamos en nimiedades como la extravagante creencia de que son los lenguajes, en lugar de las teorías, los que tienen condiciones de verdad. (Para una defensa de la neutralidad alética de los lenguajes véase el Capítulo 1,

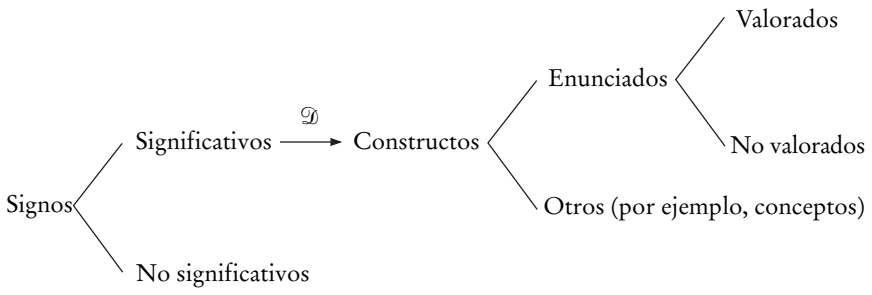


Figura 8.7. La verdad depende del significado.

Sección 1.1.) La tesis puede funcionar bien en la lógica elemental, pero no es así, sin duda, en la ciencia fáctica. Primero, porque en esta no hay condiciones necesarias y suficientes según las cuales un enunciado pueda ser declarado total o parcialmente y definitiva o, incluso, provisionalmente, verdadero o falso. (Recuérdese la Sección 2.4.) Segundo, porque si bien toda teoría científica decente tiene un significado (sentido y referencia) razonablemente definido, determinado por sus supuestos básicos, tal vez no sepamos nada acerca de las condiciones en las cuales se puede considerar (aproximadamente) verdadera. En conclusión, la afirmación de que las condiciones de verdad determinan los significados es tan falsa como la tesis inversa. El significado y la verdad son componentes semánticos igualmente básicos de las proposiciones.

La verdad tampoco debe ser confundida con la confirmación. Los dos conceptos pertenecen a categorías diferentes: la verdad a la semántica y la confirmación a la metodología. Pero por lo menos, en este caso, confundirlas constituye un error inteligente, puesto que la confirmación es necesaria, aunque insuficiente, para atribuir valores de verdad. En efecto, si un enunciado ha sido abundantemente confirmado por la experiencia y es coherente con teorías razonablemente bien corroboradas, es posible asignarle un valor de verdad cercano a la unidad, hasta próximo aviso. Pero tal como lo muestra la superstición, la confirmación empírica resulta insuficiente; y la refutación puede no resultar de ayuda. Más aún, en ocasiones, las comprobaciones empíricas son imposibles, a pesar de lo cual es posible que dispongamos de razones para asignar un elevado grado de verdad a una hipótesis. La Figura 8.8 ilustra una situación frecuente en la ciencia teórica. (Véase Bunge, 1967a, I, 5.6.)

Lo que vale para los conceptos cualitativos de verdad y confirmación, vale también para cualesquiera de sus explicata cuantitativos: la confirmación no es más que un indicador inseguro de la verdad. Así pues, el enunciado ⌜Todo número natural es mayor que otro número natural preasignado cualquiera⌝ es patentemente falso pero, puesto que tiene infinitos confirmadores, se le podría asignar un grado máximo de confirmación. En resumidas cuentas, los dos conceptos, verdad y confirmación, si bien están relacionados, son distintos. Una relación parecida es la que hay entre el concepto semántico de verdad y el concepto pragmático (o psicológico) de aceptación, crédito o creencia. Pero esto merece una subsección aparte.

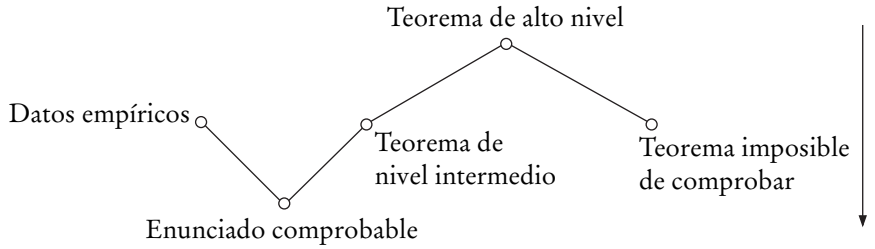


Figura 8.8. Un teorema imposible de comprobar puede considerarse (más o menos) verdadero si pertenece a una teoría que incluye abundantes teoremas corroborados.

4.3. Verdad y creencia

Salvo para el dogmático, la verdad no es la creencia: todo el mundo puede creer en falsedades y no creer en verdades; y todos ignoramos la mayoría de las verdades, así como la mayoría de las falsedades. Mantengamos la distinción –que no necesariamente la separación– entre verdad y creencia. Deben desposarse si han de dar frutos o, mejor dicho, frutos comestibles. El concepto semántico de verdad y el concepto pragmático (o psicológico) de creencia (personal o colectiva) se funden en el de verdad pragmática o verdad para alguien. De modo más exacto, hay dos conceptos de verdad pragmática: la verdad *personal* (subjetiva) y la verdad *colectiva* (o intersubjetiva), las cuales, tal como advierte la fábula del emperador desnudo, no deben confundirse con la verdad objetiva. Estos conceptos aparecen en enunciados de la forma ⌜*x* cree *p*⌝, donde los casos de sustitución de *x* son personas o grupos sociales. Las teorías que tratan de enunciados de este tipo se conocen como sistemas de *lógica doxástica* y están estrechamente relacionados con las teorías referentes a los enunciados de la forma ⌜*x* sabe que *p*⌝, las cuales son el objeto de la llamada *lógica epistémica* (Hintikka, 1962).

Si bien no hay duda de que ambas «lógicas» constituyen empresas respetables, parece claro que no son *lógicas*, sino disciplinas fácticas y, por ende, que necesitan de la comprobación empírica. En efecto, todo enunciado referente a una creencia o a un conocimiento, como los mencionados anteriormente, se refieren tanto a las proposiciones como a las personas: «dicen» acerca de las personas (o grupos sociales) tanto o más que acerca de las proposiciones. (No se trata de metaenunciados, tales como

⌜*p* es verdadera⌝, sino de enunciados objeto con dos referentes). Si este es el caso, solo los psicólogos pueden decirnos algo sobre el valor de verdad de las hipótesis desdeñadas por los lógicos doxásticos y epistémicos. En otras palabras, si bien las ciencias empíricas de la creencia y el conocimiento son bienvenidas y, además, ya hace tiempo que deberían haber llegado, una teoría a priori de la creencia y el conocimiento no tiene ninguna oportunidad de resultar verdadera y, con ello, de contribuir al conocimiento y fortalecer nuestra creencia en este. Expresado de otro modo: incluso los enunciados de creencia y conocimiento, vale decir los enunciados de creencia o conocimiento personales (o colectivos) tienen que ser objetivos y empíricamente comprobables.

Desde luego, las verdades (y falsedades) objetivas no son ideas platónicas: con el perdón de Bolzano, no hay tal cosa como un *Wahrheit an sich*,† independiente de seres pensantes (Bolzano, 1837, I, Sección 25). Los enunciados en sí son solo ficciones útiles (por oposición a las vanas o malvadas). Una proposición, vista desde una perspectiva metafísica, no es un objeto autónomo (una entidad), sino tal vez cierta clase de equivalencia de procesos cerebrales (pensamientos) de algún tipo. (Adviértase la vaguedad, inevitable en el estado actual de la psicología cognitiva.) Y una actitud proposicional, tal como conocer, creer o dudar de una proposición, es otra clase de equivalencia de procesos cerebrales, esta vez de los relacionados con otros procesos cerebrales. De manera esquemática, tenemos tres niveles:

(i) *Clase de los pensamientos* de cierto tipo (juicios).
(ii) *Proposición objeto* = Una clase de equivalencia de los pensamientos de cierto tipo.
(iii) *Actitud proposicional* = Una clase de equivalencia de los pensamientos acerca de pensamientos.

(*a*) *p* está *dada*: la tomas o la dejas.
(*b*) *p* se *examina* con la finalidad de averiguar su grado de verdad, su relación con otras proposiciones o su utilidad para cierta acción, etcétera.
(*c*) *p* se *supone* o se hipotetiza (no se afirma necesariamente como verdadera).

† 'Verdad en sí' en alemán. [*N. del T.*]

(*d*) *p* se *confirma* (en particular, se demuestra) o se *debilita* (en particular, se refuta).
(*e*) A *p* se le *asigna* un *valor de verdad*.
(*f*) A *p* se le *asignan propiedades no semánticas*: sistemicidad, profundidad, potencia heurística, etcétera.
(*g*) *p* se *adopta* o *rechaza* para ciertos propósitos, ya sean teóricos, experimentales o prácticos.
(*h*) *p* se *cree*, no se *cree* o se deja en *suspenso*.
Etcétera.

Para finalizar, la verdad y la creencia son categorías heterogéneas. Además y pese a los pragmatistas (por ejemplo, Zinov'ev, 1973), la verdad no es definible en términos de aceptación o crédito. Antes bien, lo cierto es lo contrario; para todo el mundo salvo para el místico, creer *p* consiste en admitir que *p* es *verdadera*, al menos en un grado considerable, en el momento de pensar *p*. Lo que nos lleva a reflexionar acerca de la relación entre la verdad y el tiempo.

4.4. Verdad y tiempo

Si la verdad fáctica fuera una propiedad intrínseca de las proposiciones, como ocurre en el caso de la verdad lógica, sería intemporal. Y aun si fuera menos que eso, a saber mera verdad matemática, también sería intemporal: la propiedad de ser verdadero en un modelo no se erosiona ni se acumula con el paso del tiempo, porque los propios modelos (en la acepción del término correspondiente a la teoría de modelos) son objetos intemporales. Pero ¡ay!, los enunciados fácticos son objetos más complicados: además de ser verdaderos en algún modelo tienen que ser (lo bastante) verdaderos en el mundo, el cual se encuentra en gran medida fuera de nuestro control. Y se les asignan valores de verdad sobre la base de operaciones tanto empíricas como conceptuales de diverso grado de refinamiento. La conclusión es que los valores de verdad fáctica varían con el paso del tiempo. En este sentido, *Veritas filia temporis* (cf. Bunge, 1967a, Volumen II, Sección 10.5).

La dependencia temporal de las asignaciones de valor de verdad fáctica resume un complejo proceso de comprobación de la verdad. Este proceso incluye a científicos de carne y hueso que manejan una cambiante colec-

ción de herramientas conceptuales y físicas. Si bien cada uno de los insumos que participan en este proceso puede ser legal, el resultado, es decir la trayectoria o curva de valores de verdad sucesivos no parece satisfacer ley alguna: se trata únicamente de una serie temporal, de una tendencia en el mejor de los casos. (Para los conceptos de tendencia y ley, véase Bunge 1967a, Volumen I, Secciones 6.2 y 6.6.) Esto no quiere decir que las asignaciones y reasignaciones de los valores de verdad sean caprichosas y, por ende, que no haya verdades objetivas. Todo lo que esto significa es que, como en la mayoría de los procesos históricos, las secuencias de asignaciones de valores de verdad son el resultado del interjuego entre numerosos factores, algunos de los cuales escapan a nuestro control.

¿Y qué ocurre con las predicciones? ¿Tienen un valor de verdad antes de que ocurran los hechos a los cuales se refieren? Según Aristóteles (*De interpretatione*, Libro 9), solo las proposiciones acerca de hechos reales son verdaderas o falsas. En cambio, las proposiciones acerca de futuros contingentes no tienen un valor de verdad definido. Se podría objetar que las predicciones computadas en la ciencia fáctica sí tienen valores de verdad definidos, puesto que son consecuencias de las premisas que se suponen verdaderas. Pero esto sería incorrecto: no necesitamos *aseverar* nuestra hipótesis y habitualmente no lo hacemos; solo necesitamos procesarlas para averiguar cuáles son sus consecuencias y cómo se desempeñan estas. O sea, podemos abstenernos de asignar valores de verdad a nuestras predicciones y lo hacemos con frecuencia. Por lo tanto, Aristóteles parece tener razón.

Sin embargo, las cosas no son tan sencillas. Si los posibles en cuestión no son acontecimientos únicos, tales como la batalla naval de mañana, sino que tienen lugar una y otra vez, en las condiciones adecuadas, podemos someterlos a la teoría. Y, de manera subsiguiente, podemos contrastar algunos enunciados de la teoría con la realidad, o despliegue de la potencialidad (para seguir con la línea de pensamiento de Aristóteles), lo que nos permitirá evaluar esas proposiciones. Esto es válido, en particular pero no exclusivamente, para las teorías estocásticas: aquí contrastamos probabilidades calculadas y sus subordinadas (promedios, fluctuaciones medias, etcétera), con frecuencias observadas y sus parientes. Pero los posibles no son propiedad exclusiva de las teorías estocásticas: todas las teorías científicas se refieren a cosas posibles, propiedades posibles, estados posibles o cambios de estado posibles. (Con todo, la ciencia no necesita de la lógica modal. Considera que «un elemento fáctico

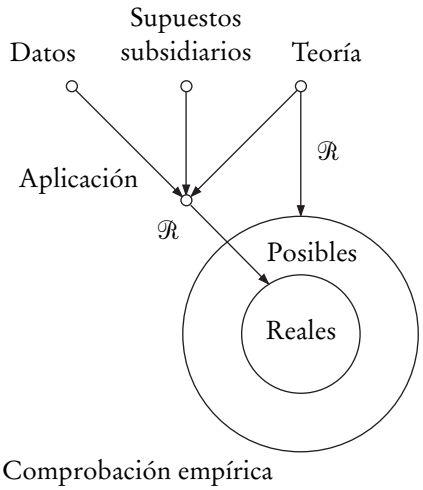


Figura 8.9. Solo las aplicaciones y comprobaciones de una teoría científica se refieren a hechos reales: toda teoría general trata acerca de hechos posibles. Los resultados de las comprobaciones (de los hechos reales) permiten asignar valores de verdad a los enunciados (ya sean deterministicos o estocásticos) referentes a hechos posibles.

posible de la clase *F*» es un «miembro arbitrario del conjunto *F* de elementos fácticos» y que «un hecho probable» es un hecho con una probabilidad definida. En consecuencia, si bien las teorías científicas se ocupan de la posibilidad, son estrictamente verifuncionales».) Únicamente las aplicaciones y comprobaciones de las teorías científicas se refieren a hechos reales. Y no podemos proceder a una determinación efectiva (aunque provisional) de valores de verdad, antes de haber involucrado hechos reales. La discusión precedente está resumida en la Figura 8.9.

5. Comentarios finales

A menudo se espera que una teoría de la verdad fáctica consiga hacer tanto como una teoría de la verdad formal, a saber:

(i) ofrecer un definición ordenada de "enunciado fácticamente verdadero";
(ii) establecer condiciones (criterios) de verdad universales y

(iii) proporcionar reglas para calcular el valor de verdad de cualquier compuesto verifuncional, tal como una conjunción, a partir de los valores de verdad de sus constituyentes.

Nuestra teoría de la verdad no lo hace, rehúsa realizar las dos primeras tareas y solo lleva a cabo la tercera. En realidad, sostenemos que el concepto de verdad fáctica es demasiado básico y universal como para ser degradado a la categoría de concepto definido (Sección 4.2). (Y, en todo caso, todos los intentos de eliminarlo en favor de conceptos alternativos, tales como los de satisfacción, probabilidad, información y confirmación, han fracasado.) Lo máximo que podemos hacer por el concepto de verdad fáctica es:

(i) ofrecer una caracterización *informal* (Sección 1);
(ii) mostrar como se *utiliza* en la práctica científica (Sección 2) y
(iii) definirlo de manera *implícita* por medio de un conjunto de postulados (Sección 3).

En lo que respecta a las condiciones de verdad fáctica, hemos señalado que (*a*) en la ciencia no hay condiciones de verdad nítidas, en la simple forma de equivalencias y (*b*) las complejas, regionales y cambiantes pistas para estimar los valores de verdad fáctica deben seguir siendo responsabilidad de la ciencia. Aquí el semantista ha de ser un espectador y estudioso, no un legislador.

Nuestra teoría de la verdad fáctica, aunque pueda parecer incompleta al filósofo acostumbrado a las situaciones en blanco y negro de la lógica, parece dilucidar de manera exacta el concepto de grado de verdad utilizado por los matemáticos aplicados y los científicos. Sin embargo, no sostenemos que se trate de la mejor (más verdadera) de las teorías posibles. Puede haber medidas alternativas a $\mathcal{V}$ que proporcionen un dilucidación más adecuada del concepto intuitivo de verdad parcial. (Recuérdese la Sección 3.6, punto [iv].) Con todo, cualquiera de esas alternativas presupondrá la lógica clásica, la cual es la única inherente a la ciencia. Y deberán satisfacer el mismo desiderátum, a saber proporcionar una versión exacta de la imprecisa noción de verdad (o falsedad) de hecho aproximada.

Adviértase, finalmente, que nuestra alética se ocupa de la noción de *explicación parcial*, la cual se está haciendo prominente en la filosofía de la ciencia (Scheibe, 1973). Se dice que una teoría fundamental pro-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 171

porciona solamente una *explicación parcial* de las generalizaciones empíricas (o de la teoría fenomenológica) que motivaron la construcción de la teoría. Por ejemplo, la mecánica celeste no recupera las leyes de Kepler, sino que solo da una «explicación aproximada» de ellas porque, en términos estrictos, el sol no está quieto y los planetas se perturban entre sí, todo lo cual complica la trayectoria real de los planetas superando las sencillas elipses de Kepler. De hecho, la explicación de estas provista por la mecánica celeste de Newton es rigurosa: los que no son exactos o, mejor dicho, completamente verdaderos, son los supuestos subsidiarios de que la masa solar es infinita y que cada planeta solamente es influido por el sol. Todas las aplicaciones de una teoría cualquiera involucran supuestos simplificadores como estos. De tal modo, en la teoría elemental del péndulo simple se supone que la amplitud de la oscilación es pequeña y así se obtienen las leyes de Galileo y de Huyghens, de las que se sabe que son solo parcialmente verdaderas. La deducción es exacta: lo aproximado es el supuesto simplificador y, en consecuencia, la conjunción de esta condición subsidiaria y los supuestos generales de la teoría. Para resumir, si aceptamos el concepto general de verdad parcial y verdad de hecho relativa, no necesitamos introducir el concepto ad hoc de explicación aproximada. O, por lo menos, se puede definir el segundo recurriendo al primero.

Esto cierra nuestra exposición de las teorías básicas de nuestra semántica de la ciencia. El resto del libro trata de las aplicaciones (Capítulo 9) y de cuestiones fronterizas (Capítulo 10).

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 172

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 173

Capítulo 9

Ramificaciones

Las ideas sobre el significado y la verdad presentadas y discutidas en los capítulos anteriores se pueden aplicar a una variedad de problemas pertenecientes a la semántica filosófica pura (general) o bien a la aplicada (por ejemplo, a las teorías científicas). Ya hemos tratado diversos problemas de semántica aplicada en otros capítulos. A continuación veremos tres problemas de semántica pura o general, a saber los de extensión, vaguedad y descripción definida: en nuestro sistema, todos ellos presuponen las teorías de la referencia, del sentido y de la verdad.

1. La extensión

1.1. El problema

Toda extensión lo es de un predicado. De tal modo, la extensión de «– es una montaña» es la clase de las montañas. Y toda extensión es un conjunto. Pero no todo conjunto es la extensión de un predicado. Por ejemplo, no parece haber ningún predicado (interesante) que corresponda al conjunto {China, d/dx}. Y no todos los constructos poseen extensión: solo se puede asignar una extensión a aquellos constructos para los cuales el concepto de verdad tiene sentido. Tiene sentido preguntar cuáles son los objetos para los cuales es válido cierto predicado P: la colección de esos individuos es la extensión de P o $\mathscr{E}(P) = \{x \mid Px\}$ si P es un

predicado unario. Los conceptos individuales, tales como "Arquímedes", tienen referente, pero no extensión. (Las variables individuales, como "aquí" o "nosotros", están en condiciones aún peores, ya que no tienen referentes fijos.) Los conjuntos tampoco tienen extensión o, si se prefiere, son sus propias extensiones. (Los conjuntos, en realidad, son los únicos objetos puramente extensionales.) Habitualmente, ni siquiera a las fórmulas cerradas, ya sean simples como ⌜Pa⌝ o complejas como ⌜$(x)(\exists y)\ Pxy$⌝, se les asigna una extensión, aunque sea posible hacerlo. Normalmente solo se asigna una extensión o dominio de aplicación a los predicados. En todo caso, confinaremos la teoría de las extensiones a los predicados.

El concepto de extensión debe dilucidarse mediante una teoría de las extensiones. La teoría de la referencia no puede realizar esta tarea, porque los conceptos de referencia y extensión son bastante diferentes y, probablemente, no son interdefinibles. Por una parte, la noción de referencia no presupone el concepto de verdad, algo que el de extensión sí hace. Por otra, la extensión de un predicado *n*–ario es un conjunto ordenado de *n*–tuplas, en tanto que la clase de referencia de la misma relación es el variado conjunto de los individuos de los que trata. Así pues,

$\mathscr{E}$(ama) = {⟨Abélard, Héloïse⟩, ⟨Dante, Beatrice⟩, …}.
$\mathscr{R}$(ama) = {Abélard, Héloïse, Dante, …}.

A primera vista hay otras dos teorías que podrían pretender constituir una teoría de las extensiones cada una: la lógica ordinaria y la teoría de conjuntos. Pero la primera es verifuncional en lugar de «puramente extensional», tal como hemos discutido en el Capítulo 4, Sección 1. La lógica no determina ni intensiones ni extensiones: las deja indeterminadas. Únicamente la semántica de la lógica introduce extensiones cuando proporciona los modelos para los cálculos lógicos. (Con mayor razón, la lógica no puede interpretarse como una semántica universal, pese a lo afirmado por Bar-Hillel [1970].)

Con respecto a la afirmación de que la teoría de conjuntos es la teoría de las extensiones, su fortaleza depende de la versión de la teoría que uno tenga en mente. Sin duda, no es válida para la teoría de Neumann-Bernays-Gödel, la cual no incluye el concepto de predicado y, por ello, no se puede considerar que trate de la extensión de los predicados: en esta teoría, una clase es un objeto por derecho propio. (La razón de ello no es

que «la matemática no necesite no-clases, como las vacas y las moléculas» [Mendelson, 1963, p. 160], sino que, *una vez generado*, un conjunto puede tratarse como un objeto por derecho propio. Pero si el problema consiste en determinar o caracterizar un conjunto infinito en particular, no hay ninguna manera de hacerlo salvo aprovechar una propiedad y utilizar el principio de abstracción o su versión rigurosa, el axioma *Aussonderung*,† ausente en la teoría de von Neumann-Bernays-Gödel.) En cuanto a la versión de Zermelo-Skolem-Frænkel de la teoría de conjuntos, la cual sí incluye la noción de predicado, ciertamente trata de extensiones, puesto que contiene el puente dorado entre los predicados y los conjuntos, a saber el postulado *Aussonderung*. Sin embargo, el objetivo central de esta teoría no es dilucidar la noción de extensión relacionándola con la de verdad y distinguiéndola de la de referencia, que es aquello en lo que la semántica se interesa principalmente.

Necesitamos una teoría de las extensiones aparte, distinta tanto de la lógica como de la teoría de conjuntos, aunque subordinada a ellas. En realidad, si hemos de vérnoslas con la ciencia fáctica necesitamos dos teorías de la extensión: (*a*) una teoría de las extensiones *estrictas*, que se ocupe de los predicados definidos (decidibles), así como de la verdad total (no solo de la verdad aproximada) y (*b*) una teoría de las extensiones *laxas*, que se ocupe de los predicados que son inherentemente vagos o de aquellos cuyos casos se conocen de manera imperfecta. Esta sección trata de las extensiones estrictas y la siguiente de las extensiones laxas.

1.2. La extensión estricta: definición

Mientras que los referentes de un predicado son los objetos a los cuales este se refiere, ya sean verdaderos o no (Capítulo 2), la extensión de un predicado es la colección de objetos para los cuales el predicado es verdadero y en el orden en que lo es. Más precisamente, la extensión de un predicado *P* es el *conjunto verdad*, *conjunto solución* o *grafo* de *P*. Este grafo está incluido en el dominio de la definición de *P*. *Ejemplo 1* En tanto que la clase de referencia de «sabe leer y escribir» es la humanidad, su extensión es el subconjunto de personas que realmente saben

† «Axioma de selección», en alemán. [*N. del T.*]

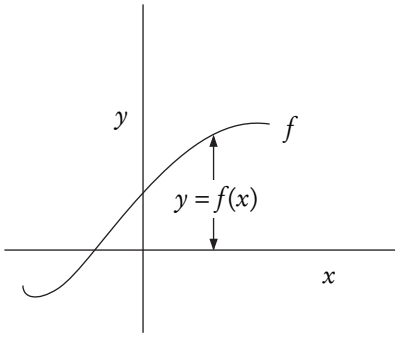


Figura 9.1. La curva representa la extensión de un predicado binario $P = X \times Y \rightarrow S$ tal que $Pxy = [f(x) = y]$. En efecto, $\mathscr{E}(P) = \{\langle x, y\rangle \in X \times Y \mid y = f(x)\}$.

leer y escribir. *Ejemplo 2* Sea P un predicado binario y, más específicamente, uno cuyos relata están vinculados por P del siguiente modo: $Pxy = [f(x) = y]$, para x e y que pertenecen a la línea de números reales R. La extensión de P es el grafo de f, una curva en el plano $R \times R$. Véase la Figura 9.1.

Estas ideas se detallan en la siguiente

DEFINICIÓN 9.1 Sea $\mathbb{P}$ la familia de todos los predicados definidos sobre un dominio $D = A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n$. Luego, se llama *función de extensión para P* a la función

$$\mathscr{E} = \mathbb{P} \rightarrow \mathscr{P}(D)$$

tal que, para un predicado cualquiera $P : D \rightarrow$ Enunciados, perteneciente a la familia de predicados $\mathbb{P}$, $\mathscr{E}$ asume el valor

$$\mathscr{E}(P) = \{\langle x_1, x_2 \times \ldots \times x_n\rangle \in A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n \mid Px_1 \times x_2 \ldots x_n\},$$

llamado *extensión* (o *valor extensional*).

Ejemplo 1 La extensión de "es un planeta solar" es el conjunto de los ocho planetas certificados como tales. El fantasmal Plutón se encuentra entre los referentes del predicado e incluso de su extensión laxa, pero no puede ser considerado, en el momento en que este autor escribe, un miembro de su extensión estricta. *Ejemplo 2* Una función f y su restric-

ción $f \mid A$ a un conjunto A, si bien son cointensivas, tienen diferentes extensiones: $\mathscr{E}(f \mid A) \subset \mathscr{E}(f)$. Obviamente, esto es válido, especialmente, cuando A es un conjunto unitario.

Comentario 1 La función de extensión $\mathscr{E}$ se aplica a los predicados, no en ni sobre sus dominios: estos contienen regiones que corresponden a diferentes predicados o a ninguno. *Comentario 2* Nuestra propia notación muestra que rechazamos la identificación extensionalista de un predicado con su grafo o extensión, por las razones dadas en el Capítulo 4, Sección 1.2. Así pues, en lugar de escribir '$\langle x, y\rangle \in R$', para una relación binaria R, preferimos escribir '$\langle x, y\rangle \in \mathscr{E}(R)$'. Esta diferencia, con ser pequeña a los fines prácticos, es importante para los fundamentos y la filosofía de la matemática, así como para la semántica. Y evita expresiones extrañas, tales como '$= = \text{diag}\ X \times X$' y '$= \subset \subseteq$'. *Comentario 3* La distancia entre las extensiones y las clases de referencia puede acortarse considerablemente si, en lugar de concebir las n-tuplas como conjuntos de conjuntos (al estilo de Wiener y Kuratowski), las consideramos individuos (puntos). Para este propósito, podemos adoptar el original punto de vista de Bourbaki, defendido ahora por Mac Lane, según el cual un par ordenado es un individuo complejo caracterizado por el único axioma (no definición): $\langle x, y\rangle = \langle x', y'\rangle$ sii $x = x'$ e $y = y'$. *Comentario 4* La Definición 1 tiende un puente entre el platonismo («Solo las formas son reales») y el nominalismo («Solo los individuos son reales»). O, mejor dicho, esa definición muestra que la división entre platonismo y nominalismo no es razonable, puesto que no hay formas puras ni individuos sin forma. Toda forma es la forma de algo y todo individuo ejemplifica alguna forma. *Comentario 5* Puesto que la verdad es relativa, también lo es la extensión. La extensión de un predicado fáctico aumenta o se reduce con el avance del conocimiento.

1.3. Algunas consecuencias

Primero, una consecuencia inmediata de la Definición 1 de la Sección 1.2:

COROLARIO 9.1 La extensión de un predicado está incluida en su domino:

Si $P : D \rightarrow$ Enunciados, luego $\mathscr{E}(P) \subseteq D$.

Ahora veamos el resultado principal. Pero antes de exponerlo, debemos recordar que un predicado compuesto está definido únicamente sobre la superposición de sus componentes (Capítulo 1, Sección 1.3).

TEOREMA 9.1 La extensión de una función de predicados booleana es igual a la correspondiente función booleana de sus imágenes bajo la función de extensión. Vale decir, si P y Q son predicados definidos sobre un dominio común, luego

(i) $\mathscr{E}(\neg P) = \overline{\mathscr{E}(P)}$;
(ii) $\mathscr{E}(P \,\&\, Q) = \mathscr{E}(P) \cap \mathscr{E}(Q)$;
(iii) $\mathscr{E}(P \vee Q) = \mathscr{E}(P) \cup \mathscr{E}(Q) \supseteq \mathscr{E}(P \,\&\, Q)$;
(iv) $\mathscr{E}(P \Rightarrow Q) = \overline{\mathscr{E}(P)} \cup \mathscr{E}(Q)$.

Demostración. En beneficio de la simplicidad, restrinjámonos a los predicados unarios definidos sobre el dominio D. Por la Definición 1,

$$\mathscr{E}(\neg P) = \{x \mid \neg Px\} = D - \mathscr{E}(P) = \overline{\mathscr{E}(P)},$$

lo que demuestra (i). En cuanto a (ii), dado que P & Q está definido sobre un dominio común, puede tratarse como un predicado único con valores $(P \,\&\, Q)\, x$, donde $x \in D$:

$$\begin{aligned}\mathscr{E}(P \,\&\, Q) &= \{x \mid (P \,\&\, Q)\, x\} = \{x \mid Px \,\&\, Qx\} = \\ &= \{x \mid Px\} \cap \{y \mid Qy\} = \mathscr{E}(P) \cap \mathscr{E}(Q).\end{aligned}$$

De manera análoga para (iii). Por último, (iv) se demuestra reemplazando $(P \Rightarrow Q)$ por $\neg P \vee Q$ y usando (i) y (ii).

Ejemplo 1 $\mathscr{E}$(no viviente) = $\overline{\text{Seres vivos}}$.

Ejemplo 2 $\mathscr{E}$(circular pequeño) = $\mathscr{E}$(circular) ∩ $\mathscr{E}$(pequeño).

En cambio, "es un cuadrado circular", que se refiere a figuras planas, posee un extensión nula. (Y es significante; recuérdese el Capítulo 7, Sección 2.2).

Comentario 1 La condición del Teorema 1, que los predicados componentes estén definidos sobre un dominio común, excluye la composición (por ejemplo, la conjunción) de predicados referencialmente heterogéneos, tales como "metálico" y "celoso". En consecuencia, ni siquiera podemos decir que tienen intensión, tal como hemos visto en el Capítu-

lo 4, Sección 2.2. *Comentario 2* El Teorema 1(ii) es la base del procedimiento habitual para construir el predicado (extensionalmente) más pequeño de todos los que satisfacen una condición dada, a saber conjugarlos. Por ejemplo, considérese la clase de relaciones de equivalencia $\sim_n$, con $n \in N$, sobre un conjunto dado S. La menor de ellas es $\sim_0 = \bigwedge_n \sim_n$. Esta es la relación válida únicamente entre un elemento de S y él mismo, o sea la identidad estricta.

COROLARIO 9.2 La doble negación restaura la extensión original:

Si P es un predicado, luego, $\mathscr{E}(\neg\neg P) = \mathscr{E}(P)$.

COROLARIO 9.3 Los predicados incoherentes son extensionalmente vacíos y los tautológicos son universales: si P es un predicado con dominio D, luego,

(i) $\mathscr{E}(P \,\&\, \neg P) = \emptyset$;
(ii) $\mathscr{E}(P \vee \neg P) = D$.

Demostración. Sea $Q = \neg P$ en el Teorema 1 (ii) y (iii) y úsese (i). Para generalizar a tautologías y contradicciones arbitrarias, úsese el teorema de que todas las tautologías son equivalentes y, por ello, coextensivas.

Comentario 1 Todas las fórmulas anteriores se refieren a variables de predicado. Por ser generales, son válidas para cualquier predicado constante, independientemente de su referencia. Por ejemplo, si se asigna el valor "filósofo" a P en el Corolario 3, P se refiere a las personas y es verdadero respecto de los filósofos, mientras que $P \,\&\, \neg P$ y $P \vee \neg P$ siguen refiriéndose a las personas, pero ahora $P \,\&\, \neg P$ no «se aplica» a nada, en tanto que $P \vee \neg P$ es verdadero con respecto a todo. *Comentario 2* El Corolario 3 (ii) y su generalización a un predicado tautológico arbitrario es una de las razones para sostener que la lógica es universal en sentido estricto, vale decir que se «aplica» a todo o que es válida en «todos los mundos posibles». Esto podría aceptarse de manera provisional, a condición de que no se interprete como una afirmación acerca de que la lógica es una especie de física (Gonseth, 1938, p. 20) o metafísica (Scholz, 1969, p. 399 y ss.) universal. Esta interpretación es incorrecta porque (*a*) los referentes de las fórmulas precedentes son predicados (universales) no cosas y (*b*) las fórmulas y reglas de la lógica son coherentes con con-

cepciones del mundo mutuamente incompatibles. Es tarea de la metafísica (o de la ontología), no de la lógica, descubrir los ladrillos y los planos, si es que los hay, del mundo real (véase el Capítulo 10, Sección 4). La lógica no es la metafísica, no depende de ella y tampoco sugiere ninguna metafísica en particular (Nagel, 1956). Más sobre este tema en el Capítulo 10, Sección 4.2 y en Bunge (1974a).

Una formulación equivalente del Teorema 1 es esta: Los atributos son isomórficos respecto de sus extensiones. Esta es la razón de que se pueda pensar en términos o bien de atributos o bien de sus extensiones, así como ir y venir entre ellos. Más precisamente, el Teorema 1 puede expresarse de este otro modo:

TEOREMA 9.2 Sea $\mathbb{P}$ una familia de predicados definida sobre un dominio común D. Luego, vale lo siguiente:

(i) La estructura $\mathcal{P} = \langle \mathbb{P}, \square, \square, \vee, \&, \neg \rangle$, donde $\square \in \mathbb{P}$ es el predicado nulo (el que tiene extensión nula) y $\square \in \mathbb{P}$ es el predicado universal (el que se aplica a todos los puntos de D), es un álgebra de Boole.

(ii) El álgebra de conjuntos sobre D, vale decir $\mathcal{D} = \langle \mathcal{P}(D), \emptyset, \cup, \cap, \bar{} \rangle$, es un álgebra booleana.

(iii) $\mathcal{P}$ y $\mathcal{D}$ son isomórficas.

Finalmente, unas palabras sobre la relación entre extensión y referencia. Salvo en el caso de los predicados unarios, esta relación no es simple porque (*a*) la extensión es la referencia junto con la verdad y (*b*) mientras que las clases de referencia son clases de individuos, las extensiones son conjuntos de *n*-tuplas. Solo resulta una relación simple entre extensión, por un lado, y referencia adecuada o correcta por otro. Este último concepto es introducido por la

DEFINICIÓN 9.2 La *referencia adecuada* $\mathcal{R}_p^+(P)$ de un predicado P es igual a la unión de las proyecciones de su extensión $\mathcal{E}(P)$ sobre los factores cartesianos del dominio de P. En particular, para un predicado binario P definido sobre $A \times B$,

$$\mathcal{R}_p^+(P) = p_A\mathcal{E}(P) \cup p_B\mathcal{E}(P) \subseteq \mathcal{R}_p(P).$$

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 181

1.4. Comparación de extensiones

Dado que la Definición 1 y el Teorema 1 nos ayudan a calcular extensiones individuales, podemos, con mayor razón, compararlas. En particular, podemos averiguar si dos predicados son coextensivos en el sentido especificado por la

DEFINICIÓN 9.3 Sean P y Q dos predicados cualesquiera. Luego, se dice que P y Q son extensionalmente equicalentes o coextensivos en el preciso caso de que tengan la misma extensión:

$$P \sim_e Q =_{df} \mathscr{E}(P)\,\mathscr{E}(Q).$$

Comentario 1 Los predicados idénticos son coextensivos, pero la inversa es falsa. Así pues, «más liviano que» o «más barato que» son coextensivos en la colección de materiales de una cierta clase, pero son intensionalmente diferentes. Si el extensionalismo estuviera en lo correcto, los coextensivos deberían ser idénticos. *Comentario 2* En consecuencia, el principio de Leibniz, «*Eadem sunt, quae sibi mutuo substituti possunt, salva veritate*»,† es falso. De hecho, sean p y p′ dos proposiciones que difieren únicamente en que el predicado $P' \neq P$ aparece en p' exactamente en el mismo lugar sintáctico que P ocupa en p. Supóngase, además, que P y P' son coextensivos. Luego, p y p' tendrán el mismo valor de verdad, aunque sus sentidos serán diferentes: en consecuencia, p y p' *non sunt eadem*. Los valores de verdad sí permanecen invariantes en la sustitución de coextensivos, pero la verdad no lo es todo y no determina el significado.

A partir de la Definición 3, resulta obvio que $\sim_e$ es una relación de equivalencia. Por ende, genera clases de equivalencia según la

DEFINICIÓN 9.4 Sea $\mathbb{P}$ una familia de predicados. Luego, la clase de parientes $\sim_e$ de $P \sqcup \in \mathbb{P}$ es el subconjunto de $\mathbb{P}$ formado por la clase de equivalencia generada por P, es decir

† «Son iguales las cosas que se pueden sustituir mutuamente, conservando la verdad» [*N. del T.*]

$[P] = \{Q \in \mathbb{P} \mid Q \sim_e P\}$.

Ahora podemos enunciar una proposición que, en cierto modo, es la inversa del principio de abstracción o separación de la teoría de conjuntos: el axioma un predicado-un conjunto. Es la siguiente

PROPOSICIÓN Un conjunto arbitrario A determina una clase de equivalencia de predicados bajo la relación de equiextensionalidad, a saber

$$\emptyset \subseteq \{Q \in \mathbb{P} \mid \mathscr{E}(Q) = A\} \subseteq \mathbb{P}$$

Esas clases de predicados coextensivos no tienen que tener, necesariamente, ninguna estructura. Sin embargo, la totalidad de esas clases sí que tienen una estructura definida, tal como veremos en la Sección 1.5. Pero podemos hacer algo más que agrupar los predicados coextensivos: podemos comparar predicados que no son coextensivos, a condición de que tengan el mismo rango. Así pues, "elipse" está incluido extensionalmente en "sección cónica", el cual a su vez está incluido extensionalmente en "figura plana". En general, tenemos la

DEFINICIÓN 9.5 Sean P y Q predicados n-arios. Luego, P está *extensionalmente incluido* en Q sii el grafo de P está incluido en el grafo de Q:

$$P \preccurlyeq_e Q =_{df} \mathscr{E}(P) \subseteq \mathscr{E}(Q).$$

Ahora estamos en condiciones de enunciar y demostrar el

TEOREMA 9.3 Si P y Q son predicados n-arios, tal que $P \Rightarrow Q$, P está extensionalmente incluido en Q y viceversa:

$P \Rightarrow Q$ sii $P \preccurlyeq_e Q$, o sea $\mathscr{E}(P) \subseteq \mathscr{E}(Q)$.

Demostración. Supóngase que Pa es válido. En consecuencia, $a \in \mathscr{E}(P)$. Por hipótesis, si Pa, luego Qa. Puesto que hemos supuesto Pa, se sigue que Qa, lo que equivale a $a \in \mathscr{E}(Q)$. Pero a es una solución arbitraria de Px, por lo que $\mathscr{E}(P) \subseteq \mathscr{E}(Q)$. La inversa se demuestra de manera similar.

COROLARIO 9.4 Los equivalentes son coextensivos:

$P \Leftrightarrow Q$ sii $P \sim_e Q$, o sea $\mathscr{E}(P) = \mathscr{E}(Q)$.

TEOREMA 9.4 Si P implica Q, la extensión de P está contenida en la extensión de Q, vale decir si $P \Rightarrow Q$ es un predicado tautológico, luego $\mathscr{E}(P) \subseteq \mathscr{E}(Q)$.

Demostración. Por el Teorema 1(iv), $\mathscr{E}(P \Rightarrow Q) = \overline{\mathscr{E}(P)} \cup \mathscr{E}(Q)$ y, por la Definición 1, cuando $P \Rightarrow Q$ es tautológico, $\mathscr{E}(P \Rightarrow Q) = D$. En consecuencia, $\overline{\mathscr{E}(P)} \cup \mathscr{E}(Q) = D$, lo que equivale a $\mathscr{E}(P) \subseteq \mathscr{E}(Q)$.

Consideremos, por último, los casos extremos de la extensión nula y la extensión máxima. De modo más explícito, introduciremos los dos conceptos siguientes:

DEFINICIÓN 9.6 (i) Se llama *mínimo* a un predicado con extensión nula. (ii) Se dice que un predicado cuya extensión coincide con su dominio de definición D es *máximo relativamente a D*.

Ejemplo 1 El predicado P tal que $Px =_{df} (x^2 = -1)$ & x sea un número real, es mínimo, ya que ningún número real lo satisface: $\mathscr{E}(P) = \emptyset$. *Ejemplo 2* El predicado P tal que $Px =_{df} [(x = -1)(x + 1) = x^2 - 1]$ es máximo en el campo de los números complejos, dado que es válido para todo x de este: $\mathscr{E}(P) = \mathbb{C}$.

TEOREMA 9.5 (i) Hay infinitos predicados extensionalmente mínimos de un rango dado. (ii) Un predicado mínimo implica todos los otros predicados de su mismo rango. (iii) Hay infinitos predicados extensionalmente máximos de un rango dado. (iv) Los predicados máximos son implicados por todos los otros predicados del mismo rango.

Demostración. La primera parte se sigue del Corolario 3 (i) y la tercera del Corolario 3 (ii). Las restantes dos partes se siguen del Teorema 3 y la Definición 6, recordando que el conjunto vacío está incluido en todos los otros conjuntos.

En lógica y en matemática, un predicado mínimo es un predicado imposible: no así en la ciencia fáctica. Aquí encontramos una multitud de predicados mínimos, tales como "perfectamente rígido", con clases de referencia no vacías, así como con sentidos no vacuos.

1.5. Asuntos algebraicos

Considérese un conjunto no vacío $\mathbb{P}$ de predicados definido sobre un dominio común D. Además, supóngase que $\mathbb{P}$ está cerrado respecto de la negación, la conjunción y la disyunción. La relación $\sim_e$ de coextensión, introducida por la Definición 3, realiza una partición de la familia $\mathbb{P}$ en clases de equivalencia mutuamente disjuntas $[P]$, caracterizadas por la Definición 4. Llamemos

$$\mathbb{P} / \sim_e = \{[P] \mid P \in \mathbb{P}\}$$

a la familia de todas las clases de coextensivos de $\mathbb{P}$. Definimos un orden parcial en este conjunto cociente, con ayuda de la relación $\preccurlyeq_e$ de inclusión extensional introducida por la Definición 5:

DEFINICIÓN 9.7 Si $P, Q \in \mathbb{P}$, luego

$$[P] \sqsubseteq [Q] \text{ sii } P \preccurlyeq_e Q.$$

Puesto que $\mathbb{P}$ está parcialmente ordenado por $\sqsubseteq$, $\langle \mathbb{P} / \sim_e, \sqsubseteq \rangle$, se trata de un conjunto parcialmente ordenado. Además, lo transformamos en una estructura más rica, un retículo, al definir las operaciones de retículos $\sqcap$ y $\sqcup$ del siguiente modo:

$$[P] \sqcap [Q] =_{def} [P \,\&\, Q], \qquad [P] \sqcup [Q] =_{def} [P \vee Q].$$

De hecho, considérese la clase $[P \,\&\, Q]$ de todos los predicados coextensivos con $P \,\&\, Q$. Puesto que $P \,\&\, Q$ implica P, $[P \,\&\, Q] \sqsubseteq [P]$ por el Teorema 3 y la Definición 7. Intercambiando Q y P, también obtenemos $[P \,\&\, Q] \sqsubseteq [Q]$. Esto demuestra que $[P \,\&\, Q]$ es la cota inferior del subconjunto $\{[P], [Q]\}$ de $\mathbb{P} / \sim_e$. Más aún, $[P \,\&\, Q]$ es la mayor cota inferior o ínfimo de ese subconjunto. De hecho, sea $[R]$ una cota inferior del mismo, vale decir supongamos que $[R] \sqsubseteq [P]$ y $[R] \sqsubseteq [Q]$. Luego, una vez más por el Teorema 3 y la Definición 7, $R \Rightarrow P$ y $R \Rightarrow Q$. Ahora bien, por lógica, $R \Rightarrow P \,\&\, Q$, de donde $[R] \sqsubseteq [P \,\&\, Q]$. Vale decir, $[P \,\&\, Q] = [P] \sqcap [Q]$ es, en efecto, el ínfimo de $\{[P], [Q]\}$. Procederemos de manera análoga con $[P \vee Q]$. Esta vez, comenzamos por el axioma lógico $\ulcorner P \Rightarrow P \vee Q \urcorner$, para derivar $[P] \sqsubseteq [P \vee Q]$ y $[Q] \sqsubseteq [P \vee Q]$,

lo cual demuestra que $[P \vee Q]$ es una cota superior de $\{[P], [Q]\}$. También puede mostrarse que $[P \vee Q]$ es la menor cota superior de $\{[P], [Q]\}$, es decir el supremo del subconjunto de coextensivos referidos. Más aún, es posible demostrar que las clases de equivalencia de $\mathbb{P} / \sim_e$ heredan la característica de distributividad de los propios predicados. Dado que todo esto se demuestra para elementos arbitrarios de $\mathbb{P}$, concluimos que la familia de clases de coextensivos forma un retículo distributivo. Más precisamente, tenemos el

TEOREMA 9.6 Sea $\mathbb{P}$ un conjunto no vacío de predicados sobre un dominio común y sea $\mathbb{P}$ cerrado respecto de la negación, la conjunción y la disyunción. Además, llamemos $\sim_e$ a la relación de igual extensión. Luego, la estructura $\langle \mathbb{P}, \sim_e, \sqcap, \sqcup \rangle$ es un retículo distributivo.

Además, este retículo contiene un elemento nulo $\square$ y un elemento unidad $\blacksquare$, vale decir clases de equivalencia, tal que para toda clase $[P]$ de coextensivos,

$$[P] \sqcap \square = \square \sqcap [P] = \square, \qquad [P] \sqcup \square = \square \sqcup [P] = [P]$$
$$[P] \sqcap \blacksquare = \blacksquare \sqcap [P] = [P], \qquad [P] \sqcup \blacksquare = \blacksquare \sqcup [P] = \blacksquare.$$

En efecto, puesto que $\mathbb{P}$ está cerrado respecto de la negación, la conjunción y la disyunción, en él encontraremos al menos un predicado tautológico T, uno de los infinitos predicados máximos discutidos hacia el final de la subsección anterior. Luego, otro predicado cualquiera S de la familia implicará T, vale decir $\vdash S \Rightarrow T$. En consecuencia, $[S] \sqsubseteq [T]$. Esto demuestra que $[T]$ es el elemento máximo de $\mathbb{P} / \sim_e$: le llamaremos $\blacksquare$. De manera similar con un predicado contradictorio $\neg T$: para todo predicado S de $\mathbb{P}$, $\vdash \neg T \Rightarrow S$. En consecuencia, $[\neg T \sqsubseteq [S]$. Esto demuestra que $[\neg T]$ es el elemento mínimo de $\mathbb{P} / \sim_e$: le llamaremos $\square$. Por último, podemos construir el complemento $\overline{[P]} = [\neg P]$ de una clase cualquiera de coextensivos, tal que

$$[P] \sqcap \overline{[P]} = \square, [P] \sqcup \overline{[P]} = \blacksquare.$$

En pocas palabras, hemos demostrado que nuestro retículo distributivo es complementado y tiene un elemento universal y otro nulo; en resumen que se trata de un álgebra de Boole. Expresado de manera explícita:

TEOREMA 9.7 Sea $\mathbb{P} / \sim_e$, una familia de predicados coextensivos. Luego, la estructura $\langle \mathbb{P}, \sim_e, \sqcap, \sqcup, \sqcap, \sqcup, \bar{} \rangle$ es un álgebra booleana.

Podemos llamar a este álgebra booleana en particular *álgebra de predicados de Lindenbaum*, por analogía con el álgebra de proposiciones de Lindenbaum. Si pasamos por alto todas las diferencias entre los predicados individuales y las proposiciones, salvo sus diferencias en extensión, limitaremos nuestra atención a sus respectivas álgebras de Lindenbaum. La tesis extensionalista es, de forma resumida, que solo importan esas álgebras. Nuestra perspectiva, en cambio, es que las extensiones constituyen solo un aspecto, ni siquiera uno básico, de los conceptos del tipo de los predicados. La semántica debe investigar todos los aspectos y mostrar cómo están relacionados. Procederemos a mostrar la relación entre extensión e intensión.

1.6. Extensión e intensión: ley de la inversa

Cuanto más rico es un concepto, menor es su cobertura. Así pues, el concepto de sólido es más rico que el de cuerpo y el conjunto de los sólidos debe incluirse en la clase de los cuerpos. La «ley de la inversa» puede enunciarse en términos de la teoría de conjuntos (Bunge, 1967a, I, p. 68) y ahora puede demostrarse con ayuda del cálculo de intensiones del Capítulo 4 y del concepto de extensión estudiado en las subsecciones previas. Consiste en el siguiente

TEOREMA 9.8 Para dos predicados cualesquiera P y Q del mismo rango (y, en consecuencia, extensionalmente comparables),

(i) Si $\mathcal{I}(P) = \mathcal{I}(Q)$, luego $\mathcal{E}(P) = \mathcal{E}(Q)$;
(ii) Si $\mathcal{I}(P) \subset \mathcal{I}(Q)$, luego $\mathcal{E}(P) \supseteq \mathcal{E}(Q)$.

Demostración de (i). Supongamos que el consecuente de (i) es falso. Luego, podemos «equilibrar» la «inecuación» estableciendo $P = Q \,\&\, R$, donde R es un predicado no tautológico, tal que $\mathcal{E}(P) = \mathcal{E}(Q \,\&\, R)$. Por nuestro cálculo de intensiones (Definición 1 (i) del Capítulo 4, Sección 2.2), $\mathcal{I}(P) = \mathcal{I}(Q) \cup \mathcal{I}(R) \supseteq \mathcal{I}(Q)$, contrariamente a la hipótesis.

Demostración de (ii). Supongamos que $\mathcal{I}(P) \subset \mathcal{I}(Q)$. Luego, $\mathcal{I}(Q) = \mathcal{I}(P) \cup X$, y X es un conjunto no vacío. Dado que, por hipótesis, $\mathcal{I}$ es so-

breyectiva, existe un tercer predicado R tal que $\mathcal{I}(R) = X$. Vale decir, $\mathcal{I}(Q) = \mathcal{I}(P) \cup \mathcal{I}(R)$. Y, una vez más por el cálculo de intensiones, $\mathcal{I}(Q) = \mathcal{I}(P \,\&\, R)$. Ahora bien, también por el cálculo de intensiones, la extensión de $P \,\&\, R$ es $\mathcal{E}(P \,\&\, R) = \mathcal{E}(P) \cap \mathcal{E}(R) \subseteq \mathcal{E}(P)$, es decir $\mathcal{E}(P) \supseteq \mathcal{E}(P \,\&\, R) = \mathcal{E}(Q)$. Puesto que todo lo que implica formalmente [*entails*] implica [*implies*], el teorema ha sido demostrado.

Comentario 1 La inversa del Teorema 8 (i) es falsa, tal como queda mostrado por el siguiente contraejemplo. Sean P = Densidad de masa y Q = Calor específico. Puesto que se aplican a todos los cuerpos y solo a ellos, son coextensivos, pero no son cointensivos. *Comentario 2* Dado que la intensión de un predicado está incluida en su sentido pleno, el teorema anterior también es válido para este: cuanto más rico es el sentido, más pobre es la extensión. *Comentario 3* En nuestra semántica, el sentido y la referencia están a la par, no así la intensión y la extensión: la extensión depende de la referencia y la verdad en lugar de ser una característica básica. Además, la extensión depende también del sentido desde el punto de vista pragmático, aunque no del semántico. En efecto, no podemos proceder a averiguar la extensión de un predicado a menos que conozcamos su significado, o sea su sentido y su referencia. (Intente el lector ubicar un objeto no descrito.) *Comentario 4* Parafraseando el comentario anterior, no se trata de que la extensión sea una función del sentido, sino de que el *conocimiento* del sentido precede a la *investigación* de la extensión. *Comentario 5* Si hubiera una relación semántica entre la intensión y la extensión que fuese diferente de la del Teorema 8, podríamos determinar las extensiones por medios puramente conceptuales: toda la ciencia experimental sería innecesaria.

Es posible dar un giro interesante al Teorema 8 en términos de los complementos de las extensiones, con ayuda del teorema: $A \supseteq B$ sii $\overline{A} \subseteq \overline{B}$. Del mismo modo que $\mathcal{E}(P)$ es la colección de objetos para los cuales P es válido, $\overline{\mathcal{E}(P)}$ es el conjunto de objetos que no cumplen P o, expresado de modo metafórico, aquello que P «excluye». Si P tiene referentes fácticos, $\overline{\mathcal{E}(P)}$ será el conjunto de cosas o hechos excluidos por P. Reformulado de este modo, nuestro último teorema se convierte en el

COROLARIO 9.5 Para todo predicado P y Q del mismo rango:

(i) Si P y Q son cointensivos, excluyen las mismas cosas;

(ii) Cuanto más rico es un predicado, más es lo que excluye: Si $\mathcal{I}(P) \supset \mathcal{I}(Q), \overline{\mathcal{E}(P)} \supseteq \overline{\mathcal{E}(Q)}$.

Si tuviera sentido asignar extensiones a las proposiciones (y no únicamente a los predicados), la proposición anterior podría considerarse una formulación de la idea de Popper de que cuanto más se afirma más se excluye. Pero entonces se trataría de una reenunciación trivial de la «ley» clásica.

1.7. Comentarios finales

Hemos limitado los argumentos de la la función de extensión a los predicados: en la teoría precedente, no tiene sentido hablar de la extensión de un constructo de diferente categoría, tal como una proposición o una teoría. Salvo algunas excepciones, ni siquiera tiene sentido preguntarse por la extensión de la conjunción de los predicados básicos de una teoría, ya que la conjunción de predicados tiene que estar definida sobre un dominio común (recuérdese el Capítulo 1, Sección 1.3). De tal modo, en un grupo, la operación de grupo, que es binaria, y la operación inversa, que es unaria, no pueden ser combinadas para formar un tercer predicado.

Sin embargo, la restricción a los predicados puede levantarse al menos de dos modos. Uno de ellos consiste en igualar la extensión de una proposición con la del predicado más complejo que hay en ella. Por ejemplo, la extensión (estricta) o «dominio de validez» de la segunda ley del movimiento de Newton es la colección de cuerpos con tamaños comprendidos entre el de las macromoléculas y el de las galaxias. Ahora bien, la ley puede comprimirse así: $\ulcorner(x)\ Nx\urcorner$, donde x es la variable objeto (o referente) y N un predicado complejo que incluye funciones y operadores diferenciales. En consecuencia, podemos establecer

$$\mathcal{E}\ [(x)\ Nx] = \{x \mid Nx\} = \mathcal{E}(N).$$

Esta extensión de la teoría de las extensiones dilucida la noción intuitiva de "dominio de validez" (o rango de verdad) de una fórmula, familiar para los científicos. El desarrollo sistemático de esta idea quedará para el lector.

La teoría de modelos ha llevado a cabo realmente una segunda gene-

ralización, pero se aplica únicamente a las fórmulas no interpretadas. La extensión de una «oración» (abstracta) *s* está definida como la colección de modelos de *s*, es decir

$$\mathscr{E}(s) = \{\mathscr{A} \mid \mathscr{A} \in R \;\&\; \mathscr{A} \vDash s\},$$

donde *R* es la clase de todas las estructuras relacionales de un tipo dado. De modo similar, la extensión de una teoría abstracta, tal como un álgebra de Boole, es el conjunto de todos sus modelos. Esta interpretación tiene al menos dos virtudes. Una es que parece natural o intuitivo concebir la extensión de una fórmula, incluso de un montón de fórmulas, como la totalidad de sus realizaciones, siempre y cuando la fórmula dada *posea* realizaciones alternativas, vale decir que sea abstracta. Otra es, desde luego, que si uno hace eso obtiene una teoría de las extensiones prefabricada, es decir la teoría de modelos. Cuando se reformula adecuadamente, esta teoría contiene nuestro básico Teorema 1 de la Sección 1.3 (véase, por ejemplo, Bell y Slomson, 1969, p. 159). Pero esta teoría general de las extensiones sirve de ayuda solo en relación con constructos formales y, además, abstractos. Tal como vimos en el Capítulo 6, Sección 2.4, en la ciencia fáctica las fórmulas ya están interpretadas y satisfechas en alguna estructura matemática, de modo tal que la totalidad de los modelos de una fórmula abstracta resulta de escaso interés.

Concluimos haciendo hincapié en que nuestra teoría de las extensiones no es extensionalista, aunque solo fuera porque se basa en un análisis no fregeano de los predicados. El contraste se torna más vívido en el caso de un enunciado como ⌜Todos los unicornios son estrellas⌝. Desde un punto de vista extensionalista, se trata de una proposición verdadera porque es un caso del teorema ⌜El conjunto vacío está incluido en todos los conjuntos⌝. En cambio, en nuestra semántica, que comienza en los predicados, no en sus extensiones, "no-unicornio o estrella" no refiere, porque sus constituyentes, "unicornio" y "estrella" están definidos sobre dominios disjuntos. (Que esto es así constituye, por supuesto, una pizca de información empírica.) Por consiguiente, su extensión es nula. En consecuencia, el enunciado es falso. Y el extensionalismo no proporciona un análisis adecuado de las extensiones.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 190

2. La vaguedad

2.1. Vaguedad del significado

Idealmente, un predicado científico debería tener un sentido exacto, una clase de referencia precisa y una extensión determinada. Un predicado que satisfaga las primeras dos condiciones se llamará *exacto*. Si un predicado no satisface una de estas dos condiciones, se llamará *inexacto*. Adviértase que la exactitud no es cuestión de extensión ya que, desde nuestra perspectiva, las valoraciones de verdad son externas a los constructos. De tal modo, podemos construir una teoría matemática bien organizada referente a una cosa inaudita, una teoría con un sentido exacto y una referencia precisa pero a la que, hasta el momento, no se le ha asignado un valor de verdad porque no ha sido sometida a ninguna comprobación. Los predicados peculiares de esta teoría serán exactos aun cuando no se les haya asignado ninguna extensión.

En la práctica de la ciencia fáctica, pocos predicados son exactos. Únicamente aquellos que pertenecen a una teoría bien organizada pueden serlo, pero en ocasiones no lo son a causa de alguna incertidumbre relacionada con su referencia precisa. Un ejemplo típico de incertidumbre referencial es la mecánica cuántica, de la cual algunas veces se dice que se refiere a microsistemas individuales, otras a ensambles de estos y, más a menudo, o bien a sistemas individuales o bien a ensambles manipulados por observadores. En estas circunstancias, los predicados de la mecánica cuántica están destinados a ser inexactos en el contexto abierto de la investigación, aun cuando satisfagan condiciones matemáticas definidas. Únicamente en el seno de una formulación precisa tanto del formalismo matemático como de la semántica de la teoría, sus predicados pueden ser exactos. El matemático aplicado y el físico matemático no se preocuparán por los problemas de interpretación: aprovecharán el formalismo matemático compartido por todas las versiones rivales. En otras palabras, todos los predicados de la mecánica cuántica tienen un núcleo de significado determinado por el formalismo (que incluye los esqueletos de los enunciados legales). Esto sugiere la introducción de la

DEFINICIÓN 9.8 Sea P un predicado que comparten todos los miembros T de una familia $\mathcal{T}$ de teorías. Luego el *significado nuclear* de P posee los siguientes componentes:

(a) el *sentido nuclear* de P:
$\mathcal{S}_{\text{nuclear}}(P) = \bigcap_{T \in \mathcal{T}} \mathcal{S}_T(P)$;

(b) la clase de *referencia nuclear* de P:
$\mathcal{R}_{\text{nuclear}}(P) = \bigcap_{T \in \mathcal{T}} \mathcal{R}_T(P)$.

Nuestra definición no solo es aplicable a las interpretaciones alternativas de un formalismo matemático dado, sino también a cualesquiera teorías que compartan un predicado dado. Por ejemplo, mientras que el significado pleno de "temperatura" está determinado por la totalidad de las teorías en las que aparece, su intersección determina el significado nuclear del predicado. Más precisamente, adoptamos la

DEFINICIÓN 9.9 Sea P un predicado teórico con un sentido nuclear dado $\mathcal{S}_{\text{nuclear}}(P)$ y con clase de referencia nuclear $\mathcal{R}_{\text{nuclear}}(P)$. Luego, la *vaguedad del significado* de P relativa a la teoría T es

$$\Delta_T \mathcal{M}(P) = \langle \Delta_T \mathcal{S}(P), \Delta_T \mathcal{R}(P) \rangle$$

donde

$$\Delta_T \mathcal{S}(P) = \mathcal{S}_T(P)\, \Delta \mathcal{S}_{\text{nuclear}}(P)$$
$$\Delta_T \mathcal{R}(P) = \mathcal{R}_T(P)\, \Delta \mathcal{R}_{\text{nuclear}}(P)$$

y 'Δ' representa la diferencia (booleana) simétrica.

Las consideraciones precedentes se aplican únicamente a los predicados teóricos. En estos casos, el concepto de vaguedad del significado es un concepto exacto. Este no es el caso con los predicados no teóricos, tales como "feo". En este caso, uno podría sentirse tentado de ensayar un enfoque topológico. Por ejemplo, se podría desear caracterizar como vago (exacto) todo predicado que sea un punto (interno) límite de un conjunto de predicados dado. Pero la noción misma de vecindario, necesaria para definir puntos límite y puntos internos, presupone la existencia de una topología de predicados. Y esta arribará únicamente en caso de que la familia de predicados sea estructurada, lo que sucedía en el caso estudiado en el Capítulo 4, Sección 2.4, pero no con los predicados del conocimiento ordinario. En estos, la vaguedad del significado es, ella misma, vaga.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 192

¿Qué deberíamos hacer con los predicados inexactos? Una de dos: o bien darles una apariencia exacta o bien educarlos hasta que se tornen exactos. La primera alternativa está parcialmente implementada al permitir que los predicados inexactos se ajusten a una lógica permisiva propia; por ejemplo, algún sistema de lógica trivaluada (Körner, 1964). No aconsejamos seguir esta alternativa: la vaguedad del significado puede tener su origen o bien en un pensamiento confuso o bien en diferencias teóricas genuinas y, en ambos casos, se debe exhibir y resolver, en lugar de barrerla debajo de alguna respetable alfombra. Si relajamos los estándares lógicos no podremos exactificar nuestros conceptos dentro de una teoría, ni discutir sus diferencias cuando se insertan en teorías diferentes. Lo que se debe hacer es minimizar la vaguedad del significado dentro de toda teoría. Para conseguir este objetivo solo hay un medio: mejorar la organización lógica y la semántica de nuestras teorías científicas. Si es necesario, debemos axiomatizarlas. Desde luego, esto no garantizará la desaparición de la vaguedad, porque siempre son posibles axiomatizaciones alternativas y algunas de ellas pueden no consistir en una mera reorganización de un conjunto fijo de constructos. En otras palabras, es posible que sea inevitable cierta vaguedad residual del significado, no como indicador de confusión conceptual, sino como una saludable señal de variedad teórica. En tanto que debemos desear maximizar la exactitud *intra*teórica, no debemos intentar minimizar la vaguedad *inter*teórica, ya que esto se consigue, sencillamente, proscribiendo todas las teorías rivales, excepto una.

2.2. Vaguedad extensional

Un predicado inexacto está destinado a que se le asigne una extensión imprecisa ya que, si albergamos incertidumbres acerca de su significado, nos encontraremos con que hay casos dudosos. En este caso hablamos de *vaguedad extensional*. Una solución para ella es, desde luego, la exactificación. (Siempre hay que ir a la raíz del problema.) Por ejemplo, reemplazando los conceptos cualitativos "largo", "intermedio" y "corto" por un concepto cuantitativo de longitud nos deshacemos de la vaguedad de significado y, a la vez, disminuimos la vaguedad extensional. Sin embargo, es posible que esta última no se reduzca hasta desaparecer salvo en los casos más simples porque, en general, tendremos matices de valores

de verdad en lugar de casos claros de verdad y falsedad. En consecuencia, la vaguedad extensional es suficiente, pero no necesaria, para la inexactitud: su origen puede estar en la incertidumbre propia de nuestras atribuciones de valores de verdad. Por esta razón resulta conveniente introducir un concepto de vaguedad extensional independiente del de vaguedad de significado dilucidado en la subsección anterior.

La extensión *estricta* de un predicado P con dominio D es la clase de objetos pertenecientes a D para los cuales P es verdadero:

$\mathscr{E}(P) = \{x \in D \mid Px\}$, o $\mathscr{E}(P) = \{x \in D \mid \mathscr{V}(Px) = 1\}$.

La generalización a la verdad parcial da origen a la noción de extensión *laxa*:

DEFINICIÓN 9.10 Sean P un predicado con dominio D y $\mathscr{V}$ una valoración de verdad, en tanto que ε es un número real preasignado comprendido entre 0 y 1. Luego, *la extensión de P dentro de* ε se define como

$\mathscr{E}_\varepsilon(P) = \{x \in D \mid 1 - \varepsilon \leqslant \mathscr{V}(Px) \leqslant 1\}$.

Este concepto de extensión laxa abarca los dos casos discutidos previamente: el de la vaguedad extensional debida a una inherente vaguedad de significado y el de aquella debida a las incertidumbres de la valoración de verdad. Las extensiones laxas incluyen las extensiones estrictas:

Para toda $0 \leqslant \varepsilon \leqslant 1$, $\mathscr{E}_\varepsilon(P) \supseteq \mathscr{E}(P)$.

El exceso de la primera respecto de la segunda es, precisamente, la cantidad de vaguedad extensional. De modo más explícito, proponemos la

DEFINICIÓN 9.11 Sea P un predicado con dominio D, extensión laxa $\mathscr{E}_\varepsilon(P)$ y extensión estricta $\mathscr{E}(P)$. Luego, la *zona de vaguedad extensional* de P es

$\Delta\mathscr{E}(P) = \mathscr{E}_\varepsilon(P) - \mathscr{E}(P) = \{x \in D \mid 1 - \varepsilon \leqslant \mathscr{V}(Px) < 1\}$.

† 'Membrecía' o 'membresía'. [*N. del T.*]

O sea, $\Delta\mathscr{E}(P)$ incluye todos los casos dudosos y solo estos.

Se puede enunciar la misma idea en términos de una relación de pertenencia† generalizada, definida del siguiente modo:

$$x \in_v S =_{df} \mathscr{V}(x \in S) = v, \text{ con } 0 < v \leqslant 1.$$

Se advierte fácilmente que, si $x \in_v S$, luego $\neg(x \in_v S) = x \in_{1-v} S$. En términos de este concepto de pertenencia generalizada, la zona de vaguedad extensional de un predicado P con dominio D y extensión estricta $\mathscr{E}(P)$ se transforma en

$$\Delta\mathscr{E}(P) = \{x \in D \mid x \in_v \mathscr{E}(P) \text{ y } 0 < v < 1\}.$$

En otras palabras, podemos permitir que nuestros propios conjuntos sean borrosos en alguna medida asociando la noción de pertenencia a la de verdad parcial. (Para un enfoque diferente, véase Goguen [1969].)

Otro enfoque diferente consiste en centrarse en los enunciados, en lugar de hacerlo en sus referentes. Considérese un predicado obviamente vago, tal como "sano", o de modo abreviado H, definido sobre el conjunto O de organismos, vale decir $H : O \rightarrow$ Enunciados. Luego, H induce una tripartición de este conjunto S de proposiciones según las proposiciones Hx, con $x \in 0$, sean estas verdaderas, falsas o ninguna de las dos cosas. La zona de vaguedad extensional de H puede definirse como el conjunto de todos los enunciados de la forma Hx que demuestran no ser verdaderos ni falsos, es decir los enunciados referentes a todos los casos dudosos. Si se adopta esta perspectiva, la cantidad de vaguedad extensional está dada por la fracción de esos enunciados aléticamente indeterminados. (Advertencia: no interpretar esta fracción como una probabilidad. Los enunciados no son variables aleatorias y los valores de verdad no se asignan al azar.)

No profundizaremos más sobre este asunto. En lugar de ello, para enfoques alternativos, nos remitimos a la literatura reciente (Körner, 1964; Bunge 1967a; Gentilhomme, 1968; Goguen, 1969; Castonguay, 1972; Moisil, 1972). Todos estos autores comparten la convicción, ridiculizada por los filósofos inexactos, de que "vaguedad" se puede exactificar, aun cuando no se pueda reducir la vaguedad. En esta concepción no hay más paradoja que en la de la teoría matemática de las aproximaciones, ni que en la tesis de que "exacto" siempre puede hacerse más exacto.

2.3. Indeterminación estructural

Hay un tipo de imprecisión de raíces más profundas para la cual no existe solución fácil a la vista: es la que llamaremos *indeterminación estructural*. Primero la noción intuitiva. Un enunciado negativo es menos definido o menos comprometido que uno afirmativo, un enunciado existencial es menos definido que una generalización universal y un enunciado de posibilidad es mucho menos definido que la correspondiente proposición no modal. A diferencia de los tipos de vaguedad que hemos investigado previamente, la indefinición estructural no se debe a la inexactitud de los predicados o a la incertidumbre de la extensión, sino que parece ser propia de la forma lógica.

Una manera posible de asignar valores de indefinición y así dilucidar la noción de indefinición estructural es adoptar los siguientes principios:

1. Los enunciados atómicos poseen indefinición estructural cero.
2. El grado de indefinición estructural de un enunciado molecular p es igual al número de negaciones más el número de disyunciones presentes en p.
3. Los enunciados de posibilidad, si bien son indefinidos, no poseen un valor definido de indefinición estructural.

Correspondientemente, para los enunciados atómicos afirmativos p y q, tenemos

$$Ind\,(p) = 0, \qquad Ind\,(\neg p) = 1,$$
$$Ind\,(p \,\&\, q) = 0, \qquad Ind\,(p \vee q) = 1,$$
$$Ind\,(p \Rightarrow q) = 2, \qquad Ind\,(p \Leftrightarrow q) = 4,$$
$$Ind\left(\bigwedge_{i=1}^{n} Fx_i\right) = 0, \qquad Ind\left(\bigvee_{i=1}^{n} Fx_i\right) = n - 1.$$

Este concepto de indefinición o debilidad de compromiso tiene importancia para la metodología de la ciencia (véase Bunge, 1967a, Volumen I, p. 273 y ss.). A menudo se confunde con los de fuerza lógica, contenido e improbabilidad (véase el Capítulo 4, Sección 3.2), lo cual es un indicio del estado de la semántica.

3. La descripción definida†

3.1. La concepción heredada: crítica

Las descripciones definidas, tales como 'mi madre', 'el logaritmo de 1' y 'el santo de al lado', pueden plantear algunos problemas lógicos y semánticos sutiles, en particular cuando se refieren a algo que no existe. Fue necesario un Russell para darse cuenta de ello e intentar analizar las descripciones definidas con ayuda de la entonces joven lógica matemática. La ahora clásica «teoría» o, mejor dicho, definición de Russell se reduce a lo siguiente: Una descripción definida presupone existencia e indica unicidad (Russell, 1905, 1919a). O sea, "esto y aquello" debe analizarse como "Hay un única cosa que es esto o aquello y es tal". En símbolos,

$$G\,[(\mathit{1}\ x)\ Fx] =_{df} (\exists x)\,[Fx\ \&\ Gx\ \&\ (y)(Fy \Rightarrow y = x)] \qquad (R)$$

Hilbert y Bernays (1968) ofrecieron una versión diferente de la idea de que "es tal" no es ni más ni menos que «Hay un esto o aquello y es único». Estos autores aportan la nueva regla de inferencia

$$\frac{\begin{array}{c}(\exists x)\ Fx \\ (x)(y)(Fx\ \&\ Fy \Rightarrow x = y)\end{array}}{F\,[(\mathit{1}\ x)\ Fx]} \qquad (HB)$$

sometida a ciertas restricciones. Las diferencias entre *HB* y *R* son las que siguen: (*a*) mientras que *R* es una definición, *HB* es una regla de inferencia que, si se acepta, tiene que ser añadida a las reglas del cálculo de predicados; (*b*) *R* es contextual, en el sentido de que debe asignarse al referente otra propiedad (es decir, *G*), además de la que ejemplifica de manera única (o sea, *F*); *HB* no exige tal cosa, pero en compensación nos fuerza a emplear expresiones correctas aunque redundantes, tales como 'mi madre es madre' y 'el cuadrado de 2 es cuadrado de 2'; (*c*) mientras que en *R* la existencia y la unicidad están fusionadas, en *HB* se enuncian por separado.

† Adaptado de Bunge (1971c).

Cada uno de los análisis anteriores, *R* y *HB*, posee sus méritos y sus deméritos. En particular, *R* es más simple que *HB*, en tanto que *HB* incluye un separación nítida entre la existencia y la unicidad. Sin embargo, esta separación de los dos conceptos debería llevarse incluso más lejos: deberíamos poder describir objetos que no existen, así como objetos cuya existencia todavía no ha sido establecida. En otras palabras, «es bastante natural utilizar descripciones antes de que se haya comprobado su adecuación» (Scott, 1967, pp. 181-182). De tal modo, debería permitirse al soltero decir 'Mi esposa no existe' y el cosmólogo debería poder preguntarse si hay algo semejante al centro del universo. Con todo, ni *R* ni *HB* ofrecen estas posibilidades, puesto que ambas hacen de la existencia una condición de la descripción definida. Por esta razón, *R* y *HB* no resultan adecuados. La misma objeción es válida para otros análisis de las descripciones definidas (por ejemplo, Kalish y Mantague, 1957; Eberle, 1969), aunque no, sin duda, para la de Hintikka (1969).

Tanto en la matemática como en la ciencia fáctica, las cuestiones de unicidad van separadas de las cuestiones de existencia: un objeto que satisface cierta descripción puede no existir o, si existe, puede no ser único. Por ejemplo, la teoría de las ecuaciones diferenciales contiene teoremas de existencia y teoremas de unicidad separados. Y en la física teórica, a menudo se puede dar una caracterización no ambigua de un objeto cuya existencia real está lejos de resultar cierta: de tal modo, es posible especular acerca del estado estacionario de un átomo mésico que todavía no existe y que tal vez nunca llegue a existir.

Ya sea en la matemática o en la ciencia fáctica, cuando se intenta validar las afirmaciones de unicidad se procede del siguiente modo. Primero se supone o se muestra la existencia y luego se supone o se investiga su unicidad bajo el supuesto de existencia: sería una pérdida de tiempo buscar no existentes únicos. En otras palabras, los teoremas de unicidad toman la forma: «Si hay un *x* con la propiedad *F*, no hay un *y* diferente de *x* que ejemplifique *F*». Las *demostraciones* de unicidad dependen de los supuestos o demostraciones de existencia, pero no a la inversa. Ocurre algo parecido con la validación empírica de las hipótesis de unicidad fáctica. Pero esto no quiere decir que el *concepto* de unicidad dependa del de existencia, a menos, desde luego, que seamos intuicionistas u operacionistas. En realidad, estos dos conceptos no son interdefinibles. (Si lo fueran, cada teorema de unicidad sería solo una reformulación de algún

teorema de existencia.) Y los supuestos de unicidad no son deducibles a partir de los supuestos de existencia sin más.

Sostenemos que *las descripciones definidas solo indican la unicidad*: que por sí mismas no tienen compromiso alguno en relación con la existencia, aun cuando el establecimiento de esta última sea necesario para demostrar dicha unicidad. De otro modo, el soltero no podría bromear acerca de su esposa, el ateo no podría discutir sobre el dios cristiano, el físico no podría especular acerca del elemento número 110 y el cosmólogo no podría plantear hipótesis acerca del centro del universo. Así las cosas, no podemos aceptar ninguna dilucidación de la descripción definida que incluya la existencia. En este aspecto, entonces, *HB* es tan inadecuada como *R*. En consecuencia, debemos buscar una caracterización diferente. Propondremos dos definiciones, ninguna de las cuales nos forzará a incrementar el conjunto de reglas de inferencia.

3.2. Un análisis elemental de las descripciones definidas

El análisis estándar de las descripciones definidas las equipara con la existencia y la unicidad. El nuestro descarta la existencia y retiene la unicidad. Ahora bien, la condición de unicidad se puede expresar en diversos lenguajes. En esta subsección, propondremos un análisis de las descripciones definidas dentro de la lógica de predicados de primer orden.

Lo que nos interesa es la unicidad independientemente de la existencia, la cual puede suponerse o rechazarse de manera separada. Más aún, deseamos analizar la noción de *unicidad relativa* o unicidad en algún sentido, haciéndolo, al principio, con los limitados recursos de la lógica de predicados. Hay dos modos de hacerlo, dependientes del «aspecto» en el cual un objeto sea único. Un objeto puede ser único porque es el único caso de una propiedad dada, como en ocurre con la tercera potencia de 2. O puede ser único en razón de la relación que mantiene con otro objeto, como en el caso de mi madre. Dilucidaremos estas dos nociones por medio de las convenciones siguientes:

DEFINICIÓN 9.12 El objeto *a* es único en el sentido denotado por el predicado $F =_{df} a$ ejemplifica *F* y no hay otros individuos, diferentes de *a*, que ejemplifiquen *F* :

a es F–único $=_{df} Fa$ & $\neg$ $(\exists x)(x \neq a$ & $Fx)$

o, de manera equivalente,

a es F–único $=_{df} Fa$ & $(x)(Fx \Rightarrow x = a)$.

A continuación, estipulamos que "a es F–único" equivale a "x tal que x es un F". De un modo más explícito, establecemos la

DEFINICIÓN 9.13 El objeto a es (igual a) el x tal que x sea un F, en el preciso caso en que a es único:

$[a = (\lfloor x)\ Fx] =_{df} a$ es F–único.

Hemos escogido '$\lfloor$' para designar el descriptor definido tanto por conveniencia tipográfica como para evitar la confusión con el símbolo de Russell, el cual designa un concepto diferente.

Las definiciones anteriores implican nuestro *análisis elemental de la descripción definida*:

$$[a = (\lfloor x)\ Fx] =_{df} Fa \ \&\ (x)(Fx \Rightarrow x = a). \qquad (N)$$

Por ejemplo, ⌜2 es el menor número primo⌝, vale decir ⌜$2 = (\lfloor x)\ SPx$⌝, se analiza ahora como ⌜$SP\ 2$ & $(x)(SPx \Rightarrow x = 2)$⌝, donde, a su vez, SPx está definido como $(y)(Px$ & Py & $x \neq y \Rightarrow x < y)$.

Para que N sea válido no es necesario que Fa sea verdadero. Y si Fa no es afirmado (separadamente), no se sigue que $(\exists x)\ Fx$. En consecuencia, N no incluye (implica) la existencia. Por ejemplo, la igualdad

Zeus = El jefe del Olimpo griego,

que es un caso de reemplazo del miembro izquierdo de N, no nos compromete con el paganismo. Es solamente una convención de designación. Si se cuestionara, también se cuestionaría el lado derecho, pero la igualdad definitoria se mantendría. Lo mismo ocurriría si N se interpretara como una equivalencia, puesto que para que ⌜$A \Leftrightarrow B$⌝ sea válido, ambos lados tienen que tener el mismo valor de verdad, por ejemplo la falsedad. Si a continuación afirmamos (separadamente) que Zeus es el jefe del Olimpo grie-

go, concluimos que Zeus existe y si negamos el mismo enunciado, vale decir negamos *Fa*, nos adherimos al enunciado de que Zeus no existe.

Hasta aquí hemos llegado con las descripciones definidas en términos de predicados unarios. A continuación generalizaremos nuestro análisis a los predicados de un rango cualquiera. Pero para mantener legible la exposición, limitaremos nuestras definiciones a las relaciones binarias.

DEFINICIÓN 9.14 El objeto a es único en su relación R con $x =_{df} a$ tiene la relación R con x y no hay ningún otro individuo y, excepto el propio a, que esté R–relacionado con x:

a es R–único en su relación con $x =_{df} Rax \;\&\; (y)(Ryx \Rightarrow y = a)$.

DEFINICIÓN 9.15 El objeto a es (igual a) el x tal que x tiene la relación R con $b =_{df} a$ es único en su relación R con b:

$$[a = (\lfloor x)\, Rxb\,] =_{df} a \text{ es único en su relación con } b$$
$$=_{df} Rab \;\&\; (x)(Rxb \Rightarrow x = a).$$

En resumidas cuentas, hemos identificado las descripciones definidas con la unicidad. A diferencia de la opinión prevaleciente, la nuestra no incluye el supuesto de que el individuo descrito existe en algún contexto: afirma, únicamente, la *no* existencia de *otros* individuos que satisfagan las mismas condiciones. Así es como debe ser, puesto que la existencia no es un asunto de definición y mucho menos de designación: la existencia es cuestión o bien de suposición o bien de validación. En otras palabras, una afirmación de existencia es una hipótesis que debe justificarse, no una convención que pueda introducirse libremente. Por ejemplo, el que una función con ciertas propiedades exista o no es un asunto que no puede decidirse sin la realización de comprobaciones empíricas. Estos requisitos metodológicos son violados por las interpretaciones R de Russell y *HB* de Hilbert-Bernays (véase la Sección 3.1), pero no por la nuestra (N). En efecto, según nuestra interpretación, es posible, aunque no necesario, afirmar por separado la existencia del individuo descrito, a saber del siguiente modo: $(\exists x)(x$ es F-único) o del siguiente: $(\exists x)(x$ es único en su relación R con $b)$. En consecuencia, no habrá ninguna diferencia *lógica* entre una descripción propiamente dicha (o completa) y una descripción incompleta (o vacía): las diferencias son pura-

mente semánticas. Las peculiaridades semánticas de la descripción definida se tratarán en las Secciones 3.5 y 3.6, a la luz de un análisis más profundo, aunque más simple, de nuestro tema, al cual pasaremos a continuación.

3.3. Un análisis matemático de las descripciones definidas

A continuación aprovecharemos el concepto general de función, que va más allá del cálculo de predicados. Considérese la fórmula ⌜El coste de *x* es (igual a) *y*⌝ o, de un modo más breve, ⌜*x* cuesta *y*⌝. Para todo caso de reemplazo de *x* hay exactamente un valor de *y*, tal que *y* sea igual al coste de *x*. En consecuencia, el coste es una función –a la que llamaremos *C*– de modo tal que podemos escribir: ⌜*C*(*x*) = *y*⌝. Del mismo modo, ⌜El padre de *x* es *y*⌝ o, de manera más resumida, ⌜*y* engendró a *x*⌝, se puede simbolizar como: ⌜*F*(*x*) = *y*⌝, donde '*F*' simboliza la función de paternidad. Estos símbolos comunican la idea de que el coste y la paternidad son propiedades de algo y, además, que esas propiedades están representadas de modo adecuado por las funciones en el sentido matemático, no en el lógico, ya que sus valores no son enunciados, sino otros individuos. Estos ejemplos pueden interpretarse también como enunciados relacionales, con la salvedad de que las relaciones *C* y *F* son de muchos a uno. Pero esta interpretación, adecuada para casos de conocimiento ordinario, tales como ⌜Scott escribió *Waverley*⌝, es inadecuada para la mayoría de los fines científicos. En la ciencia, se prefieren los enunciados funcionales de la forma "*F*(*x*) = *y*".

A continuación, *truncaremos* la fórmula funcional ⌜El *F* de *x* es igual a *y*⌝ dejando fuera el valor de la función. Así obtenemos "El *F* de *x*" o "*F*(*x*)", al que podemos llamar *semienunciado funcional*. Esta expresión indica la función de interés y un valor arbitrario de su argumento, pero no el valor correspondiente de la función. Si la función posee un valor en *x*, vale decir si *F* está «definida» en *x*, el valor es único por la definición del concepto de función. Y esto es todo lo que indica una descripción definida: un objeto único. Comprimiremos cuanto hemos dicho en la

DEFINICIÓN 9.16 Sea *F* una función de un conjunto *A* en un conjunto *B*. Luego, la expresión '*F*(*a*)' se llama *descripción definida propiamente dicha* $=_{df}$ *F* está definida en $a \in A$.

Si $F(a)$ es una descripción definida propiamente dicha, designa un individuo único, por ejemplo b, en el codominio B de F. O sea que ahora la relación entre un nombre propio b y una descripción definida $F(a)$ es el enunciado completamente desarrollado "$b = F(a)$", que se lee 'b es el F de a'. En este caso, $F(a)$ es un nombre y no plantea mayores problemas. De otro modo tenemos una descripción incompleta o vacía. Más explícitamente, establecemos la

DEFINICIÓN 9.17 El semienunciado funcional $F(a)$ es una *descripción definida incompleta* $=_{df} F$ no está definida en $a \in A$.

Ejemplos: "El peso de mis pensamientos", "El padre del universo". Sugerencia: muchas metáforas solo son descripciones incompletas. Este comentario podría resultar de utilidad para analizar la estructura de algunas metáforas.

Un análisis alternativo, pero esencialmente equivalente, es el que resulta del uso del concepto de función parcial o correspondencia entre un subconjunto de A y un conjunto B. Así pues, "rey" y "presidente" son funciones parciales sobre el conjunto de los países: "rey" es una función total sobre el conjunto de las monarquías y "presidente" una función total sobre el conjunto de las repúblicas. En general, tenemos la

DEFINICIÓN 9.18 Sea F una función parcial con dominio A. Luego, $F(a)$ es una descripción definida propiamente dicha (incompleta) $=_{df} a$ pertenece (no pertenece) a A.

En cualquiera de las dos interpretaciones funcionales, la descripción puede enunciarse y analizarse sin siquiera tener que introducir un símbolo especial. El vínculo entre la anterior dilucidación elemental (Sección 2) y esta dilucidación lo provee la

DEFINICIÓN 9.19 Sea P un predicado unario con dominio B y sea F una función que aplica un conjunto A a un conjunto B. Luego, para todo $b \in B$

$$b = (\lfloor x)\, Px =_{df} F(a) = b.$$

Dado un predicado unario P siempre es posible hallar la correspondiente función F que satisfará la convención anterior y viceversa. Por ejemplo, "montaña dorada" puede interpretarse no solo como un predicado (molecular) sino también como una función sobre el conjunto de

los lugares. En consecuencia, suponiendo que el nombre de la montaña dorada sea 'Refulgente', la Definición 19 da

Refulgente = La montaña dorada = $_{df}$ La montaña dorada del lugar a = = Refulgente.

Pero hay más sobre la relación entre los predicados y las funciones: echemos un vistazo.

3.4. Continuación del análisis

Tomemos "talentoso" como un ejemplo de predicado unario P y "autor de" como caso de una función F. (Dejaremos de lado el caso de la autoría compartida.) Tanto P como F son aplicaciones: P aplica escritores a enunciados, mientras que F aplica libros a libros. Vale decir que

P Talentoso: Escritores → Enunciados
F Autor de: Libros → Escritores

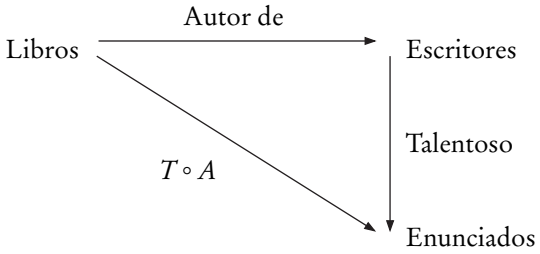
En el primer caso tenemos, por ejemplo, ⌜Walter Scott es talentoso⌝ mientras que, en el segundo, podemos tener ⌜El autor de *Waverley* es (igual a) Walter Scott⌝. (El *es* que aparece en el primer enunciado es predicativo, en tanto que el *es* del segundo enunciado es el de igualdad.) Esto nos permite escribir

$A(w) = s$,

donde '$A(w)$' simboliza "el autor de *Waverley*" y 's' representa a Walter Scott. En consecuencia, ⌜Walter Scott es talentoso⌝ puede ser transformado en ⌜el autor de *Waverley* es talentoso⌝, es decir, de forma resumida, $T[A(w)]$. Ahora bien, este es solamente un caso de la composición de las funciones A y T, vale decir

$$\text{Libros} \xrightarrow{\text{Autor de}} \text{Escritores} \xrightarrow{\text{Talentoso}} \text{Enunciados.}$$

Esta composición puede representarse como un diagrama conmutativo.



Es evidente que esto solo funciona cuando las funciones referidas están definidas en todos los puntos de sus dominios y cuando el recorrido de la primera es igual al recorrido de la segunda. Este comentario nos ayudará a resolver el problema referente a la relación entre las descripciones definidas y los nombres.

Tal como ha señalado Russell, las descripciones definidas no son nombres. Pueden tener el mismo referente, pero no significan lo mismo. Así pues, en el contexto de la teología católica, 'La madre de Dios' «dice» mucho más que 'María'. Cualquiera que sea el significado que se le pueda asignar a un nombre (y este es un punto controvertido), la descripción definida asociada, si existe, debe tener un sentido que incluya al anterior. Sin embargo, para la deducción, las descripciones definidas propiamente dichas pueden tratarse igual que los nombres. Por ejemplo, 'la suma de 2 y 3' puede reemplazarse por '5'. En otras palabras, si bien una descripción definida no es un nombre, en la inferencia se comporta como si fuera un nombre, a condición de que se tomen las precauciones necesarias. La condición de esta identidad funcional o conductual entre los nombres y las descripciones definidas es, desde luego, que la función *F* en cuestión esté definida en el punto de interés. En este caso, únicamente, $F(a)$ constituirá una descripción definida propiamente dicha o no vacía, según la Definición 16. En otras palabras, una descripción definida puede ser tratada como un nombre a condición de que exista un individuo que satisfaga la descripción. Ejemplo:

Ts	1
$A(w) = s$	2
$\therefore$ T [A(w)]	1, 2, Principio de identidad.

Esta inferencia es válida porque, según la interpretación ofrecida previamente, la función *A* está definida en *w*: en efecto, en *w*, *A* asume el valor *s*. En cambio, si ahora '*w*' simboliza el mundo, en el contexto de la concepción naturalista del mundo, la inferencia anterior no es válida, independientemente de cómo se reinterprete '*T*', puesto que *A* ya no está definida en *w*. En resumen, con esta nueva interpretación de '*w*', *A*(*w*) se convierte en una descripción impropia y el reemplazo de *s* por *A*(*w*) no es válido porque ya no se cumple una de las condiciones de la composición de funciones, vale decir de la existencia del compuesto $T \circ A$. (Si lo deseamos, podemos decir con Frege que ahora '*A*(*w*)' designa al individuo nulo, pero esto no salvará la inferencia.) En este aspecto, nuestro tratamiento no difiere del de Russell o el de Hilbert-Bernay. La diferencia radica, desde luego, en que ahora la condición de existencia se enuncia de forma separada, en lugar de estar fusionada con la descripción definida.

3.5. Cuestiones referentes al significado

Por el Capítulo 7 sabemos que el significado es contextual. De tal modo, "El creador del universo" es significante en algunas teodiceas, pero no en física, en la cual el concepto de creador no aparece. En consecuencia, conviene comenzar recordando la noción de contexto (Capítulo 2, Sección 3.4, Definición 10). La reformularemos en términos de funciones, en lugar de predicados. *Voilà*: La terna ordenada $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{F}, U \rangle$ se llama *contexto* sii *S* es un conjunto de enunciados en el cual solamente aparecen las constantes funcionales de la familia de funciones $\mathbb{F}$ y la clase de referencia de todo *F* perteneciente a $\mathbb{F}$ está incluida en el universo *U*.

A continuación, postularemos las condiciones en las cuales una descripción definida interpretada como un semienunciado funcional (Sección 3.3) tiene sentido en un contexto dado y posee un referente en él.

AXIOMA 9.1 Sea $F(x)$ una descripción definida y sea $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{F}, U \rangle$ un contexto. Luego, $F(x)$ *tiene sentido* en $\mathbb{C} =_{df} F$ pertenece a $\mathbb{F}$.

AXIOMA 9.2 Sea $F(x)$ una descripción definida y sea $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{F}, U \rangle$ un contexto. Luego, $F(x)$ *tiene un referente* en $\mathbb{C} =_{df} F$ tiene sentido en $\mathbb{C}$ y *F* está definida en $x \in U$.

Por último, identificaremos el referente de un modo no ambiguo:

DEFINICIÓN 9.20 Sea $F(x)$ una descripción definida que tiene sentido y posee algún referente en un contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{F}, U \rangle$. Luego, se llama *referente* de $F(x)$ a $y = F(x)$.

Adviértase que los axiomas anteriores son postulados, no definiciones: en efecto, no definen el sentido y la referencia, sino que solo estipulan las condiciones para que una descripción definida tenga sentido y referencia. Ahora bien, en nuestra semántica, para que una expresión sea significativa tiene que tener sentido (indirecto). (Recuérdese el Capítulo 7.) De ello se sigue que "El actual rey de Francia" y otras descripciones definidas referencialmente vacuas pueden ser significantes en ciertos contextos. En otras palabras, una descripción vacía puede representar un concepto, vale decir poseer un correlato real. En consecuencia, ⌜El actual rey de Francia es calvo⌝ también es significante: tiene un sentido e incluso un referente. Que este referente exista o no, es decir que el enunciado sea verdadero o no, es otro asunto (sobre el cual trataremos en breve).

Nuestra teoría difiere de la perspectiva de que las descripciones vacías y las oraciones que las contienen «padecen infelicidad» porque carecen de referencia real (Austin, 1962). Esta opinión estaría justificada si el significado se identificara con la extensión. Pero, como ya hemos visto en la Sección 1 y en otras anteriores, esta concepción referencial del significado resultaría paralizante para la ciencia, en la cual deben formularse, discutirse y ponerse a prueba enunciados acerca de entidades «teóricas» (o sea) mucho antes de que sea posible afirmar que estos poseen (o no poseen) referentes reales.

Otra ventaja de nuestra teoría es que disuelve un conocido enigma sobre las «expresiones intensionales», vale decir las fórmulas no verifuncionales. Considérense las descripciones

La raíz cuadrada de 4. (*A*)
El número atómico del helio. (*B*)

Puesto que *A* y *B* tienen el mismo designatum, a saber 2, son equivalentes. Y puesto que son equivalentes, para un nominalista (por ejemplo, Ajdukiewicz, 1967a) deberían ser intercambiables. Pero, desde luego, estas dos descripciones poseen referentes diferentes: mientras que *A* se refiere a 4, *B* trata del helio. En consecuencia, *A* y *B* no son sinónimas. Y así, según nuestra teoría *A* y *B* no son intercambiables en cualquier caso,

sea en contextos «extensionales» (vale decir, verifuncionales), sea en contextos «intensionales» (es decir no verifuncionales). De ahí que el enunciado

Arquímedes sabía que la raíz cuadrada de 4 es igual a 2. (*C*)

no sea lo mismo que

Arquímedes sabía que el número atómico del helio es 2. (*D*)

3.6. Cuestiones referentes a la verdad

Considérese una vez más el largamente discutido enunciado ⌜El actual rey de Francia es calvo⌝. ¿Podemos decir que es falso o que es verdadero? Russell sostenía que era falso y la mayoría de los filósofos parece compartir su perspectiva por la sencilla (ergo, sospechosa) razón de que se trata de una proposición y por ello (supuestamente) o bien es verdadera o bien es falsa y, dado que no es claramente verdadera, debe ser falsa. Sin embargo, algunos filósofos se han sentido insatisfechos con esta concepción. Así pues, Frege y, en una época, Strawson (1950) sostenían que los enunciados que contenían descripciones vacías no son verdaderos ni falsos. Más recientemente Strawson (1964) ha llegado a la conclusión de que su posición previa no es convincente: que cada bando tiene sus méritos y que cuál de ellos se escoge no tiene importancia.

En nuestra concepción, la verdad y la falsedad no son inherentes a las proposiciones, sino que (en ocasiones) les son atribuidas (Capítulo 8). Ahora bien, para que a un enunciado que contiene una descripción definida se le asigne un valor de verdad en un contexto dado, esa descripción tiene que indicar un referente definido en algún contexto. Porque, si no tiene referente, no se puede «encarar» con él el enunciado, a fin de asignarle a este un valor de verdad. En consecuencia, estipulamos el

AXIOMA 9.3 A un enunciado que contenga una descripción definida $F(x)$ se le puede asignar un valor de verdad en el contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{F}, U \rangle$ sii $F(x)$ posee algún referente que pertenezca a $\mathbb{C}$ y este referente existe.

Por ejemplo, "el éter luminoso" es una descripción definida cuyo sentido puede considerarse determinado por una teoría del éter (recuér-

dese el Capítulo 5). En todas las teorías mecánicas del éter, como la de Cauchy, el enunciado

e = ⌜El éter luminoso es elástico⌝

no solo es significante, sino también verdadero. Sin embargo, dado que el predicado "éter" no aparece en la óptica moderna y por nuestro Axioma 1 (Sección 3.5), el predicado "éter" no tiene sentido en la óptica moderna. En consecuencia, la descripción definida "el éter luminoso" no tiene sentido en la óptica moderna. Ergo, ningún enunciado que contenga esa descripción definida tiene sentido en la óptica moderna: en particular, el mencionado e no es significante en la óptica moderna o, para abreviar, OM. Y dado que no tiene sentido en la OM, en este contexto no se le puede asignar un valor de verdad a e. En otras palabras, la función de valoración de verdad $\mathcal{V}$, de la cual puede considerarse que aplica las parejas de enunciado-contexto a valores de verdad, no está definida para el par $\langle e, OM\rangle$. En pocas palabras, $\mathcal{V}$ no tiene valor en $\langle e, OM\rangle$ aun cuando $\mathcal{V}(e, E) = 1$, donde 'E' es la forma abreviada de "teoría del éter". (Tampoco es el caso de que e asuma el valor «indeterminado», como sostienen algunas interpretaciones de la lógica multivaluada. Una función no determinada, o no definida, para cierto valor de su argumento no tiene valor en él. De forma dependiente de la teoría de la verdad de que se trate, $\mathcal{V}$ puede asumir dos o más valores, pero no puede asumir el valor «indeterminado»). Lo que vale para el éter vale para los actuales reyes franceses: en el contexto de la historia contemporánea, ⌜El actual rey de Francia es calvo⌝ no es ni verdadero ni falso. (Solamente presupone una proposición falsa.) Por ende, dejemos de discutir sobre esto.

Finalmente, adviértase que en nuestra semántica no tiene lugar la paradoja del mentiroso, porque 'Lo que estoy diciendo ahora' es una descripción definida, no una proposición y, por lo tanto, ni siquiera puede ser falsa.

3.7. La verdadera magnitud de la teoría de las descripciones

El análisis de las descripciones definidas ha sido sobrevalorado hasta el punto de haber sido considerado la principal aportación de Russell a la fi-

losofía, lo que constituye un modo de subestimar los *Principia Mathematica*. Por otra parte, la teoría de las descripciones ha sido infravalorada e incluso traspapelada por muchos filósofos del lenguaje ordinario. Algunos la consideraron un tema de crítica literaria; otros la usaron para el análisis gramatical del artículo definido, como si 'mi esposa', 'el maestro de Platón' y 'el tipo raro de la esquina' no cumplieran las condiciones de las descripciones definidas. Tal como se ha indicado, todos los lenguajes desarrollados están repletos de descripciones definidas aun cuando, como el latín, carezcan de artículos definidos. También la matemática, el lenguaje de la ciencia, abunda en descripciones definidas –recuérdese 'el seno de 10º', 'la composición de *f* y *g*' y 'la integral indefinida de *f* '. También lo está la ciencia contemporánea, que encuentra más útiles las descripciones definidas –por ejemplo, en la forma de coordenadas espaciotemporales– que los nombres propios. Esto hace que la propuesta de Quine de asimilar todos los nombres a descripciones definidas resulte atractiva. Con todo, (*a*) aun si en la práctica a menudo procedemos de esta manera, es conveniente disponer de una noción compleja de descripción analizada en términos de conceptos más simples y (*b*) en metafísica necesitamos el concepto de individuo no descrito o indiferenciado que puede funcionar como uno de los ladrillos para la construcción de una cosa totalmente descrita. (Véase el Capítulo 1, Volumen 3 de este *Tratado*.)

Puesto que las descripciones definidas están por todos lados, analizarlas es tarea del filósofo. Pero para su análisis no es necesario introducir ningún nuevo concepto técnico: hemos visto que los descriptores son reducibles a los componentes estándar de la lógica elemental y la matemática. Nuestra evaluación de la teoría de la descripción está, pues, a medio camino entre dos concepciones actualmente dominantes: en lugar de renunciar a las descripciones definidas o inflarlas, sostenemos que se trata de constituyentes normales de todo lenguaje con un poder de expresión razonable. Además, en nuestra concepción la sintaxis de las descripciones definidas es trivial: solo su semántica es algo compleja, en el sentido de que involucra las nociones de sentido, referencia y verdad. Pero esto es exactamente de lo que trata la semántica: el sentido, la referencia y la verdad.

Esto es lo más lejos que llegaremos con la aplicación de nuestras doctrinas básicas a cuestiones de semántica pura. El siguiente capítulo, que también es el último, explora algunas de las relaciones entre la semántica y sus vecinos.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 210

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 211

Capítulo 10

Vecinos

En este capítulo final nos asomaremos a algunos de los campos de investigación adyacentes, a fin de ubicar mejor el nuestro. Intentaremos ver cómo son a la luz de nuestro candil semántico. En cada caso deberemos limitarnos a examinar unos pocos problemas típicos. Además, nuestra discusión será bastante rápida, puesto que nuestro objetivo es explorar la naturaleza de los vínculos entre la semántica de la ciencia y sus vecinos más próximos, y no examinar detalladamente estos últimos. En primer lugar echaremos un vistazo a la matemática o, mejor dicho, a su filosofía; luego dirigiremos nuestra atención a tres ramas tradicionales de la filosofía: la lógica, la gnoseología y la metafísica.

1. La matemática

1.1. La pertinencia de la semántica respecto de la matemática

Que la matemática es pertinente para la semántica exacta es analíticamente verdadero, ya que la semántica exacta no es otra cosa que semántica desarrollada *more geometrico*. La cuestión es si la semántica básica es pertinente para la matemática, si puede añadir algo a la semántica de la matemática o de la teoría de modelos. Y esto no resulta obvio.

Considérense las nociones de designación, referencia, sentido y verdad, todas las cuales parecerían ser de interés para la matemática. (El

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 212

concepto de modelo, en el sentido de la teoría de modelos, es propiedad exclusiva de la semántica de la matemática y no parece transportable a otras áreas: recuérdese el Capítulo 6, Sección 2.4.) El concepto de designación es casi trivial y también lo es el de referencia en el caso de la matemática, aunque no lo es en relación con la ciencia. En efecto, para todo el mundo, salvo para los literalistas, está claro que los símbolos matemáticos designan constructos matemáticos. Igualmente obvio es que los conceptos y enunciados matemáticos son o bien se refieren a objetos matemáticos, que también son constructos. De tal modo, "dos" no se refiere a nada, "par" se refiere a los enteros y ⌜El dos es un número par⌝ se refiere al dos, el cual, a su vez, es designado por el numeral '2'. Hasta aquí no hay nada pasmoso.

En cuanto al tercer concepto semántico genérico, el de sentido, sí tenemos algo que decir, en particular porque la teoría de modelos solo se ocupa de las extensiones. (Recuérdese el Capítulo 6, Sección 2.3.) Pero según nuestra perspectiva, el sentido pleno de una teoría –sea matemática, sea fáctica– está determinado, en última instancia, por los postulados de esa teoría. (Véase el Capítulo 5, Sección 5.) En consecuencia, no tenemos nada que añadir a lo dicho en los Capítulos 4 y 7. (Para los detalles respecto del significado en matemática, véase Castonguay [1972].) Con todo, podemos advertir contra los usos persuasivos o ideológicos de 'sentido' y 'significado', como en el caso del eslogan de que todo aquello que no es constructivo, por ejemplo el axioma de elección, carece de significado (cf. Lorenzen, 1967). Este Principio de Intolerancia carece de significado a menos que esté apoyado por una teoría del sentido (o del significado) precisa, la cual –¡ay!– no está disponible. Y hasta aquí llegamos con el sentido en la matemática.

En cambio, poco tenemos que decir acerca del cuarto término capital de la semántica, a saber 'verdad', en referencia a la matemática. La razón es que, si bien 'verdad' alardea de ser un término general, ese no es el caso: 'verdad' es un término ambiguo que designa dos conceptos radicalmente distintos, el de verdad formal y el de verdad fáctica. Mientras que la verdad fáctica está dilucidada en términos de referencia externa y pruebas empíricas, la verdad formal está dilucidada en términos de satisfacibilidad y demostración. (Desde el punto de vista pragmático, la demostración lleva ventaja, puesto que mostrar que una fórmula es verdadera en cierto modelo, o respecto de cierta interpretación, se reduce a demostrar la fórmula en la teoría del modelo.) En tanto la verdad fáctica

es objeto de una teoría especial, la verdad formal está dilucidad dentro de la teoría de modelos, que es una teoría multipropósito. (También la noción de verdad formal potencial es definible en términos de la teoría de modelos; véase Robinson, 1965. La teoría de modelos puede tratar, incluso, la noción de verdad parcial formal: véase Chang y Keisler [1966].) Dado que nuestro sistema de semántica se adapta a las necesidades de la ciencia fáctica, no es pertinente para la verdad matemática, del mismo modo que el concepto de verdad de la teoría de modelos es ajeno a la verdad fáctica.

En resumen, solo nuestra teoría del sentido (Capítulos 4 y 5) tiene sentido respecto de la matemática. Puesto que no tenemos más para ofrecer, cerramos con un par de comentarios críticos.

1.2. Acerca del extensionalismo

En ocasiones, se considera que 'extensionalismo' designa la tesis de que la lógica ordinaria es la única lógica que necesitamos, en particular, que podemos prescindir de las lógicas modales. Aceptaremos esta tesis, pero rechazaremos la designación por considerarla errada y engañosa. (Véase el Capítulo 4, Sección 1.3.) La auténtica tesis extensionalista es, en pocas palabras, que *todo concepto digno de su nombre es un conjunto*. Cuando se adopta en matemática, el extensionalismo tiene un efecto catastrófico: destruye el sentido (en todo sentido) y tiende a confundir la referencia con la extensión.

El prestigio de la tesis extensionalista deriva de la creencia de que ha conquistado la matemática. En realidad se sostiene ampliamente que (*a*) la teoría de conjuntos es totalmente extensional y (*b*) la totalidad de la matemática puede reducirse a la teoría de conjuntos. Sin embargo, estos dos dogmas son, como mínimo, controvertidos. En primer lugar, la teoría de conjuntos contiene un concepto básico, el de pertenencia, que no es interpretado como un conjunto, sino como una relación entre algo (ya sea un individuo o no) y un conjunto. No es solo que la relación de pertenencia no está definida como un conjunto (de pares ordenados), sino que el conjunto está parcialmente definido en términos de la primera, a saber diciendo que si $x \in y$, luego y es un conjunto. (Pero, desde luego, solo la totalidad de los postulados de una teoría de conjuntos hace el trabajo de determinar el sentido pleno de $\in$.)

En segundo lugar, la teoría de conjuntos contiene un postulado, el principio de separación (o su predecesor, el principio de abstracción), que relaciona predicados con conjuntos –las extensiones de esos predicados– sin definir los predicados en términos de estas. (Recuérdese el Capítulo 4, Sección 1.2 y el Capítulo 9, Sección 1.1.) Si este fuera el único supuesto de todas las teorías de conjuntos, eso apoyaría la concepción de Russell de que el razonamiento sobre propiedades es primario y, por la misma razón, dejaría fuera de juego el olímpico desdén de Bourbaki por el supuestamente anacrónico *raisonnement en compréhension*. Sin embargo, parece más realista optar por un equilibrio entre los dos extremos que por cualquiera de ellos.

En tercer lugar, si bien actualmente casi toda la teoría matemática –para gran disgusto de Wittgenstein– usa conceptos de la teoría de modelos y hasta algunas de las fórmulas de la teoría de modelos, si desea despegar tiene que añadir algo de su propia cosecha. Sin estos conceptos y supuestos específicos, que no son reducibles a (definibles en o deducibles de) la teoría de modelos, no habría más teoría matemática que la teoría de modelos. (El hecho de que la mayoría de los conceptos matemáticos nuevos pueda caracterizarse con ayuda de conceptos de la teoría de modelos no implica que los primeros estuviesen «contenidos» en la teoría de modelos. Del mismo modo, un organismo no está prefigurado en sus componentes físicos.) Así pues, la definición de una de las estructuras matemáticas más simples, el semigrupo, exige la noción de asociatividad, que la teoría de modelos no define.

La conclusión de la discusión previa, junto con la del Capítulo 4, Sección 1.2, es que la tesis extensionalista es falsa respecto de la matemática. En cambio, el programa que usa conceptos propios de la teoría de modelos en la totalidad de la matemática y de sus aplicaciones ha sido tremendamente fructífero, aunque puede que no sea la última palabra. En todo caso, la «conjuntificación» se debe mantener como algo distinto de la extensionalización.

1.3. Acerca de la objetividad

Nuestro segundo y último comentario se referirá a la objetividad. Hay un acuerdo casi universal acerca de que la matemática es objetiva, pero ello es así porque cada cual parece tener su propio concepto de objetividad. En todo caso, parece que lo que sigue es verdad: si bien la matemá-

tica es una creación del cerebro, no está en la misma categoría que los sueños (descabellados) y los cuentos de hadas (tontos). No es válida por arbitrario decreto ni porque yo lo desee ni porque creamos en ella. Una vez nacida, una pieza matemática deja de ser subjetiva y adquiere cierta objetividad. En realidad, es tan objetiva como la ciencia fáctica, solo que en un sentido diferente.

La objetividad de la ciencia fáctica consiste en su referencia exclusiva a objetos externos (objetividad semántica) y en sus procedimientos de comprobación impersonal o públicamente analizables (objetividad metodológica). Aun los procesos mentales, cuando son estudiados por la psicología científica, son tratados como objetos externos y de modo tal que esos estudios se hallan expuestos a la crítica pública. La matemática, en cambio, no se refiere a objetos externos, ya sean ideales o materiales, y no es, por ende, semánticamente objetiva. Tampoco es semánticamente subjetiva: no trata de nuestros estados mentales íntimos. Para la matemática, la dicotomía objetivo/subjetivo, en sentido semántico, tiene tanta validez como la dicotomía frío/caliente.

Pero la matemática sí es *metodológicamente objetiva*, aunque no en el sentido de que utilice procedimientos de comprobación empírica (observación, medición y experimento). La objetividad metodológica de la matemática consiste en (*a*) impersonalidad, (*b*) observación de los supuestos y reglas acordados de antemano, incluidos los principios generales del argumento racional, y (*c*) la justificación de los supuestos, así como de las reglas, en términos de valores impersonales, tales como cobertura, sistematicidad, validez y claridad. Estas tres características son compartidas por la ciencia fáctica, la cual añade la comprobación empírica. En consecuencia, la objetividad matemática no es otra cosa que un caso especial de la objetividad científica: objetividad sin otros objetos que los constructos matemáticos.

En resumen, la matemática no posee esa objetividad semántica que tanto los platónicos como los materialistas vulgares le atribuyen: la matemática no trata ni de ideas que existen de modo independiente y flotan sobre el mundo, ni sobre este último. La matemática es metodológicamente objetiva en el sentido de que sus procedimientos son exotéricos. Pero la matemática no es semánticamente objetiva. Afirmar que lo es (como hace Popper [1972], [1974]), vale decir sostener que la matemática es tan objetiva como la física, equivale a confundir el realismo gnoseológico con el idealismo objetivo.

2. La lógica

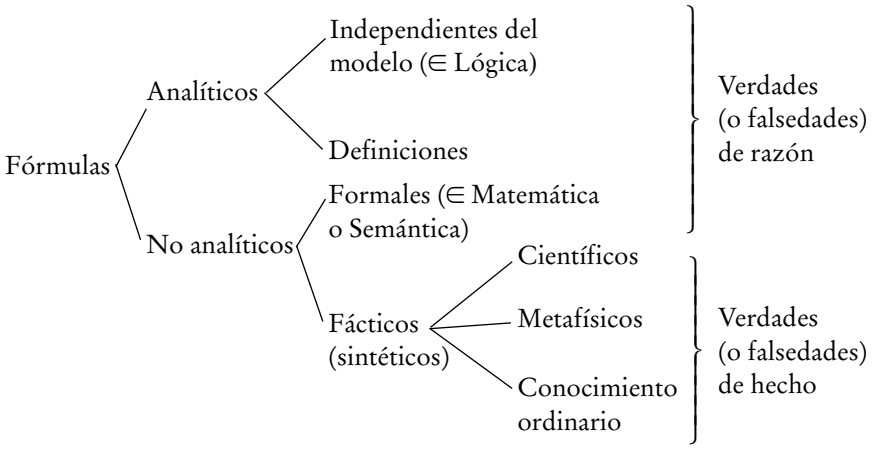
2.1. Analiticidad

El problema de la analiticidad ha concentrado la atención de los semantistas filosóficos en detrimento de otros problemas semánticos, creando así un grave desequilibrio y causando aburrimiento. Hasta este punto de la obra hemos hecho un uso modesto del concepto de analiticidad o, más bien, de uno de ellos, sin dilucidarlo. Ha llegado el momento de realizar esa dilucidación. Como es habitual, antes de disparar escogeremos el blanco: tenemos que decidir si deseamos un concepto estrecho o uno amplio. Puesto que ya hemos intentado un concepto amplio de analiticidad en el pasado (Bunge, 1961b), ahora escogeremos uno más restringido. La acepción estricta (y relativa) de 'analítico' es la que sigue: una fórmula analítica es aquella que o bien es válida respecto de todas las interpretaciones (en todos los modelos) o bien consiste en una definición. De manera más explícita, adoptaremos la siguiente

DEFINICIÓN 10.1 Una fórmula ϕ perteneciente a una teoría T es *analítica* en $T =_{df} \phi$ o bien es una definición perteneciente a T o bien es independiente del modelo.

Esta convención no utiliza las nociones de forma lógica y significado, pero se ajusta a los enunciados que son (formalmente) verdaderos «en virtud de su forma», es decir a las tautologías, así como a aquellos que son válidos «en virtud de los significados de sus partes»; por ejemplo, las definiciones del diccionario (a las cuales Carnap llamó 'postulados semánticos').

Llamar 'sintéticas' a todas las fórmulas que no son analíticas sería engañoso, en razón de que 'sintético' se ha equiparado a menudo con 'poseedor de contenido fáctico', con 'comprobable empíricamente' o con 'informativo'. Las fórmulas extralógicas de una teoría matemática no son analíticas en el sentido de la Definición 1, pero resultaría extraño llamarlas 'sintéticas'; no son *ni* analíticas *ni* sintéticas (en el sentido de empíricas o fácticas). En otras palabras, *la distinción analítico/sintético no es una dicotomía*. Tenemos que distinguir más de dos especies de enunciados, por lo menos los siguientes:



La anterior definición de "analiticidad" parece ser precisa y clara, pero no resuelve el problema práctico de identificar la analiticidad en cada caso particular. Este problema se presentará en cuerpos conceptuales mal organizados, tales como el del conocimiento ordinario y el de las teorías científicas formuladas de manera intuitiva. Por ejemplo, el enunciado ⌜Las semillas germinan cuando caen en suelo fértil⌝ puede considerarse un enunciado legaliforme o bien una definición encubierta (y parcial) de fertilidad del suelo. Si surgen ambigüedades como la anterior en el amorfo contexto del conocimiento ordinario, peor para este o para el intento de hacer distinciones técnicas en un contexto no técnico. Semejantes ambigüedades respecto del estatus no surgen en un cuerpo conceptual razonablemente bien organizado. Lo que ocurre en estos casos es que una fórmula determinada puede ser analítica en una sistematización y no analítica en otra, pero damos paso a estos cambios mediante la relativización del concepto de analiticidad al enunciado en la Definición 1.

En conclusión, nuestra definición de analiticidad resuelve el problema teórico de dilucidar esta noción, pero no es un *criterio* a prueba de tontos para distinguir si una fórmula dada es analítica o no y mucho menos para identificar componentes analíticos en contextos abiertos. (Del mismo modo, una definición de coherencia no basta para demostrar la coherencia de una teoría en particular.) Sin embargo, las dificultades para trazar una distinción en casos particulares no demuestran que no *haya* ninguna diferencia. Tampoco demuestran que sea imposible reorganizar

el cuerpo en cuestión para hacer evidente la diferencia, no solo entre enunciados analíticos y no analíticos, sino también entre hipótesis y conclusiones, etcétera.

Si las reflexiones anteriores son esencialmente correctas, el concepto de analiticidad es mucho menos importante para la filosofía que el de verdad de razón o verdad necesaria (Leibniz, 1714). Mientras que este concepto más amplio sirve para distinguir la ciencia formal de la ciencia fáctica, aquel más estrecho de analiticidad sirve para caracterizar la lógica de cara al resto de las disciplinas y, en particular, frente a la matemática. En efecto, mientras que las dos disciplinas formales contienen solo verdades necesarias, la lógica tiene el monopolio de las fórmulas analíticas que no son definiciones (extralógicas). La matemática no se pone en marcha a menos que se añadan al caldo algunas fórmulas no analíticas (y no fácticas), que contienen conceptos extralógicos tales como "$\leqslant$" y "+". Por ejemplo, la teoría de grupoides incorpora los siguientes ingredientes a los predicados lógicos: un conjunto abstracto y una operación binaria en este conjunto.

En resumidas cuentas, dado un conjunto R de reglas de inferencia, la lógica es autogenerada, vale decir que la totalidad de las fórmulas analíticas no se sigue de ningún supuesto en absoluto. (La trampa está en R.) En cambio, una pieza matemática requiere, además, de un conjunto no vacío de supuestos extralógicos (pero también no fácticos). En símbolos: mientras que $\emptyset \vdash_R$ *Lógica*, $A \vdash_R$ *Matemática*, donde A es el conjunto de los supuestos matemáticos. (Un cambio en R puede modificar la línea fronteriza sin hacerla desaparecer.) Una caracterización equivalente de la diferencia es esta: mientras que las verdades de la lógica son satisfechas en todos los modelos, las de la matemática solo pueden ser satisfechas en algunos modelos, en ocasiones en uno solo, otras veces en infinitos, pero nunca en todos.

Sostenemos, pues, la distinción analítico/sintético, criticada recientemente (Quine, 1952). Sin embargo, no definimos analiticidad basándonos en la información necesaria para comprender una oración, puesto que este es un concepto pragmático, no uno semántico, de analiticidad; en consecuencia, los ejemplos de Quine no nos afectan. Más aún, no consideramos que la distinción sea una dicotomía o que resulte central para la totalidad de la semántica y la filosofía de las ciencias formales. La distinción esencial, en lo que respecta a la gnoseología y la filosofía de la ciencia, es la que se establece entre verdades (o falsedades) de razón y

verdades (o falsedades) de hecho. Si capituláramos, podríamos caer en la tentación de permitirnos alguna de las siguientes excentricidades: el empirismo respecto de la ciencia formal y el apriorismo con respecto al conocimiento fáctico. Para mostrar que no se trata de peligros imaginarios, citaremos un caso de cada uno. La filosofía empirista de la matemática es defendida ni más ni menos que por Kalmár (1967, criticado por Goodstein, 1969). Y la maniobra inversa, la de eliminar los postulados extralógicos en favor de las definiciones, no es solo uno de los ardides favoritos de los convencionalistas (criticados por Enriques, 1943, pp. 250-251) sino que también ha sido intentada por Quine y Goodman (1940; Quine, 1964 y criticado por Bunge, 1967a, Volumen I, pp. 132-133). Por último, numerosos textos de mecánica contienen vestigios del intento de Mach de combinar ambas estrategias: considerar que los enunciados legales son definiciones y viceversa (véase Bunge, 1966). Aunque solo sea para evitar estos errores, es imperativo defender el fuerte; y aquí no nos referimos a la no-dicotomía analítico/sintético, sino a la dicotomía racional/fáctico. Con todo, resulta igualmente imperativo (*a*) no insistir en trazar este tipo de distinciones metateóricas respecto de cuerpos conceptuales a los que no se ha provisto de una estructura deductiva y (*b*) no olvidar que la razón pura es una invención de ciertos organismos.

Concluimos con el bosquejo de una noción ampliada de analiticidad semántica o analiticidad en virtud del significado. Esta noción está sugerida por nuestra incursión a la topología del espacio intensional y, en particular, por nuestra dilucidación de la tosca noción de parecido o aire de familia de Wittgenstein (Capítulo 4, Sección 2.4). La idea consiste en que es posible aproximar tanto como se desee una *cuasitautología*, o enunciado que es *casi* completamente verdadero (desde el punto de vista formal), a una tautología exacta. Considérese ⌜Todo *A* es un *A*⌝ y reemplácese una de las *A* por *B*, donde *B* es un pariente cercano de *A*, en el sentido de que *B* pertenece a un pequeño entorno de *A*, según la Definición 9 del Capítulo 4, Sección 2.4. Luego, tanto ⌜Todo *A*⌝ es un *B* como ⌜Todo *B* es un *A*⌝ serán *cuasitautologías*. El proceso es reversible: dado un enunciado no tautológico, el Teorema 4.11 del Capítulo 4 nos permite construir toda una secuencia de proposiciones cuyo límite será una tautología. Considérese, por ejemplo, el tan debatido ⌜Los organismos más adaptados sobreviven mejor⌝. Reemplácese "más adaptados" por "más fértiles" (según la idiosincrásica acepción adoptada por la genética de poblaciones) y "sobreviven" por "se propagan" (o "poseen mayor supervivencia repro-

ductiva") y se obtiene una tautología exacta. En resumen, si el significado es cuestión de grado, también lo es la analiticidad. Y, al igual que en el caso de la multiplicidad de los valores de verdad, el *continuum* de los grados de analiticidad es coherente con la rígida lógica bivaluada.

2.2. La definición

El concepto de definición ha demostrado ser más problemático de lo que se merece (véase, por ejemplo, Bunge, 1967a, Volumen I, pp. 117-139). Esto es así, en parte, a causa de la adopción de una interpretación demasiado amplia de 'definición', una interpretación que prácticamente permite todas las determinaciones de un grupo de constructos por otro. Al igual que en el caso de la analiticidad, si adoptamos un concepto más estrecho desaparece un buen número de problemas. El concepto más estrecho de todos, el que preferimos, es la interpretación de Peano de que toda definición es una igualdad de la forma: "*lo definido = el objeto que se define*", donde el objeto en cuestión es o bien un signo o bien un constructo (Peano, 1921).

Ejemplo 1 La definición de igualdad de conjuntos: ⌜Si A y B son conjuntos, $A = B =_{df}$. La membrecía de A = La membrecía de B⌝. *Ejemplo 2* La definición de "$\leqslant$" en la estructura relacional $\mathcal{N} = \langle N, + \rangle$, donde N es el conjunto de los números naturales y + es la operación de adición: ⌜Si x, y y z son números naturales: $x \leqslant y =_{df} (\exists z)(x + z = y)$⌝. *Ejemplo 3* La definición axiomática de grupoide: ⌜La estructura $\mathcal{G} = \langle G, \cdot \rangle$, donde G es un conjunto no vacío y $\cdot$ es una operación binaria sobre G, es un *grupoide* $=_{df}$ Para todo x e y pertenecientes a G, $x \cdot y$ pertenece a G⌝. *Ejemplo 4* Las definiciones de densidad de carga de un campo eléctrico: ⌜Si E representa la intensidad del campo eléctrico f, $U(f) =_{df} (\frac{1}{8}\pi) E^2$⌝.

Adviértanse las siguientes características de la definición, ya sea explícita o implícita, condicional o incondicional, por abstracción (como en el Ejemplo 1) o axiomática (como en el Ejemplo 3) o de otro tipo cualquiera, siempre que esté centrada en el concepto de igualdad. Primeramente, puede considerarse que lo que se define es un *constructo o el símbolo* escogido para designarlo. No se definen cosas que no sean constructos o sus símbolos. Por ejemplo, no se define la luz (pero se describe); en lugar de ello, se define un concepto de luz (o los términos 'luz', 'lux', 'lumière', etcétera). Abundaremos sobre este tema hacia el final de

la sección. En segundo lugar, toda definición es *relativa* respecto de algún contexto, ya sea una estructura relacional (como en el Ejemplo 2) o una teoría completa (véase Padoa, 1901 y Tarski, 1934). El carácter contextual o relativo de las definiciones debe tenerse presente a fin de evitar algunos de los errores mencionados al final de la sección anterior, y si se desea comprender por qué la misma palabra puede adquirir significaciones diferentes, es decir designar diferentes constructos, cuando se define en contextos diferentes. En tercer lugar, al concepto "$=_{df}$" de igualdad por definición se le deben atribuir todas las propiedades formales de la *igualdad* (o congruencia), especialmente la propiedad de simetría, a fin de asegurar la intercambiabilidad del definiens y el definiendum. Este requisito es menos trivial de lo que parece, puesto que tal simetría no existe desde el punto de vista metodológico: el definiendum y el definiens no pueden intercambiar sus lugares. En otras palabras, desde el punto de vista de la pragmática, '$=_{df}$' es un símbolo metalingüístico que pretende comunicar la idea de que el miembro de la izquierda está determinado por (es función de) el miembro de la derecha y no a la inversa. (Así es como se tratan las definiciones en los *Principia Mathematica*.) Sin embargo, esta diferencia entre el definiens y el definiendum es metateórica y metodológica, no semántica, dado que señala una diferencia de estatus o papel, no de significado. Desde el punto de vista de la semántica, definir *A* como *B* es igualar *A* y *B*. Tanto es así que una de las justificaciones posibles de una definición consiste en demostrar la identidad del definiens y el definiendum: esta demostración no sería necesaria si toda definición fuese solamente una convención lingüística.

La interpretación estrecha de las definiciones como igualdades posee las siguientes ventajas. Primero, se resalta la identidad de significado (sentido y referencia) del definiendum y el definiens. (En cambio, una equivalencia no garantiza la identidad de significado, ya que los equivalentes, aunque son coextensivos, no son necesariamente cointensivos. Insistiremos sobre este tema.) Segundo, toda definición de la forma $\ulcorner A =_{df} B \urcorner$, donde *A* y *B* son proposiciones, implica la equivalencia $\ulcorner A$ sii $B \urcorner$ (o $\ulcorner$Para todo *x*, *Ax* sii $Bx \urcorner$, pero no a la inversa. (Si *A* y *B* son idénticos, cada uno puede tomar el lugar «del otro» en la tautología $\ulcorner A$ sii $B \urcorner$.) Tercero, toda definición formalmente correcta pertenece por derecho propio a la clase de las fórmulas analíticas, por la Definición 1 de la Sección 2.1. En consecuencia, la vieja disputa referente a si una convención puede ser verdadera queda zanjada: todas las igualdades propias de las definiciones son ver-

dades necesarias, aunque se trata de verdades baratas. (En realidad, se trata de las únicas verdades necesarias que hay en la ciencia fáctica, aparte de las verdades formales que se usan en las inferencias.) Cuarto, toda oración que exprese una igualdad propia de una definición pertenece al lenguaje objeto del sistema conceptual de interés: no es necesario invocar ningún otro nivel de lenguaje, puesto que '$=_{df}$' ya no es más un signo metalingüístico, sino solo un símbolo de estatus metateórico. Quinto, las demostraciones de independencia de un concepto a menudo se pueden simplificar, dado que por lo general las identidades son más fáciles de controlar que las equivalencias. Además, en lugar de utilizar técnicas semánticas (por ejemplo, la de Padoa) para controlar la independencia (o indefinibilidad) de un concepto en un contexto, se puede intentar el siguiente procedimiento alternativo. Contrólese si el definiens y el definiendum cumplen las condiciones necesarias para la coextensividad: si las extensiones no coinciden, el definiens sospechado diferirá del definiendum. Con todo, si el miembro izquierdo y el miembro derecho son coextensivos, no se puede concluir nada: la técnica sirve para refutar, pero no para demostrar la independencia de conceptos.

En la literatura se utilizan y hasta se prescriben diversas formas alternativas para las definiciones, principalmente las siguientes:

'*A*' nombra (designa) *B*	(*D*)
"*A*" significa lo mismo que "*B*"	(*S*)
A sii *B*	(*E*)

Sin embargo, cada uno de estos formatos presenta alguna desventaja que la igualdad no tiene. De hecho, *D* multiplica innecesariamente los niveles del lenguaje y no garantiza la sustitutividad. *S* no es aplicable previamente a la interpretación (Padoa, 1901) y, además, presupone o bien un concepto intuitivo (oscuro) de significado o bien una teoría del significado universalmente aceptada, la cual, ¡ay!, no está por venir. Además, si se adopta *S*, se nos impide definir "significado" sin circularidad. En todo caso, independientemente de la concepción popular, no se debe pedir a una definición que «explique el significado» del definiendum salvo, desde luego, en un sentido pragmático. De otro modo, las definiciones implícitas serían inaceptables. Si el lector alberga dudas, considere la definición recursiva de la operación de adición en la estructura relacional ⟨N, S⟩, por ejemplo

$$x + 0 = x \quad \text{y} \quad x + Sy = S(x + y) \qquad Df$$

donde "*Sx*" designa el sucesor de *x*. Puesto que "+" aparece en ambos miembros, ni está explicado en términos de los conceptos previos ni es eliminado a favor de alguno de ellos (Goodstein, 1968).

Por último, el formato de equivalencia *E* está expuesto a las siguientes objeciones. Primero, aunque sean coextensivos, los equivalentes no son necesariamente cointensivos y, en consecuencia, no pueden sustituirse unos por otros sin una correlativa modificación del significado. Segundo, es importante conservar la diferencia entre equivalencia e igualdad. De tal modo, el bicondicional ⌜*A* es demostrable sii *A* es una tautología⌝ es un teorema metalógico, no una definición de demostrabilidad. Lo mismo ocurre con el principio de Tarski ⌜"*s*" es verdadero sii *s*⌝ es un bicondicional, no una definición parcial de "verdad".

Finalmente, hagamos hincapié en que solo los signos y sus designata pueden ser definidos (a condición de que no sean primitivos). Los elementos fácticos pueden ser descritos, explicados o predichos: dado que no son constructos, los hechos no pueden construirse a partir de aquellos. En resumen, no hay «definiciones reales». Por ende, y a pesar de Suppes (1967, 1969) y de Freudenthal (1970, 1971), no podemos esperar que la técnica de la definición axiomática, pese a ser ideal para caracterizar objetos matemáticos, defina los objetos concretos descritos (no definidos) por las teorías científicas (véase Salt [1971] y Bunge [1973b].) For ejemplo, las ecuaciones de la mecánica definen (de modo implícito) un concepto de cuerpo, no los cuerpos. Hasta aquí lo que diremos sobre la errata 'axiomágica'.

Como otras categorías metodológicas, la de definición tiene varias dimensiones: desde el punto de vista lingüístico es una abreviación; desde el gnoseológico es un modo de desarrollar nuevos conceptos a partir de otros anteriores; desde el punto de vista pragmático consiste en un dispositivo heurístico y, a menudo, en un dispositivo para ahorrar tiempo. Hemos tratado solamente el aspecto semántico de la definición y no podemos ir más allá.

2.3. La presuposición

Una presuposición es una suposición tácita u oculta, que puede y debe sacarse a la luz por medio del análisis. Distinguiremos seis conceptos de

presuposición, todos ellos pertinentes para el análisis del conocimiento científico. Los presentaremos como otras tantas definiciones. En cada una de ellas, '*A*' y '*B*' designarán conjuntos de fórmulas.

Primero, la noción de presuposición perteneciente a *la teoría de la demostración*:

DEFINICIÓN 10.2 *B presupone A en relación con la demostración P* $=_{df}$ *A* pertenece al conjunto de premisas que aparecen en la demostración *P* de *B*.

Si se cambia la demostración, *B* puede dejar de presuponer *A*.

A continuación, un primer concepto *semántico* de presuposición:

DEFINICIÓN 10.3 *B presupone débilmente A con respecto al significado* $=_{df}$ *A* basta para determinar el significado de *B*.

Por ejemplo, si una teoría científica *B* incluye el concepto de tiempo, *B* tiene que presuponer débilmente, entre otras cosas, una teoría *A* del tiempo. (Podríamos llamar a todo el conjunto de teorías presupuestas con respecto al significado por una teoría dada cualquiera *trasfondo* de la teoría: Bunge 1967b.) Numerosas presuposiciones alternativas pueden hacer el trabajo, aunque no todas ellas lo harán igualmente bien. Por ende, es posible que no sea necesaria una única presuposición de este tipo. Por ejemplo, la mecánica newtoniana puede axiomatizarse presuponiendo o bien el espacio y el tiempo absolutos o bien el espacio y el tiempo relacionales.

DEFINICIÓN 10.4 *B presupone fuertemente A respecto del significado* $=_{df}$ *A* y es necesaria para determinar el significado de *B*.

Por ejemplo, la aritmética es una presuposición fuerte de toda teoría cuantitativa, tanto respecto del significado como con respecto a la teoría de la demostración.

Distingamos ahora dos conceptos de presuposición *alética*:

DEFINICIÓN 10.5 *B presupone débilmente A respecto de la verdad* $=_{df}$ La verdad de *A* basta para la verdad de *B*.

En otras palabras, *A* es un presupuesto alético débil de *B* precisamente en caso de que $A \vDash B$. En consecuencia, este concepto de presupuesto pertenece a la teoría de modelos. Por lo tanto, solo tiene una relación indirecta con la ciencia fáctica, a saber a través de la matemá-

tica. En la ciencia fáctica, lo máximo que podemos hacer es comprobar si *B* o, mejor dicho, algunas consecuencias de *B* unidas a algunas premisas más (datos, por ejemplo) son aproximadamente verdaderas. Expresado de otro modo, en la ciencia fáctica, el concepto de implicación formal más útil es el sintáctico ($\vdash$), no el semántico ($\models$), puesto que debemos sentirnos con libertad para investigar las consecuencias lógicas de todo supuesto antes de asignarle un valor de verdad. (Adviértase que, si bien $\vdash$ y $\models$ son coextensivos, no son cointensivos.) A continuación viene la

DEFINICIÓN 10.6 *B presupone fuertemente A respecto de la verdad* = $_{df}$ La verdad de *A* es necesaria y suficiente para la verdad de *B*.

Si la presuposición alética débil tiene una relación remota con la ciencia fáctica, la presuposición alética fuerte se encuentra aún más alejada de aquella. Por último, tenemos el concepto *metodológico* de presuposición:

DEFINICIÓN 10.7 *B presupone A metodológicamente* = $_{df}$ La puesta a prueba de *B* utiliza *A* sin cuestionarla.

Por ejemplo, si bien el electromagnetismo es una teoría fundamental, en el sentido de que puede ser formulada sin recurrir a ninguna otra teoría científica, sus comprobaciones empíricas presuponen diversas teorías; de hecho, presuponen todas aquellas teorías necesarias para diseñar y controlar los instrumentos utilizados en las puestas a prueba. El operacionismo podría oscurecer esta cuestión fácilmente afirmando que, puesto que las cosas son así, toda teoría presupone todas las demás teorías. En realidad, la llamada interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica sostiene que, si bien la mecánica cuántica recupera la mecánica clásica sin ser completamente coherente con ella, también la presupone, porque la mecánica cuántica se debe interpretar en términos de experimentos y todo experimento debe ser explicado por la física clásica (Landau y Lifshitz, 1958, p. 3, criticado por Bunge, 1970b, p. 310 y ss.).

Esto cierra nuestra revisión del (pequeño) impacto de la semántica en la teoría lógica.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 226

3. La gnoseología

3.1. El estatus de la gnoseología

La colección de opiniones acerca del conocimiento humano, vale decir la gnoseología, solía ser el núcleo de la filosofía moderna. A lo largo del siglo pasado, otras tres líneas de investigación han disputado el territorio a la gnoseología: la biología (siguiendo a Helmholtz y a Mach), la psicología (siguiendo a Piaget) y la semántica (siguiendo a Tarski y a Carnap), por no mencionar la filosofía de la ciencia, que se superpone con la gnoseología y la pragmática, la cual aún se encuentra en estado fetal. Cada una de estas disciplinas ofrece argumentos persuasivos para absorber el resto de la gnoseología. Ponderémoslos.

El argumento para subordinar la gnoseología a la biología y la psicología parece irresistible: la percepción y la ideación no son más que dos de los numerosos aspectos del esfuerzo del hombre para adaptarse a su ambiente, así como para modificarlo. En consecuencia, pertenecen al estudio del animal hombre. Más particularmente, puesto que sentir, percibir, representar e inferir son funciones del sistema nervioso central, el estudio del conocimiento cae dentro del dominio de la neurofisiología y la psicología.

Todo esto es bastante cierto. Se ha convertido en algo ridículo especular acerca del percibir sin prestar atención a la psicología de la percepción, acerca de aprender sin mirar hacia la teoría del aprendizaje y así sucesivamente. En efecto, algunos de los problemas tradicionales de la gnoseología se los ha arrebatado la psicología. De tal modo, la gnoseología se está biologizando, tal como pedía Campbell (1959). Este proceso es irreversible, a pesar de los esfuerzos de la psicología filosófica, la cual solo puede medrar con los defectos de la psicología científica. Con todo, la filosofía tiene derecho a investigar el conocimiento (y, en realidad, cualquier cosa) a condición de que lo haga desde un ángulo diferente, con sus medios y fines distintivos y en la medida en que aprenda de la psicología científica.

El estudio filosófico del conocimiento incluye el examen teórico de los siguientes temas: (*a*) la estructura general del conocimiento del hombre, de su entorno y de sí mismo, es decir el conocimiento como tema metafísico (en palabras de N. Hartmann, un tema de *Metaphysik der Er-*

kenntnis)†; (*b*) las clases de conocimiento (intuitivo, racional, etcétera) y sus interrelaciones; (*c*) la relación entre los enunciados acerca de objetos físicos y los enunciados sobre datos de los sentidos; (*d*) los conceptos de verdad fáctica, error y corrección del error; (*e*) las dicotomías tradicionales, tales como subjetivo-objetivo, a priori-a posteriori, experiencial-conceptual e intuitivo-racional. Ninguno de estos temas ha sido reclamado por la biología o la psicología… ni puede estudiarse seriamente sin el auxilio de estas disciplinas.

En cuanto a las credenciales de la semántica, también parecen impresionantes: mientras que la gnoseología tradicional trataba la verdad de manera metafórica y descuidaba totalmente el significado, la semántica ofrece teorías exactas sobre ambos. Es verdad, pero aún puede responderse que (*a*) esas teorías exactas no están relacionadas con el conocimiento fáctico, el principal tema de la gnoseología y (*b*) la semántica no presta atención a los problemas listados más arriba. Por lo tanto, la gnoseología sí dispone de un territorio propio de cara a la semántica. Además, se puede argüir que la semántica, o al menos la semántica del conocimiento fáctico, no es más que *una parte de la gnoseología*, a saber aquella porción que trata de la referencia, el sentido y la adecuación del conocimiento humano en general, de manera diferente al proceso cognitivo.

Cualquiera que sea la perspectiva que se adopte acerca de las relaciones entre la semántica y la gnoseología, hay dos cosas que parecen ciertas. La primera es que estas dos áreas se superponen. La segunda, que importa poco que haya una línea (en lugar de una franja) fronteriza entre las dos, en la medida en que se haga algo con respecto a los propios problemas. Tomemos dos de los problemas representativos de la gnoseología y veamos qué tiene que decir acerca de ellos la semántica.

3.2. Representación vs. instrumento y retrato

Una de las dicotomías abordadas por la gnoseología es la del conocimiento *a priori* frente a *a posteriori*. Dado que 'a priori' se entiende habitualmente como 'anterior a la experiencia' y puesto que 'anterior' es una palabra ambigua, 'conocimiento a priori' puede resultar una expre-

† Metafísica del conocimiento, en alemán. [*N. del T.*]

sión engañosa. Así pues, si bien es cierto que la lógica *es válida* con independencia de la experiencia, es falso que se haya *originado* independientemente de la experiencia: la investigación lógica es solo un fragmento de la experiencia humana. Por esta razón, vale decir para evitar la falacia genética, resulta aconsejable trazar una clara distinción entre origen y validez, así como relativizar la noción de a priori respecto de un cuerpo de conocimiento. Ambas condiciones son satisfechas por las siguientes convenciones:

DEFINICIÓN 10.8 El conjunto *S* de enunciados es *a priori* con respecto al cuerpo de conocimiento $K =_{df}$ Ningún miembro de *S* presupone ningún miembro de *K*, ya sea respecto del significado, ya sea respecto de la verdad.

DEFINICIÓN 10.9 El conjunto *S* de enunciados es *absolutamente a priori* $=_{df}$ *S* es *a priori* con respecto a todo cuerpo de conocimiento.

En este sentido, la lógica es absolutamente a priori, la matemática es a posteriori (= no a priori) con respecto a la lógica, ciertas ramas de la matemática son a posteriori respecto de otras, la ciencia es a posteriori relativamente a toda la ciencia formal y ciertas ramas de la ciencia son a priori en relación con otras. Estas nociones gnoseológicas de a priori y a posteriori no son los mismos conceptos psicológicos y metodológicos que se les parecen. Por ejemplo, una conjetura nueva de la lógica es a priori y, además, lo es de manera absoluta, pero es metodológicamente a posteriori en el sentido de que debe ser controlada antes de ser incluida en la lógica. Y una nueva hipótesis científica, si bien a posteriori en el sentido gnoseológico (o semántico), es a priori desde el punto de vista psicológico, en el sentido de que viene a nosotros antes que cualquier dato nuevo.

Podemos decir que toda pieza de conocimiento que es anterior a otra funciona como *instrumento* para la segunda. Las preguntas gnoseológicas son (*a*) si la totalidad de la ciencia fáctica no es otra cosa que un instrumento para la acción, tal como sostienen el pragmatismo y el movimiento anticiencia, y (*b*) si toda teoría científica no es más que un instrumento para el procesamiento de datos (convencionalismo, nominalismo, pragmatismo y computacionismo). Que el conocimiento fáctico puede utilizarse como instrumento, para el bien o para el mal, está fuera de discusión: la cuestión es si, además, representa la realidad (o al menos la experiencia) y si es así, de qué modo lo hace.

Desde luego, para estas preguntas existen tantas respuestas como escuelas gnoseológicas. Las más difundidas son el realismo directo (ingenuo) y el empirismo clásico, según las cuales las sensaciones y las ideas, aun si son lógicas o matemáticas, representan y, además, reflejan o copian elementos fácticos. De acuerdo con el realismo crítico, en cambio, nuestras representaciones conceptuales de los objetos externos son «solamente *signos* (síntomas) de los objetos externos y en ningún sentido *retratos* de ningún grado de semejanza. Un retrato debe, en ciertos aspectos, ser *análogo* al objeto original (…). Para un *signo* es suficiente con que aparezca tan a menudo como se presenta el acontecimiento que debe ser representado y la conformidad entre ellos se limita a que se presentan de manera simultánea» (Helmholtz, 1873, p. 391). Esta es, grosso modo, la perspectiva adoptada en los Capítulos 2 y 3: el conocimiento fáctico se *refiere* a objetos externos y los *representa*, pero es *simbólico* antes que pictórico. Además, la representación en cuestión es parcial antes que completa y *global* (teoría íntegra-domino fáctico) en lugar de puntual. (Cf. Capítulo 6, Sección 3.4.) ¿De qué otro modo explicaremos que las teorías científicas son incorrectas con tanta frecuencia y que no retratan nada, pero sí explican y predicen?

Los conceptos teóricos y las teorías científicas no *retratan* los objetos físicos, y mucho menos de manera puntual. (Cf. Capítulo 3, Sección 1.) No pueden retratar porque se trata de constructos. Desde luego, pueden representar y, en la medida que sean fácticos, todos ellos se refieren a supuestos elementos reales. Sin embargo, únicamente algunos de los elementos de una teoría representan: otros, como los lagrangianos y las funciones de partición, no realizan ninguna función representativa, aun cuando refieran. (Recuérdense el Capítulo 3, Sección 1.1 y el Capítulo 7, Sección 3.4.) A la inversa, hay características reales, tales como las idiosincrasias individuales, que ninguna teoría científica capturará, a menos que se trate de una teoría sobre un individuo. Incluso en este caso, ninguna teoría científica intenta proporcionar una descripción completa de sus referentes. (En consecuencia, Bohr y Heisenberg se equivocaron al afirmar que la mecánica cuántica ofrece una descripción completa y Einstein estaba en lo cierto al sostener que no era así.) Pero Einstein estaba equivocado en su búsqueda de una teoría alternativa que proporcionara «una descripción completa de la realidad». No solo porque, si se quiere describir cosas individuales, una

descripción requiere datos empíricos, además de teorías: tanto la historia de la ciencia como un análisis de la manera en que se construyen las teorías sugiere que el proceso de incluir cada vez más elementos fácticos no tiene fin, tal como han enfatizado los materialistas dialécticos: véase Lenin (1909).

Más aún, los conceptos teóricos y las teorías no se abstraen de la experiencia sensible, ni siquiera de los experimentos científicos, de modo que no deben ser colocados en la misma bolsa que los conceptos empíricos. Por un lado, no tienen necesariamente los mismos referentes. Por otro, nunca tienen el mismo sentido: ya que, si fueran cointensivos, la teoría en cuestión resultaría superflua. Desde luego, hay alguna correspondencia entre los conceptos y los perceptos, pero (*a*) no es puntual y (*b*) es simbólica o indirecta (Einstein, 1936, p. 353). No es necesario que los materialistas entren en pánico: la concepción de que nuestras representaciones del mundo externo son simbólicas en lugar de cinematográficas es perfectamente coherente con las tesis de que no existen ideas autónomas y que nuestras ideas, si se refieren a objetos externos autónomos, en ocasiones consiguen representarlos más o menos adecuadamente. En todo caso, lo que deseábamos señalar es que el realismo crítico es más apropiado que la concepción pictórica del conocimiento, la cual, de todos modos, no ha superado la etapa de la metáfora. Con todo, se ha de reconocer que la doctrina del símbolo, propuesta hace un siglo, necesita una urgente elaboración. Todavía estamos muy lejos del realismo sistemático reclamado por Hooker (1974).

3.3. Objetividad vs. subjetividad

Una representación, por definición, representa algo: no puede haber una representación en y por sí misma o *Vorstellung an sich*. En particular, una representación conceptual de un ítem fáctico *x* es un constructo *y* que aplica (algunas de) las características del objeto *x*. Una representación no es una parte de su objeto y mucho menos la totalidad del mismo. Hasta aquí llegamos con la semántica del concepto de representación, algunas de cuyas complejidades hemos examinado en el Capítulo 3. En términos gnoseológicos: «A menos que se reconozca que el contenido del conocimiento es independiente de la mente, la peculiar significación del conocimiento probablemente se perderá. Porque el propósito del co-

nocimiento es ser fiel a algo que está más allá de él» (Lewis, 1929, p. 192). Esta es, desde luego, la tesis realista u objetivista.

Los subjetivistas, en cambio, sostienen que el mundo es nuestra representación o parte de nuestra representación del mismo. Así pues, Goodman afirma que no hay tal cosa como *el* modo de ser del mundo: el mundo es de tantos modos como pueda ser verdaderamente descrito, visto, retratado, etcétera (Goodman, 1960). Más aún: «Que la naturaleza imita el arte es una sentencia demasiado tímida. La naturaleza es producto del arte y el discurso» (Goodman, 1968, p. 33). La idea es que las representaciones son creaciones, no copias. Esto es cierto, pero el caso es que una representación, por más creativa que sea, no crea su objeto. Afirmar que lo hace es confundir las cosas (tal como advirtió Frege [1894]) y burlarse de una larguísima lucha por la objetividad, el logro supremo del científico creativo. Porque un objetivo manifiesto de la investigación científica es obtener representaciones objetivas (impersonales y públicamente comprobables) del mundo. Por eso los científicos continúan controlándolas e intentado mejorarlas. Y por eso también, cuando se identifican, los elementos subjetivos son eliminados. Y a causa de esta necesidad de mantener la distinción entre objetividad y subjetividad, al semantista le corresponde aclararla.

Si una representación es objetiva o no es asunto de la semántica y de la metodología, puesto que se dice que un constructo es semánticamente objetivo si solo trata de objetos externos y puede ser sometido a comprobaciones impersonales. (Pero, desde luego, esos objetos pueden ser personas e incluso resultar inexistentes.) En cambio, un constructo es una *representación subjetiva* de un objeto *b* en el caso de que se refiera no solo a *b*, sino también al sujeto *c* del que depende *a*. Si esta dependencia del sujeto es genuina, debe hacerse visible al sustituir el sujeto original por uno diferente. Este es el modo en que puede mostrarse que la mecánica cuántica, supuestamente una teoría subjetiva, es perfectamente objetiva: a través del análisis de los referentes de los predicados básicos de la teoría y demostrando que el sujeto cognoscitivo no está presente en ellos (Bunge, 1967e, 1973b).

Un examen metodológico debe confirmar o debilitar los resultados de la comprobación semántica de la objetividad de una representación. Ese examen puede consistir en el control de las variables sospechadas o bien en algún otro procedimiento empírico. Considérese una secuencia de acontecimientos de una clase, de los que se supone que son mutuamente independientes. Según la interpretación subjetivista, los aconteci-

mientos deben ocurrir solo cuando realmente se llevan a cabo observaciones, por ejemplo cada minuto. En consecuencia, la distribución en el tiempo será binomial o similar. Según la interpretación objetivista, los acontecimientos tendrán lugar independientemente de que sean observados. En particular, puede ocurrir que el proceso ocurra continuamente durante cierto intervalo de tiempo. Por ende, la distribución podría ser la de Poisson o similar. Tenemos, entonces, dos distribuciones de elementos rivales entre los diferentes estados accesibles, vale decir dos representaciones conceptuales o modelos diferentes. El conflicto puede resolverse por medio de un muestreo. No es necesario decir que el problema no aparece en las ciencias físicas. Pero sí se presenta en la psicología y, en todo caso, es filosóficamente importante saber que el problema de la objetividad puede resolverse, en principio, por medio del modelado teórico y posteriores comprobaciones empíricas.

Consideramos, pues, que la ciencia adopta una gnoseología realista, si bien lo hace de forma tácita. Además, la ciencia confirma el realismo crítico (o indirecto) antes que el realismo directo (o ingenuo), tal como se hace evidente en su desconfianza de lo «inmediatamente dado» y su infatigable esfuerzo para mejorar todas las representaciones teóricas de los hechos. A fin de apreciar mejor este punto, listamos las principales tesis de estas dos versiones de realismo. (Cf. Bunge, 1973a.):

Realismo directo (ingenuo)	Realismo indirecto (crítico)
$\mathcal{RD}$ 1 Todo es cognoscible.	$\mathcal{RC}$ 1 Muchas cosas y muchos hechos son cognoscibles. Muchos otros no, por ejemplo las cosas extintas que no han dejado rastros perceptibles.
$\mathcal{RD}$ 2 Los objetos físicos se perciben de manera directa: el ojo es inocente.	$\mathcal{RC}$ 2 La percepción puede ser mejorada o distorsionada por la preconcepción (la superstición, la hipótesis, etc.): el ojo distorsiona, para bien o para mal.
$\mathcal{RD}$ 3 Todos los objetos se conciben de manera directa.	$\mathcal{RC}$ 3 Los constructos se forman dentro de un cuerpo de conocimiento antecedente, no todo igualmente verdadero y en gran medida social.

(Continuación)

Realismo directo (ingenuo)	Realismo indirecto (crítico)
$\mathcal{RD}$ 4 Toda representación conceptual es, como poco, homomórfica.	$\mathcal{RC}$ 4 Las representaciones conceptuales rara vez son puntuales (por ejemplo, homomórficas), y son mayoritaria globales (teoría íntegra-dominio fáctico íntegro).
$\mathcal{RD}$ 5 Todas las sensaciones y concepciones reflejan la realidad.	$\mathcal{RC}$ 5 Algunos constructos son representativos, mientras que otros son puramente sintácticos. Y muchas hipótesis y teorías que pretenden representar elementos fácticos reales resultan ser completamente ficticias.
$\mathcal{RD}$ 6 El conocimiento perfecto (completo y totalmente verdadero) es posible.	$\mathcal{RC}$ 6 El conocimiento fáctico es siempre imperfecto (incompleto y parcialmente verdadero). Pero es perfectible.

Adviértanse los siguientes puntos. Primero, si bien el realismo (ya sea directo o indirecto) presupone la hipótesis ontológica de que hay cosas en sí, vale decir objetos que existen independientemente de toda mente, no adopta el materialismo. En efecto, un realista no necesita sostener la hipótesis ontológica de que todo lo existente es material. (Y el materialismo no implica el realismo: un materialista no necesita creer que la materia puede ser conocida: tómese en cuenta a Spencer.) Segundo, el realismo no implica el racionalismo: el primero es coherente con la tesis de Meyerson del inevitable e irreducible residuo irracional que queda en toda empresa cognitiva (Meyerson, 1908, p. 272 y ss.). Tercero, el realismo no está comprometido con la teoría causal de la percepción, vale decir la hipótesis de que las impresiones de los sentidos están relacionadas de forma causal con los objetos físicos. Es posible mantener el realismo suponiendo que las percepciones, aunque estén causadas por objetos externos (e internos), están relacionadas de manera estocástica (en lugar de causal) con ellos. En todo caso, es tarea de la ciencia, no de la gnoseología, averiguar qué mecanismos de percepción e ideación existen. La gnoseología se ocupa del conocimiento (el producto final) antes que de la cognición (el proceso). Lo que nos lleva al siguiente tema.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 234

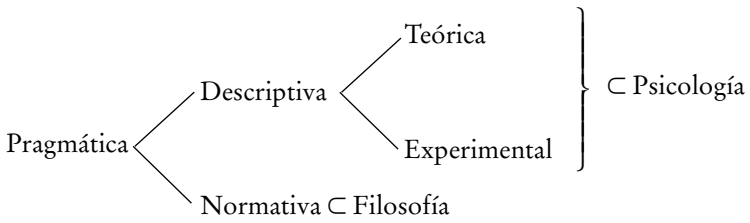
3.4. El sujeto cognoscente

No hay conocimiento sin objeto de conocimiento ni sin sujeto cognoscente. La afirmación de que existe el conocimiento absoluto o conocimiento en sí, por encima y más allá de los sujetos concretos, es fantasiosa. Además, viola la sintaxis misma de 'conocer', puesto que 'x es conocido' es una forma resumida de 'Existe al menos un *y* tal que *y* es el sujeto cognoscente e *y* conoce *x*'. Si se elimina la humanidad, no queda ningún conocimiento humano. Más aún, todo individuo aprende, imagina y recuerda (en resumen, conoce) de un modo propio: la cognición real es tan personal como la ignorancia. Por esta razón, el conocer (la cognición) es un tema propio de la psicología. La gnoseología da por supuesto el conocer y se centra en lo que se supone que se conoce. En otras palabras, la gnoseología no se ocupa del conocimiento personal, la única cognición que existe. La gnoseología sostiene la ficción útil de que existe un *conocimiento impersonal*, del mismo modo que la semántica simula que existen proposiciones –no solo juicios y oraciones– y que la matemática finge que hay demostraciones, hayan sido realmente desarrolladas por alguien o no. Llamar *mundo* a aquello que se conoce, vale decir al conocimiento, y suponer que ese «mundo» está superpuesto al mundo de hecho (Popper, 1968) es una fantasía platónica innecesaria. Solo hay un mundo y los sujetos cognoscitivos son parte de él y están concentrados en conocer (o ignorar) algunos trozos de él. La acción humana, ya sea cognitiva o de otro tipo, no crea nuevos mundos (excepto de manera metafórica), sino que transforma de diversos modos el único mundo que existe.

Algunos filósofos, siguiendo ciertas sugestiones de Peirce y Morris, sostienen que el conocimiento personal debe ser estudiado por una disciplina especial que se ocupe también de otras facetas de la actividad humana. Esta disciplina, la *pragmática*, estaría constituida por una rama empírica y una filosófica. La pragmática filosófica (o pura) se propondría establecer relaciones lógicas entre conceptos pragmáticos tales como los de creencia e intención (Martin, 1959) o desarrollar teorías como la lógica temporal y la lógica de los pronombres personales, en las cuales el sujeto o usuario desempeña un papel central (Montague, 1968, 1970).

Es posible cuestionar si la pragmática pura, tal como se desarrolla actualmente, dispone de una base metodológica sólida. En efecto, si una

disciplina se ocupa de elementos fácticos, como usuarios y situaciones de uso, sin usufructuar en absoluto la investigación empírica, su lugar está con la metafísica especulativa, con la *Naturphilosophie* o con la *Kulturphilosopie*. La pragmática teórica, si describe hechos, tiene que ser metodológicamente similar a la psicología teórica: debe construir modelos matemáticos de ciertos aspectos de la conducta humana y ponerlos a prueba en el laboratorio. La pragmática solo podría exceptuarse de este requisito si fuera normativa. Por ejemplo, aun cuando la resolución de problemas real es estudiada por la psicología, el análisis de problemas conceptuales en general, *bien* concebidos y *bien* planteados, puede ser tarea de los filósofos. O sea, la lógica y la semántica de los problemas (como la lógica y la semántica de las normas) pertenecen a la pragmática filosófica. En conclusión, tenemos el siguiente árbol:



La relación entre la pragmática filosófica y la semántica podría ser la que sigue: cada una debe investigar su propia cara de la moneda del conocimiento, pero la pragmática, además, trata con problemas referentes a la acción. Expresado de otro modo: la gnoseología puede dividirse en dos ramas, según el sujeto cognoscente se tenga en cuenta explícitamente o no: (*a*) el estudio del conocimiento personal, que es una rama de la pragmática y (*b*) el estudio del conocimiento impersonal, que se superpone con la semántica. Por ejemplo, el concepto mismo de conocimiento se dividirá en el de un conjunto de enunciados y el de la opinión (o creencia); el concepto de verdad se dividirá en verdad objetiva y verdad personal y el concepto de significado en el de significado semántico y significado pragmático (o uso lingüístico normal en una comunidad).

Es sabido que la pragmática no está casada con el pragmatismo: que se puede sostener una perspectiva pragmatista de la pragmática o una concepción alternativa de la misma. Las tesis pragmatistas extremas parecen ser estas: (*a*) todos los conceptos sintácticos y semánticos genuinos poseen correlatos pragmáticos y (*b*) los primeros tienen que ser reduci-

bles a (por ejemplo, definibles en términos de) términos pragmáticos. Mientras que la primera tesis es interesante, posiblemente verdadera y, por ello, merece ser investigada, la tesis (*b*), de la reducción, es falsa. Por ejemplo, la reducción de Wittgenstein, del significado al uso, es, por decirlo de manera caritativa, una propuesta de redefinir 'significado' de tal modo que convenga a los fines del lexicógrafo. El uso no es más que un indicador (poco confiable) de la significancia. Además, existe el uso correcto (algo diferente al uso difundido). Y la relación de este concepto normativo con el concepto semántico de significancia es, grosso modo, la que sigue: el uso correcto de un signo está determinado por su significancia, según la revela un análisis del sistema en que el signo aparece.

Además, el concepto pragmático presupone los conceptos sintácticos y semánticos, no a la inversa. Por ejemplo, los enunciados pragmáticos ⌜*t* ha sido demostrado a partir de *A*⌝ y ⌜*x* afirma haber demostrado *t* a partir de *A*⌝ presuponen el concepto metamatemático de demostración. Sin este, los enunciados anteriores serían ininteligibles e imposibles de poner a prueba. Del mismo modo y por la misma razón, la proposición pragmática ⌜'*a*' significa "*b*" para *c*⌝ presupone un concepto semántico de significado. Lo mismo vale para las afirmaciones respecto de las creencias: a fin de creer *p*, primero tenemos que conocer *p*, lo cual a su vez presupone *p* (independientemente de toda asignación de valor de verdad). En cambio, podemos simular que hay proposiciones que nadie conoce. (Es lo que hacemos cuando jugueteamos con la totalidad $\mathfrak{C}_{\omega}$ [*A*] de las consecuencias de un conjunto *A* dado de supuestos.) Y, desde luego, podemos conocer *p* sin creer *p*, del mismo modo que podemos creer *p* sin afirmar que comprendemos *p*.

Una última advertencia: a causa de un hábito egocéntrico que adquirimos en la infancia, tendemos a utilizar términos pragmáticos allí donde no corresponde, contribuyendo así a la inflación de la pragmática. Por ejemplo, tendemos a decir que los compuestos orgánicos se *encuentran* en ciertas estrellas, en lugar de decir que *hay* compuestos orgánicos en las estrellas; o que *p* es un resultado posible de *medir P*, en lugar de decir que *p* es un valor posible de *P;* o que *se puede demostrar t* a partir de *A*, en lugar de decir que *t* se sigue de *A*. Lo que realmente ocurre es que *x* puede encontrarse (o medirse) si, para comenzar, *existe* y que *t* puede demostrarse siempre que *sea* una consecuencia. El uso no genuino de términos pragmáticos solo crea confusión y alienta la ilusión de que la pragmática es una empresa ya en marcha, en lugar de un proyec-

to. En todo caso, el modo de habla del semantista es objetivo (carente de sujeto) y atemporal: considera su materia *sub specie aeternitatis*.

Hasta aquí llegamos con la relación entre la semántica y la gnoseología. Por último, echaremos un vistazo al vecino más importante y, con todo, menos reputado de la semántica: la metafísica.

4. La metafísica

4.1. La neutralidad metafísica del lenguaje

Encontramos la metafísica al inicio (Capítulo 1, Sección 3), cuando listamos los tipos de objetos que debemos distinguir, así como cuando estudiamos la naturaleza de los constructos. También nos encontramos con la metafísica a lo largo del camino, en particular cuando planteamos la referencia, la función representativa de algunos constructos científicos y, de manera tangencial, la verdad fáctica. Hay otros contactos entre la semántica y la metafísica. Y si se enfocan con un mínimo de razón, esos contactos no tienen que ser necesariamente puntos de fricción. La semántica puede proporcionar a la metafísica algunas herramientas para disipar la oscuridad y la confusión conceptuales; la metafísica puede devolver el favor a los semantistas ayudándolos a evitar los extremos del materialismo vulgar (por ejemplo, el literalismo) y el platonismo. Aquí no profundizaremos en este aspecto. En lugar de ello, señalaremos uno o dos lugares en los que la semántica *no* se encuentra con la metafísica. En realidad, proponemos discutir el supuesto compromiso ontológico del lenguaje (la doctrina Whorf-Sapir) y, en particular, la afirmación de que todas las oraciones de existencia contraen tal compromiso (la tesis de Quine).

Las celebradas hipótesis de Whorf-Sapir son, en pocas palabras, que (*a*) el lenguaje vulgar está cargado con cosmovisiones o metafísicas y (*b*) que la lengua propia determina, al menos parcialmente, el modo en que se percibe y concibe el mundo. Estas dos conjeturas son, como mínimo, burdas exageraciones de la innegable retroalimentación entre el lenguaje y el pensamiento. Es falso que todo lenguaje refleje una cosmovisión, por no decir un sistema metafísico: toda lengua desarrollada, por la propia definición de 'desarrollada' puede expresar una diversidad de cosmovisiones mutuamente incompatibles, tal como muestra la variedad de metafísicas expresadas en sánscrito o en griego antiguo. Y es falso que la

lengua sea un factor causal importante en la percepción y concepción: un lenguaje permite o limita nuestra expresión de lo que percibimos o concebimos, no lo que percibimos o concebimos. La percepción y la concepción tienen lugar en una red epistémica, no en una red lingüística: lo que determina parcialmente todo aquello que percibimos y concebimos es la experiencia, ya sea espontánea o disciplinada, personal o colectiva, no nuestra lengua madre. El lenguaje es afortunadamente neutral con respecto a nuestra percepción y concepción del mundo. De otro modo, resultaría imposible formular y discutir opiniones mutuamente incompatibles y el concepto mismo de capacidad expresiva de un lenguaje carecería de significado.

Además, la doctrina de Whorf-Sapir es refutada por la psicología educativa: la enseñanza verbal resulta ineficiente a menos que el sujeto ya haya adquirido algunas de las ideas de las que se le habla. Si no hay palabras disponibles para expresar ideas nuevas, se inventan, en cualquier época y en cualquier cultura. Pero si no hay ideas, entonces las palabras no ayudarán, tal como señalaba Mefisto, salvo en el ocultamiento de la escasez de ideas. Piaget y sus colaboradores han mostrado que un niño que haya aprendido la utilización correcta de 'largo', 'corto' y otras palabras cognadas puede no comprender que la cantidad de arcilla no cambia cuando una bola de ese material se transforma en una salchicha ante sus propios ojos. Aquí, una vez más, lo que importa es el conocimiento, no el lenguaje. En resumen, las hipótesis de Whorf-Sapir son falsas: el lenguaje es una herramienta que no transporta ninguna carga ontológica. Más bien es a la inversa: toda ontología está constreñida por el lenguaje que utiliza, en el sentido de que este puede ser o no lo bastante rico como para expresar ciertas ideas ontológicas. (Por ejemplo, el lenguaje ordinario resulta insuficiente para formular una teoría general del espacio.) Solo las teorías pueden estar comprometidas ónticamente y lo están siempre que no sean teorías pertenecientes a la lógica o a la matemática pura. El lenguaje ni siquiera puede sugerir una mala teoría. Pero esto ya lo vimos en el Capítulo 1: pasemos a un problema más interesante.

4.2. La neutralidad metafísica de la lógica

Si la lógica no fuera más que un lenguaje, los argumentos de las subsecciones previas se le podrían aplicar: la lógica debe ser ontológicamente

neutral porque es el lenguaje universal. Pero la lógica es también, y principalmente, una teoría –la teoría de la deducción– aun cuando pueda ser utilizada como un lenguaje (recuérdese el Capítulo 1, Sección 1.3). En consecuencia, la relación de la lógica con la metafísica tiene que ser investigada de forma separada. Sin embargo, este no es el lugar para una investigación acabada de dicho problema, que ya ha sido tratado en otro sitio (Bunge, 1974a). Hemos de restringir nuestra atención a aquellos aspectos de la cuestión que involucran a la semántica. Nos limitaremos a la cuestión de si la lógica, además de ser el *organon* del razonamiento, posee una semántica semejante a la de la ciencia fáctica. En otras palabras, formularemos la pregunta de si la lógica incluye una referencia a la realidad o es ontológicamente neutral.

La tesis de que la lógica exige una interpretación ontológica ha sido defendida en tiempos recientes por Scholz y por Quine, aunque con diferentes fundamentos. Según Scholz (1941), las fórmulas lógicas son válidas para todos los mundos posibles, ergo en particular para el nuestro: la lógica constituiría así una ontología mínima. Este argumento depende de la identificación de "mundo posible" y "modelo". Pero se trata solo de una treta verbal: en tanto que un modelo es un objeto conceptual, el mundo real no es un modelo de una estructura abstracta, sino la cosa máxima con existencia independiente, y un mundo posible es algo que ni la lógica ni la ontología están en condiciones de caracterizar. La lógica no es válida en todos los mundos posibles, salvo de modo metafórico, en el sentido de que es independiente de la constitución y la estructura del mundo. Lo que la teoría de modelos dice es algo más modesto: que una fórmula es lógica en el preciso caso de que sea satisfecha en todos los modelos, vale decir si es válida respecto de todas las interpretaciones de las variables no lógicas que contiene. Y la independencia de modelos de una identidad lógica consiste en una correspondencia en particular de esta con la totalidad del conjunto de los constructos: se trata de un asunto intraconceptual que no tiene nada que ver con el mundo real (Capítulo 6, Sección 2). En consecuencia, la noción de validez universal (o analiticidad) no involucra la de verdad fáctica, que caracteriza a la semántica de la ciencia fáctica (Capítulo 8). En conclusión, la teoría de modelos no se ocupa de ningún mundo y no propone la lógica como una ontología.

A diferencia del enfoque de Scholz, el de Quine es directo: encuentra la ontología en los huesos mismos de la lógica, en particular en la cuantificación. En efecto, Quine sostiene que «la cuantificación referencial es

el modismo clave de la ontología» (Quine, 1969, p. 66). De manera más explícita: «La existencia es aquello que la cuantificación existencial expresa. Hay cosas de la clase *F* si y solo si (∃*x*) *Fx*. Esto es tan irrebatible como de poca ayuda puesto que, para comenzar, es la manera en que se explica la notación simbólica de la cuantificación» (*op. cit.*, p. 97). Quine llama «compromiso ontológico» y en ocasiones «ontología» de una teoría al conjunto de las «cosas» que la misma considera existentes (*op. cit.*, p. 106). En realidad, la palabra 'compromiso' es demasiado fuerte, dado que «ese compromiso puede ser temporal» (Quine, 1970a, p. 99). O sea, lo que tenemos, si es que las tenemos, son hipótesis ontológicas.

Si 'compromiso' es desafortunada, en este contexto 'ontológico' y 'óntico' no lo son menos. En efecto, todo lo que se pretende señalar es la colección de referentes, ya sean hipotetizados o certificados, previstos o imprevistos, físicos o conceptuales de una teoría expresada en un sistema de la lógica de predicados. Por ejemplo, los referentes de la aritmética son los enteros o, quizá, el campo de los números racionales. Pero un enunciado como ⌜Hay infinitos números primos⌝ no compromete a nadie a creer en la existencia *autónoma* de los números primos. Lejos de ser «la expresión óntica *par excellence*» (Quine, 1970, p. 92) la cuantificación existencial, a menos que se la califique, es ontológicamente neutral. Es tarea de la ciencia fáctica, no de la filosofía, decidir si un enunciado existencial sin calificar posee relevancia óntica.

El cuantificador existencial puede eliminarse a favor de la negación y el cuantificador universal: "Existen *F*" es la versión abreviada de "No es el caso que todas las cosas no sean *F*". En cambio, el concepto de existencia física (real, óntica) no se puede eliminar. De hecho, para indicar la existencia física tenemos que afirmar la existencia no calificada y añadir que los objetos en cuestión son objetos físicos, donde el predicado 'es un objeto físico' está dilucidado en la ontología, no en la lógica. Hay cosas reales de la clase *F* si y solo si (∃*x*) (*Fx* & *x* es un objeto físico). Únicamente los objetos de esta clase tienen interés para la ontología, considerada no como una teoría general de los objetos de cualquier clase, sino como una cosmología general. Y únicamente esos enunciados acerca de la existencia física (real, óntica) nos «comprometerán» con los objetos a los que se refieren o, más bien, con la tarea de averiguar si tales objetos son parte del mundo real. (Dicho sea de paso, la colección de los referentes de tales enunciados constituye su clase de referencia, no su ontología: una ontología es una teoría.)

La existencia conceptual es análoga. Hay objetos *conceptuales* de la clase *F* si y solo si $(\exists x)(Fx \ \& \ x$ es un constructo). Esta es la clase de existencia que interesa a los matemáticos. Así pues, a pesar de la prohibición nominalista de las clases, el matemático trata siempre con ellas; lo que ocurre es que no afirma más que su existencia conceptual. No tiene razón para pensar que los miembros de un conjunto de una teoría matemática sean más reales que el propio conjunto: si se supone o se demuestra que no es vacía, una clase goza de la misma existencia conceptual que sus miembros. De seguro, el metafísico tiene derecho a afirmar que las clases no tienen existencia física, pero los individuos matemáticos son tan irreales como sus clases, de tal modo que el comentario del metafísico no resulta pertinente.

En resumidas cuentas, mientras que la lógica solo necesita un concepto general de existencia, en cuanto cruzamos las fronteras de la lógica necesitamos dos conceptos de existencia: conceptual y física. De tal modo, tenemos al menos tres conceptos de existencia diferentes: neutral, conceptual y física. (Se trata de conceptos, no de modos de ser. En consecuencia, no tiene sentido una ontología general ramificada en una ontología de las cosas y otra de los constructos. No nos dejemos llevar por las palabras.) Hagamos hincapié en las siguientes diferencias:

$(\exists x)\ Fx$	*Existencia neutral*
$(\exists x)(Gx \ \&$ x es un constructo)	*Existencia conceptual*
$(\exists x)\ (Hx \ \&$ x es un objeto físico)	*Existencia física*

Por tanto, tenemos tres tipos de problemas de existencia: neutrales, conceptuales y físicos. Los dos últimos tipos son irreducibles. De tal modo, la cuestión de la existencia (conceptual) de las clases no tiene nada que ver con la cuestión de la existencia (física) de las cosas: esta es la razón por la cual el conceptualismo es compatible con el individualismo ontológico o creencia en que solamente los individuos pueden tener existencia física. Y puesto que todas las clases son constructos, los conjuntos infinitos no plantean ningún problema de existencia en especial.

Estos tipos de cuestiones de existencia tampoco son reducibles a un cuarto tipo, más básico, de preguntas sobre la existencia. En particular, no es posible reducir todas las cuestiones de existencia a la existencia *en* o *de* un marco lingüístico: las llamadas cuestiones internas y externas (Carnap, 1950). Así pues, el problema de si una «entidad teórica», tal

como el partón o el agujero negro, tiene un correlato real no es una cuestión que ataña exclusivamente a un «marco» construido por el hombre, y mucho menos a un marco lingüístico: se trata de un problema empírico, a saber el de someter la teoría fáctica de interés a comprobaciones observacionales. Sostener que las cuestiones de existencia física no son científicas sino un asunto de marcos lingüísticos no es mejor que afirmar, con Mach y el Círculo de Viena, que se trata de cuestiones meramente metafísicas. En ambos casos se pasan por alto las características típicas de la semántica de las teorías científicas. (Para más críticas, véase Ferrater Mora [1967].)

La conclusión de nuestra discusión es esta: (*a*) del mismo modo que distinguimos entre constructos y cosas, debemos distinguir entre la existencia conceptual y la existencia física; (*b*) la lógica utiliza un concepto genérico o neutral de existencia, y por ende no está en condiciones de afirmar o negar nada con respecto al mundo real: es ontológicamente neutral; (*c*) la matemática usa una noción más especial de existencia conceptual, pero igualmente indiferente respecto de la realidad; (*d*) la ciencia fáctica y la metafísica utilizan el concepto de existencia física (material).

4.3. Compromisos metafísicos de la semántica de la ciencia

La lógica y la matemática, así como su semántica (vale decir, la teoría de modelos), son metafísicamente neutrales: ni siquiera tienen que suponer la existencia de otros objetos que no sean los constructos o sus símbolos. No ocurre lo mismo con la semántica de la ciencia fáctica. En efecto, esta tiene las siguientes presuposiciones de carácter metafísico: (i) hay tantos constructos (en particular, conceptos) como objetos físicos (en particular, signos); (ii) algunos signos designan constructos y algunos constructos se refieren a objetos físicos; (iii) las teorías que se refieren a objetos físicos constituyen representaciones más o menos adecuadas (verdaderas) de los aspectos del mundo.

Si se negaran los supuestos anteriores, los conceptos mismos de designación, denotación, referencia, representación y verdad fáctica perderían su razón de ser. Nuestra propia variedad de semántica realista añade dos supuestos más: (iv) los constructos son objetos ideales: a diferencia de los objetos físicos, los constructos no tienen una existencia aparte (física) y (v) se supone (correcta o incorrectamente) que los refe-

rentes putativos de un constructo fáctico existen de manera independiente y no son solo posibilidades de la percepción.

Esta es toda la carga metafísica que lleva nuestra semántica. Es necesaria y suficiente para dar sentido a las reglas de denotación y a los supuestos semánticos incluidos en las teorías científicas (cuando se reconstruyen según nuestra semántica), así como para dar sentido a las comprobaciones de verdad y de la corrección de las hipótesis y teorías a la luz de nuevas experiencias. Más allá de este punto, hay lugar para una variedad de teorías ontológicas posibles que bosquejen la constitución y la estructura básicas del mundo. Las preferencias del autor son las teorías metafísicas transdisciplinarias, matemáticas en forma y contiguas a la ciencia fáctica (Bunge, 1971b). Pero esta es otra historia, que contaremos en una obra diferente. (Cf. los Volúmenes 3 y 4 de este *Tratado*.)

5. Palabras finales

Hasta ahora, la semántica filosófica ha llevado una vida bastante apartada: apenas ha tenido contacto con otras ramas de la filosofía y con la ciencia fáctica. De ahí sus principales fallos: su casi total falta de pertinencia respecto de todo aquello que se encuentre fuera de la lógica y la matemática y, en consecuencia, su incapacidad para ser de ayuda en la comprensión de lo que ocurre en el mundo externo.

Volver a poner la semántica en su contexto filosófico –aquel en el que solía habitar desde Sócrates y Buridan hasta Russell– se ha convertido en una tarea urgente, lo mismo que exponerla a los vientos de la ciencia fáctica, todo ello sin resignar los ideales del rigor y la sistemicidad que Tarski y Carnap nos han legado.

En segundo lugar, la semántica debe transformarse en una disciplina de servicio, como la lógica y la matemática, siempre dispuesta a ofrecer ayuda a cualquier vecino que la pueda necesitar. (Véase la Tabla 10.1.) Pero a fin de ser útil la semántica se debe mezclar con sus vecinos e incluso meterse en sus asuntos, aprendiendo así sus costumbres y sus necesidades. El santo y seña ya no debe ser 'Venid y observad mi pulcritud', sino 'Vamos y veamos cómo podemos arreglar este embrollo'.

En tercer lugar, la semántica se debe liberar de sus asociaciones con filosofías obsoletas y construir nuevas teorías semánticas que den respuesta a las necesidades de la ciencia, además de estar inspiradas en el re-

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 244

alismo crítico. Necesitamos mucho más trabajo en la semántica realista y hemos de buscar inspiración y control en todas partes: una filosofía que solo se interesa por sus propios asuntos no se ocupa de su principal asunto.

Que esta obra contribuya a poner en práctica el ideal de Kanenas T. Pota de «una semántica exacta, sistemática, realista y, sobre todo, útil». En todo caso, nuestra semántica servirá de prolegómeno a las partes esenciales del sistema filosófico propuesto en este *Tratado*, a saber la ontología, la gnoseología y la axiología.

TABLA 10.1
La semántica y sus vecinos

Rasgo	Ciencia	Matemática	Filosofía			
			Lógica	Semántica	Gnoseología	Metafísica
Referentes	Cosas (sistemas concretos)	Estructuras conceptuales (categorías)	Constructos	Constructos y signos	Conocimiento	Realidad
Rango	Aspectos y niveles de las cosas	Teorías	Universal	Universal	Universal	Universal
Tipo de verdad	Fáctica	Formal	Lógica	Filosófica	Filosófica	Filosófica
Exactitud	Limitada	Completa (salvo en el análisis numérico)	Completa	Completa en referencia a la ciencia formal	Limitada	Limitada
Método	Hipótesis y teoría, observación y experimento	Postulación y demostración, ejemplo y contraejemplo	Postulación y demostración, ejemplo y contraejemplo	Postulación, demostración y control con la lógica, la matemática o la ciencia	Análisis, postulación y control con el conocimiento sustantivo y la metodología	Postulación y control con la ciencia

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 245

TABLA 10.1 *(continuación)*
La semántica y sus vecinos

Rasgo	Ciencia	Matemática	Filosofía			
			Lógica	Semántica	Gnoseología	Metafísica
Objetivos	Encontrar leyes, describir, explicar y predecir	Construir teorías acerca de las estructuras conceptuales e interrelacionarlas	Depuración y sistematización de métodos generales de análisis y demostración	Dilucidación y articulación de los conceptos de significado, verdad y afines	Dilucidación y articulación de todos los conceptos acerca del conocimiento y la ignorancia fácticos	Encontrar estructuras globales (transdisciplinarias) y pautas del mundo
Papeles	Fundamentar la tecnología, controlar consmovisiones	Forja de herramientas conceptuales para la ciencia y la filosofía	Vigilar el razonamiento	Higiene conceptual, identificación de referentes genuinos, clarificación del sentido y mitos de la filosofía de los científicos	Vigilancia metodológica y abertura de mente	Dilucidación de conceptos comunes a varias ciencias, planteamiento de problemas fructíferos y proposición de hipótesis iluminadoras acerca del mundo
Utilizar	La lógica, la matemática y la filosofía	La lógica	La matemática	La lógica, la matemática y la ciencia	La lógica, la matemática y la ciencia	La lógica, la matemática y la ciencia

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 246

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 247

Bibliografía

Addison, J. W., L. Henkin y A. Tarski, Eds. (1965). *The Theory of Models*. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Ajdukiewicz, K. (1967a). Intensional expressions. *Studia Logic*a **20**: 63-86.

Ajdukiewicz, K. (1967b). Proposition as the connotation of sentence. *Studia Logic*a **20**: 87-98.

Alston, W. P. (1968). Meaning and use. En Parkinson ed. 1968, pp. 141-165.

Arnauld, A. y P. Nicole (1662). *La logique, ou l'art de penser*. París, Flammarion, 1970.

Attfield, R. y M. Durrant (1973). The irreducibility of 'meaning'. *Nous* **VII**: 282-298.

Austin, J. L. (1962). *How to do Things with Words*. Londres, Oxford University Press. [*Cómo hacer cosas con las palabras*. Traducción al castellano de Genaro R. Carrió y Eduardo A. Rabossi, Barcelona, Paidós, 2005.]

Ayer, J. A. (1959). *Logical Positivism*. Glencoe, Ill, Free Press. [*El positivismo lógico*. Traducción al castellano de L. Aldama et al., Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 1965.]

Bar-Hillel, Y. (1970). *Aspects of Language*. Jerusalén, Magnes Press.

Bar-Hillel, Y., E. I. J. Poznanski, M. O. Rabin y A. Robinson, Eds. (1961). *Essays on the Foundations of Mathematics*. Jerusalén, Magnes Press.

Bar-Hillel, Y., Ed. (1965). *Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Barcan-Marcus, R. (1962). Interpreting quantification. *Inquiry* **5**: 252-259.

Bell, J. L. y A. B. Slomson (1969). *Models and Ultraproducts*. Amsterdam, North-Holland.

Benacerraf, P. (1973). Mathematical truth. *Journal of Philosophy* **70**: 661-679.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 248

Beth, E. W. (1962). Extension and intension. En *Logic and Language: Studies dedicated to Professor Rudolf Carnap.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Birkhoff, G. (1961). *Lattice Theory*, 2.ª ed. Providence, R. I., American Mathematical Society.

Black, M. (1962). *Models and Metaphors*. Ithaca, Cornell University Press. [*Modelos y metáforas*. Traducción al castellano de Víctor Sánchez Zabala, Madrid, Tecnos, 1966.]

Blanshard, B. (1939). *The Nature of Thought*. Londres, Allen & Unwin; Nueva York, McMillan.

Blumenthal, L. M. y K. Menger (1970). *Studies in Geometry*. San Francisco, W. H. Freeman & Co.

Bolzano, B. (1837). *Wissenschafstlehre*, 4 vols. Sulzback, Seidelsche Buchhandlung. Traducción abreviada al inglés de R. George, *Theory of Science*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1912. [*Las paradojas del infinito*. Traducción al castellano de Luis Felipe Segura, México, UNAM, 1991.]

Bolzano, B. (1851). *Paradoxes of the Infinite.* Traducción de D. A. Steele. Londres, Routledge & Kegan Paul, 1950.

Bunge, M. (1957). Lagrangian formulation and mechanical interpretation. *American Journal of Physics* **25**: 21 I-2l8.

Bunge, M. (1959a). *Causality*. Cambridge, Mass., Harvard University Press. Reimpreso por The World Publishing Co., 1963. [*La causalidad: el principio de causalidad en la ciencia moderna*. Traducción al castellano de Hernán Rodríguez. Buenos Aires, Sudamericana, 1997.]

Bunge, M. (1959b). *Metascientific Queries*. Springfield, Ill., Charles C. Thomas Publisher.

Bunge, M. (1961a). Laws of physical laws. *American Journal of Physics* **29**: 518-529. Reimpreso en Bunge (1963a).

Bunge, M. (1961b). Analyticity redefined. *Mind* **70**: 239-246.

Bunge, M. (1961c). The weight of simplicity. *Philosophy of Science* **28**: 120-149.

Bunge, M. (1962). *Intuition and Science*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall. [*Intuición y ciencia*. Traducción al castellano de E. O. Colombo. Buenos Aires, EUDEBA, 1964. Actualizado y ampliado como *Intuición y razón*. Buenos Aires, Sudamericana, 1996.]

Bunge, M. (1963a). *The Myth of Simplicity*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall.

Bunge, M. (1963b). A general black box theory. *Philosophy of Science* **30**: 346-358.

Bunge, M. (1964). Phenomenological theories. En M. Bunge, Ed., *The Critical Approach*, pp. 234-254. Nueva York, Free Press.

Bunge, M. (1966). Mach's critique of Newtonian mechanics. *American Journal of Physics* **34**: 585-596.

Bunge, M. (1967a). *Scientific Research*, 2 vols. Nueva York, Springer-Verlag. Ed. rev.: Nueva Brunswick, Transaction Publishers, 1998. [*La investigación científica*. Traducción al castellano de M. Sacristán. México, Siglo Veintiuno Editores, 2001.]

Bunge, M. (1967b). *Foundations of Physics*. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1967c). Analogy in quantum mechanics: from insight to nonsense. *British Journal for the Philosophy of Science* **18**: 265-286.

Bunge, M. (1967d). Physical axiomatics. *Review of Modern Physics* **39**: 463-474.

Bunge, M. (1967e). A ghost-free axiomatization of quantum mechanics. En M. Bunge, Ed., *Quantum Theory and Reality,* pp. 98-117. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1969). What are physical theories about? *American Philosophical Quarterly*, *Monograph* 3: 61-99.

Bunge, M. (1970a). Theory meets experience. En H. Kiefer y M. Munitz, Eds., *Contemporary Philosophic Thought,* **2**: 138-165. Albany, N.Y., State University of Nueva York Press.

Bunge, M. (1970b). Problems concerning inter-theory relations. En P. Weingartner y G. Zeeha, Eds., *Induction, Physics, and Ethics,* pp. 287-325. Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Bunge, M. (1971a). A mathematical theory of the dimensions and units of physical quantities. En M. Bunge, Ed., *Problems in the Foundations of Physics,* pp. 1-16. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1971b). Is scientific metaphysics possible? *Journal of Philosophy* **68:** 507-520.

Bunge, M. (1971c). A new look at definite descriptions. *Philosophy of Science* (Japón) **4**: 131-146.

Bunge, M. (1972a). A program for the semantics of science. *Journal of Philosophical Logic* 1: 317-328. Reimpreso en Bunge, Ed. (1973a).

Bunge, M. (1972b). Metatheory. En *Scientific Thought.* París-La Haya, Mouton/Unesco.

Bunge, M. (1973a). *Method, Model and Matter.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Bunge, M. (1973b). *Philosophy of Physics.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Company.

Bunge, M. (1973d). Meaning in science. *Proceedings of the XVth World Congress of Philosophy* **2**: 281-286, Sofía.

Bunge, M., Ed. (1973a). *Exact Philosophy: Problems, Goals, and Methods.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Bunge, M. (1974). The relations of logic and semantics to ontology. *Journal of Philosophical Logic* **3**: 195-210.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 250

Bunge, M. (1976). Possibility and probability. En W. L. Harper y C. A. Hooker, Eds., *Proceedings of an International Research Colloquium on Foundations of Probability and Statistics*, Vol 3. Dordrecht y Boston, D. Reidel Publishing Co.

Burton, W. K. (1968). Constructive thermodynamics. En A. A. Schmidt, K. Schütte y H.-J. Thiele, Eds., *Contributions to Mathematical logic*, pp. 75-89, North-Holland.

Campbell, D. T. (1959). Methodological suggestions from a comparative psychology of knowledge processes. *Inquiry* **2**: 152-182.

Carathéodory, C. (1924). Zur Axiomatik der speziellen Relativitätstheorie. *Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-mathematische Klassen*, *12*.

Carnap, R. (1928). *Scheinprobleme in der Philosophie*. Traducido al inglés en *The Logical Structure of the World*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1967.

Carnap, R. (1936). Testability and meaning. *Philosophy of Science* **3**: 419-471; **4**: 1-40.

Carnap, R. (1939). *Foundations of Logic and Mathematic*s. Chicago, University of Chicago Press. [*Fundamentos de lógica y matemáticas*. Madrid, Talleres Ediciones JB, 1975.]

Carnap, R. (1942). *Introduction to Semantics*. Cambridge, MA, Harvard University Press. [*Introducción a la semántica*. México, Fondo de Cultura Económica, 1968.]

Carnap, R. (1947). Meaning and Necessity. Chicago, University of Chicago Press. Edición aumentada, 1956.

Carnap, R. (1950) Empiricism, semantics, and ontology. *Revue Internationale de Philosophie* **4**: 20-40. Reimpreso en Linsky, Ed. (1952).

Carnap, R. (1952). Meaning Postulates. *Philosophical Studies* 3: 65-73.

Carnap, R. (1956). The methodological character of theoretical concepts. En H. Feigl y M. Scriven, Eds. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, I: 38-76. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Carnap, R. (1958). *Introduction to Symbolic Logic and its Applications*. Nueva York, Dover Publications, Inc.

Carnap, R. (1961). On the use of Hilbert's ε-operator in scientific theories. En Bar-Hillel et al. Eds., pp. 156-164.

Carnap, R. (1963a). Intellectual autobiography. En Schilpp Ed., pp. 3-84. [*Autobiografía intelectual*. Traducción al castellano de Carmen Castells. Barcelona, Paidós – ICE UAB, 1992.]

Carnap, R. (1963b). Replies and systematic expositions. En Schilpp Ed., pp. 859-1.013.

Castonguay, C. (1972). *Meaning and Existence in Mathematics*. Viena-Nueva York, Springer-Verlag.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 251

Chang, C. C. y H. J. Keisler (1966). *Continuous Model Theory*. Princeton, N.J., Princeton University Press.

Chang, C. C. y H. J. Keisler (1973). *Model Theory*. Ámsterdam-Londres, North-Holland Publishing & Co.

Church, A. (1951). A formulation of the logic of sense and denotation. En P. Henle, H. M. Kallen y S. K. Langer, Eds., *Structure, Method and Meaning: Essays in Honor of Henry M. Sheffer*, pp. 3-24. Nueva York, The Liberal Arts Press.

Church, A. (1973/1974). Outline of a revised formulation of the logic of sense and denotation. *Nous* 7: 24-33, 8: 135-156.

Cole, M. y I. Maltzman, Eds. (1969). *A Handbook of Contemporary Soviet Psychology*. Nueva York y Londres, Basic Books, Inc.

Davidson, D. (1967). Truth and meaning. *Synthese* **17**: 304-333. Reimpreso en J. W. Davis, J. Hockney y W. K. Wilson, Eds., *Philosophical Logic*. Dordrecht, D. Reidel Publishing Co., 1969.

DeWitt, B. S. (1970). Quantum mechanics and reality. *Physics Today* 23(9): 30-35. l,

Dingler, H. (1907). *Grundlinien einer Kritik und exakten Theorie der Wissenschaften*, insbesondere der Mathematik. Múnich, Ackerman.

Dummett, M. (1973). *Frege. Philosophy of Language*. Londres, Duckworth & Co. Ltd.

Dirac, P. A. M. (1942). The Physical interpretation of quantum mechanics. *Proceedings of the Royal Society (A)* 180: 1-40.

Eberle, R. A. (1969). Denotationless terms and predicates expressive of positive qualities. *Theoria* 35: 104-123.

Einstein, A. (1936). Physics and reality. *Journal of the Franklin Institute* **221**: 313-347.

Enriques, F. (1943). *Problems of Science*. La Salle, Ill., Open Court.

Everett III, H. (1951). «Relative state» Formulation of quantum mechanics. *Reviews of Modern Physics* **29**: 454-462.

Feigl, H. (1958). The 'mental' and the 'physical'. En H. Feigl, M. Scriven y G. Maxwell, Eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, II: 370-497.

Feller, W. (1968). *An Introduction to Probability Theories and its Applications* I, 3.ª ed. Nueva York y Londres, John Wiley & Sons.

Ferrater Mora, J. (1967). *El ser y el sentido*. Madrid, Revista de Occidente.

Feyerabend, P. K. (1970). *Against method: Outline of an anarchistic theory of knowledge*. En Radner y Winokur Eds., pp. 17-130. [*Contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento*, 2.ª ed. Traducción de Francisco Hernán. Barcelona, Ariel, 1989].

Fine, A. (1968). Logic, probability, and quantum mechanics. *Philosophy of Science* 35: 101-111.

Fréchet, M. (1939). The diverse definitions of probability. *Erkenntnis* **8**: 7-23.

Frege, G. (1879). Begriffsschrift. Reimpreso en *Begriffsschrift un andere Aufsätze*. En I. Angelelli, Ed. Hildesheim, Georg Olms 1964.
Frege, G. (1891). Funktion und Begriff. En I. Angelelli (1967).
Frege, G. (1892). Über Sinn und Bedeutung. En I. Angelelli (1967).
Frege, G. (1894). Rezension von: E. G. Husserl; Philosophice der Arithmetik. En I. Angelelli (1967).
Frege, G. (1912). Anmerkungen zu P. E. B. Jourdain, The Development of Theories of Mathematical Logic, etcétera. En I. Angelelli (1967).
Frege, G. (1969). *Nachgelassene Schriften*. H. Hermes, F. Kambartel y F. Kaulbach, Eds. Hamburgo, F. Meiner.
Freudenthal, H. (1970). What about the foundations of physics? *Synthese* **21**: 93-106.
Freudenthal, H. (1971). More about Foundations of Physics. *Foundations of Physics* **1**: 315-323.
Gentilhomme, Y. (1968). Les ensembles flous en linguistique. *Cahiers de linguistique théorique et appliquée* **5**: 47-65.
Giles, R. (1964). *Mathematical Foundations of Thermodynamics*. Londres, Pergamon.
Goguen, J. A. (1969). The logic of inexact concepts. *Synthese* **19**: 325-373.
Gonseth, F. (1938). *La méthode axiomatiqu*e. París, Gauthier-Villars.
Goodman, M. (1960). The way the world is. *Review of Metaphysics* **14**: 48-56.
Goodman, N. (1968). *The Languages of Art*. Indiana y Nueva York, Bobbs Merrill Co.
Goodstein, R. L. (1968). Existence in mathematics. *Compositio mathematica* **20**: 70-82.
Goodstein, R. L. (1969). Empiricism in mathematics. *Dialectica* **23**: 50-57.
Grossberg, S. (1969). Some networks that can learn, remember, and reproduce, I. *Journal of Mathematics and Mechanics* **19**: 53-91.
Harrison, M. E. (1965). *Introduction to Switching and Automata Theory*. Nueva York, McGraw-Hill Book Co.
Hartnett, W. E. (1963). *Principles of Modern Mathematics*. Chicago, Scott, Foresman & Co.
Hartnett, W. E. (1970). *Principles of Modern Mathematics 2*. Chicago, Scott, Foresman & Co.
Heisenberg, W. (1955). The development of the interpretation of the quantum theory. En W. Pauli, L. Rosenfeld y V. Weisskopf, Eds., *Niels Bohr and the Development of Physics*, pp. 12-29. Londres, Pergamon.
Helmholtz, H. v. (1873). *Lectures on Scientific Subjects*. Londres, Longmans, Green & Co.
Hempel, C. G. (1970). On the «standard conception» of scientific theories. En M. Radner y S. Winokur, Eds., pp. 142-163.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 253

Henkin, L., P. Suppes y A. Tarski, Eds. (1959). *The Axiomatic Method*. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Hermes, H. (1963). *Einfürhung in die matematische Logik*. Stuttgart, B. G. Teubner,

Hesse, M. (1965). The explanatory function of metaphor. En Bar-Hillel, Ed., pp. 249-259.

Hilbert, D. (1924). Grundlagen der Physik. En *Gesammelte Abhandlungen*, vol. 3. Berlín, Julius Springer, 1935.

Hilbert, D. y P. Bernays (1968). *Grundlagen der Mathematik* I, 2.ª ed. Berlín-Heidelberg-Nueva York, Springer-Verlag.

Hintikka, J. (1962). *Knowledge and Belief*. Ithaca, N.Y., Cornell University Press.

Hintikka, J. (1969). *Models for Modalities*. Dordreht, D. Reidel Publishing Co.

Hooker, C. A. (1974). Systematic realism. *Synthese* **26**: 409-497.

Jost, R. (1965). *The General Theory of Quantized Fields*. Providence, R. I., American Mathematical Society.

Kalish, D. y R. Montague (1951). Remarks on descriptions and natural deduction. *Archiv fur mathematische Logik und Grundlagenforschung* **3**: 50-73.

Kalmár, L. (1967). Foundations of mathematics – whither now? En I. Lakatos, Ed., *Problems in the Philosophy of Mathematics*, pp. 187-194, Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Katz, J. J. y J. A. Fodor (1963). The structure of a semantic theory. *Language* **39**: 170-210.

Kemeny, J. G. (1956). A new approach to semantics. *Journal of Symbolic Logic* **21** : 1-27, 149-161.

Kleiner, S. A. (1971). Criteria for meaning changes. En M. Bunge, Ed., *Problems in the Foundations of Physics*, pp. 131-144. Nueva York, Springer-Verlag.

Klemke, E. D., Ed. (1968). *Essays on Frege*. Urbana, Ill., University of Illinois Press.

Kolmogoroff, A. M. (1963). The theory of probability. En A. D. Aleksandrov, A. N. Kolmogoroff y M. A. Lavrent'ev, Eds., *Mathematics: Its Content, Methods, and Meaning*, 3 vols. Cambridge, Mass., M.I.T. Press.

Körner, S. (1964). Deductive unification and idealisation. *British Journal for the Philosophy of Science* **14**: 274-284.

Kripke, S. (1959). A completeness theory in modal logic. *Journal of Symbolic Logic* **24**: 1-15.

Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, University of Chicago Press. [*La estructura de las revoluciones científicas*. Traducción al castellano de Agustín Contín. Madrid, Fondo de Cultura Económica de España, 2000.]

Landau, L. D. y E. M. Lifshitz (1958). *Quantum Mechanics*. Londres, Pergamon Press.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 254

Leibniz, G. W. v. (1703). *Nouveaux essais sur l'entendement humaine*. París, Flammarion, s.d.

Leibniz, G. W. v. (1714). The Monadology. En *Philosophical Papers and Letters*, Ed. L. E. Loemker, vol. 2. Chicago, University of Chicago Press 1956. [*Monadología*. Edición trilingüe. Traducción al castellano de Julián Velarde. Oviedo, Pentalfa, 1981.]

Lenin, V. I. (1909). *Materialism and Empiriocriticism*. Moscú, Foreign Language Publishing House, 1941. [*Materialismo y empiriocriticismo*. Madrid, Fundamentos, 1974.]

Lewis, C. I. (1929). *Mind and the World Orde*r. Nueva York, Scribner.

Lewis, C. I. (1944). The modes of meaning. *Philosophy and Phenomenological Research* **4**: 236-249.

Lewis, C. I. (1951). Notes on the logic of intensions. En P. Henle et al., Eds., *Structure, Method and Meaning,* Nueva York, Liberal Arts Press.

Linsky, L. Ed. (1952). *Semantics and the Philosophy of Language*. Urbana, University of Illinois Press.

Lorenzen, P. (1967). Moralische Argumentationen im Grundlagenstreit der Mathematik. En *Tradition und Kritik: Festschrift für R. Zocher*, Stuttgart, F. Fromman, pp. 219-227.

Luria, A. R. (1969). Speech development and the formation of mental processes. En Cole y Maltzmann Eds., pp. 121-162.

Łukasiewicz, J. (1913). Logical foundations of probability theory. En *Selected Works*, Ed. L. Borkowski. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co., 1970.

MacLane, S. y G. Birkhoff (1967). *Algebra*. Nueva York, Macmillan.

Martin, R. M. (1958). *Truth and Denotation*. Chicago, University of Chicago Press.

Martin, R. M. (1959). *Towards a Systematic Pragmatics*. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Maxwell, J. C. (1871). Remarks on the mathematical classification of physical quantities. *Proceedings of the London Mathematical Society* **3**: 224-233.

Mendelson, E. (1963). *Introduction to Mathematical Logic*. Princeton, NJ, D. Van Nostrand Co., Inc.

Meyerson, E. (1908). *Identité et réalité*. París, Féliz Alcan.

Mill, J. S. (1875). *A System of Logic*, 8.ª ed. Londres, Longmans, Green & Co., 1952.

Moisil, Gr. C. (1972). *Essais sur les logiques non chrysippiennes*. Bucarest, Éditions de l'Academie de la R. S. de Roumanie.

Montague, R. (1968). *Pragmatics*. En R. Klibansky, Ed., *Contemporary Philosophy* I: 102-122. Florencia, La Nuova Italia Editrice.

Montague, R. (1970). Pragmatics and intensional logic. *Synthese* **22**: 68-94.

Naess, A. (1956). Synonymity and empirical research. *Methodos* **8**: 3-22.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 255

Nagel, E. (1956). *Logic Without Metaphysics*. Glencoe, Ill, The Free Press.
Nagel, E., P. Suppes y A. Tarski, Eds. (1962). *Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Stanford, Stanford University Press.
Padoa, A. (1901). Essai d'une theorie algébraique des nombres entiers, précédé d'une introduction à une théorie déductive quelconque. *Bibliothèque du Congrès Internationale de Philosophie* **3**: 309-365.
Parkinson, J. H. R. (1968). *The Theory of Meaning*. Oxford, Oxford University Press.
Peano, G. (1921). Le definizioni in matematica. *Periodico di matematiche* **1**: 175-189.
Popper, K. R. (1959). The propensity interpretation of probability. *British Journal for the Philosophy of Science* **10**: 25-42.
Popper, K. R. (1963a). The demarcation between science and metaphysics. En Schilpp, Ed., pp. 183-226.
Popper, K. R. (1963b). *Conjectures and Refutations*. Nueva York, Basic Books. [*Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico*. Traducción al castellano de Néstor Míguez, Barcelona, Paidós, 2000.]
Popper, K. R. (1968). Epistemology without a knowing subject. En B. van Rootselaar y J. F. Staal, Eds., pp. 333-373.
Popper, K. R. (1970). A realist view of logic, physics, and history. En W. Yourgrau y A. D. Breck, Eds., pp. 1-37.
Popper, K. R. (1972). *Objective Knowledge*. Oxford, Clarendon Press. [*Conocimiento objetivo*. Traducción al castellano de Carlos Solís, Madrid, Tecnos, 1974].
Popper, K. R. (1974). Autobiography. En Schilpp, Ed.
Przelecki, M. (1969). *The Logic of Empirical Theories*. Londres, Routlege & Kegan Paul.
Putnam, H. (1962). What theories are not. En Nagel, Suppes y Tarski, Eds., pp. 240-251.
Quine, W. V. (1952). *From a Logical Point of View*. Cambridge, Mass, Harvard University Press. [*Desde un punto de vista lógico*. Traducción al castellano de Manuel Sacristán, Barcelona, Paidós, 2002.]
Quine, W. V, (1960). *Word and Object*. Cambridge, Mass, MIT Press. [*Palabra y objeto*. Traducción al castellano de Manuel Sacristán, Barcelona, Herder, 2001.]
Quine, W. V. (1964). Implicit definition sustained. *Journal of Philosophy* **60**: 71-74.
Quine, W. V. (1969). *Ontological Relativity and Other Essays*. Nueva York, Columbia University Press. [*La relatividad ontológica y otros ensayos*. Traducción al castellano de Manuel Garrido y Josep Blasco, Madrid, Tecnos, 1986.]
Quine, W. V. (1970a). Existence. En W. Yourgrau y A. D. Breck, Eds., pp, 89-98.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 256

Quine, W. V. (1970b). *Philosophy of Logic*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall. [*Filosofía de la lógica*. Traducción al castellano de Manuel Sacristán, Madrid, 1973.]

Qujne, W. V. y N. Goodman (1940). Elimination of extralogical postulates. *Journal of Symbolic Logic* **5**: 104-109.

Radner, M. y S. Winokur, Eds. (1970). *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* IV. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Ramsey, F. P. (1931). *The Foundations of Mathematics*. Londres, Routledge & Kegan Paul.

Rapoport, A. (1966). *Two-Person Game Theory*. Ann Arbour, University of Michigan Press.

Reichenbach, H. (1944). *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press.

Reichenbach, H. (1949). *The Theory of Probability*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press.

Rescher, N. (1973). *The Coherence Theory of Truth*. Oxford, Clarendon Press.

Robinson, A. (1965). Formalism 64. En Bar-Hillel, Ed., pp. 228-246.

Rootselaar, B. van y J. F. Staal, Eds. (1968). *Logic, Methodology, and Philosophy of Science* III. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Rosen, R. (1970). *Dynamical System Theory in Biology*. Nueva York, Wiley-Interscience.

Rosenfeld, L. (1961). Foundations of quantum theory and complementarity. *Nature* **190**: 384-388.

Rozeboom, W. (1962). The factual content of theoretical concepts. En H. Feigl y G. Maxwell, Eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* **111**: 273-357. Minneapolis, MN, University of Minnesota Press.

Russell, B. (1905). On denoting. *Mind N.S*. 14: 479-493.

Russell, B. (1919a). *Introduction to Mathematical Philosophy*. Londres, George Allen & Unwin. [*Introducción a la filosofía matemática*. Traducción al castellano de Mireia Bofill, Barcelona, Paidós, 1988.]

Russell, B. (1919b). On propositions: what they are and how they mean. En R. C. Marsh, Ed., *Logic and Knowledge*. Londres, George Allen & Unwin, 1956.

Salt, D. (1971). Physical axiomatics: Freudenthal vs. Bunge. *Foundations of Physics* **1**: 307-313.

Scheibe, E. (1973). The approximate explanation and the development of physics. En P. Suppes, L. Henkin, A. Joja y Gr. C. Moisil, Eds., *Logic, Methodology and Philosophy of Science IV*, pp. 931-942. Ámsterdam, North-Holland.

Schilpp, P. A., Ed. (1963). *The Philosophy of Rudolf Carnap*. La Salle, Ill, Open Court; Londres, Cambridge University Press.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 257

Schilpp, P. A., Ed. (1974). *The Philosophy of Karl R. Popper*. La Salle, Ill, Open Court; Londres, Cambridge University Press.
Schlick, M. (1932/33). Positivism and realism. En Ayer, Ed., 1959.
Scholz, H. (1941). *Metaphysik als strenge Wissenschaft.* Reimpreso por Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1965.
Scholz, H. (1969). *Mathesis Universalis*, 2.ª ed. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Scott, D. (1967). Existence and description in formal logic. En R. Schoenman, Ed., *Philosopher of the Century: Essays in Honour of Bertrand Russell*, pp. 181-200. Londres, Allen & Unwin.
Scott, D. y C. Strachey (1971). *Towards a mathematical semantics for computer languages*. Oxford, Oxford University Computer Lab.
Shoenfield, J. R. (1967). *Mathematical Logic*. Reading, Mass., Addison-Wesley.
Snead, J. (1971). *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht, Reidel.
Stenlund, S. (1973). *The Logic of Description and Existenc*e. Upsala, Philosophical Studies.
Strawson, P. F. (1950). On referring. *Mind N.S.* **59**: 320-344.
Strawson, P. F. (1964). Identifying reference and truth values. *Theoria* **30**: 96-118.
Strawson, P. F. (1971). *Logico-Linguistic Papers*. Londres, Methuen & Co. Ltd.
Suppes, P. (1957). *Introduction to Logic*. Princeton, NJ, D. Van Nostrand.
Suppes, P. (1959). Measurement, empirical meaningfulness, and three-valued logic. En C. West Churchman y P. Ratoosh, Eds., *Measurement: Definitions and Theories*. Nueva York, Wiley.
Suppes, P. (1961). A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences. En H. Freudenthal, Ed. *The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences*. Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.
Suppes, P. (1965). Logics appropriate to empirical theories. En Addison et al., Eds., pp. 364-375.
Suppes, P. (1967). *Set-theoretical Structures in Science*. Stanford University, Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences.
Suppes, P. (1969). *Studies in the Methodology and Foundations of Scienc*e. Dordrecht, D. Reidel. [*Estudios de filosofía y metodología de la ciencia*. Traducción al castellano de José Luis Rolleri, Madrid, Alianza, 1988.]
Svenonius, L. (1973). Translation and reduction. En Bunge, Ed. (1973a).
Tarski, A. (1934). Some methodological investigations on the definability of concepts. En Tarski (1956).
Tarski, A. (1936). Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen. En Tarski (1956).

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 258

Tarski, A. (1954). Contributions to the theory of models I, II. *Indagationes Matematicae* **17**: 572-588.
Tarski, A. (1955). Contributions to the theory of models III. *Indagationes Matematicae* **17**: 56-64.
Tarski, A. (1956). *Logic, Semantics, Metamathematics*. Oxford, Clarendon Press.
Tarski, A., A. Mostowski y R. M. Robinson (1953). *Undecidable Theories*. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.
Truesdell, C. y R. Toupin (1960). The classical field theories. En S. Flügge, Ed., *Handbuch der Physik* III/l. Berlín-Göttingen-Heidelberg, Springer-Verlag.
Tuomela R. (1913). *Theoretical Concepts*. Viena y Nueva York, Springer-Verlag.
Waissman, F. (1955). Verifiability. En A. Flew, Ed., *Logic and Language*. Oxford, Basil Blackwell.
Wang, H. (1951). Arithmetic translation of axiom systems. *Transactions of the American Mathematical Society* **71**: 83-293.
Wang, H. (1966). Process and existence in mathematics. En Bar-Hillel et al. Eds., pp. 328-351.
Weyl, H. (1919). *Raum-Zeit-Materie*, 3.ª ed, Berlín, J. Springer.
Wheeler, J. A. (1957). Assessment of Everett's «relative state» formulation of quantum theory. *Reviews of Modern Physics* **29**: 463-465.
White, H. J. y S. Tauber (1970). *Systems Analysis*. Philadelphia, Pa, W. B. Saunders.
Whitehead, A. N. (1898). *A Treatise on Universal Algebra* I. Cambridge, Cambridge University Press.
Whitehead, A. N. y B. Russell (1927). *Principia Mathematica I*. 2.ª ed. Cambridge, Cambridge University Press. [*Principia Mathematica*. Traducción al castellano de J. Manuel Domínguez Rodríguez, Madrid, Paraninfo, 1981.]
Williams, D. C. (1931). The realistic interpretation of scientific sentences. *Erkenntnis* **7**: 169-178, 375-382.
Williams, D. C. (1966). *Principles of Empirical Realism*. Springfield, Ill., Charles C Thomas.
Winograd, T. (1972). *Understanding Natural Language*. Nueva York, Academic Press.
Yourgrau, W. y A. D. Breck, Eds. (1970). *Physics, Logic and History*, Nueva York y Londres, Plenum Press.
Zinov'ev, A. A. (1973). *Foundations of the Logical Theory of Scientific Knowledge* (Complex Logic). Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 259

Índice de nombres

Ajdukiewicz, Kazimierz, 117, 206
Alston, William P., 105
Aristóteles, 139, 163, 168
Attfield, R., 88
Austin, John Langshaw, 206

Bar–Hillel, Yehoshua, 88, 174
Barcan–Marcus, Ruth, 143
Bell, J. L., 125, 189
Bernays, Paul, 36, 175, 196, 200
Beth, Evert W., 34
Birkhoff, Garrett, 143
Black, Max, 52
Bohr, Niels, 53, 229
Bolzano, Bernard, 71, 106, 117, 142, 166
Boole, George, 31
Bourbaki, Nicholas, 177, 214
Brentano, Franz, 71
Bunge, Mario, 29, 41, 44, 47, 49, 50, 53, 57, 60, 62, 75, 76, 107, 110, 127, 138, 153, 155, 159, 167, 220, 223, 224, 231
Buridan, Jean, 71, 117, 243
Burton, W, K., 100

Campbell, Donald T., 226
Carathéodory, Constantin, 99
Carnap, Rudolf, 31, 34, 56, 71, 100, 103-105, 117, 127, 137, 226, 241, 243
Castonguay, Charles, 17, 194, 212
Chang, C. C., 125, 213
Church, Alonzo, 117

Davidson, Donald, 56
DeWitt, B. S., 39
Dingler, Hugo, 71
Dirac, Paul A. M., 64, 81
Dummett, Michael, 71
Durrant, M., 88

Eberle, Rolf A., 197
Einstein, Albert, 38
Enriques, Federigo, 219
Everett III, H., 39, 53

Feigl, Herbert, 100
Feller, William, 159
Ferrater–Mora, José, 242
Feyerabend, Paul K., 93
Fine, Arthur, 145
Fodor, J. A., 88
Fréchet, Maurice, 60
Frege, Gottlob, 56, 71, 80, 106, 115-118, 160, 189, 205, 207, 231

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 260

Freudenthal, Hans, 38, 223

Gentilhomme, Yves, 194
Giles, Robin, 99
Goguen, Joseph, 194
Gonseth, Ferdinand, 179
Goodman, Nelson, 219, 231
Goodstein, R. L., 219, 223
Grossberg, Stephen, 52

Hanson, Norwood Russell, 93
Harrison, Michael E., 40
Hartmann, Nicolai, 226
Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, 142, 155
Heisenberg, Werner, 52, 64, 229
Helmholtz, Hermann Ludwig von, 226
Hempel, Carl G., 101
Hesse, Mary, 52
Hermes, Hans, 137
Hilbert, David, 36, 109-110, 116, 196
Hintikka, Jaakko, 127, 165, 197
Hooker, Clifford A., 239
Husserl, Edmund, 117

Jost, R., 38

Kalish, Donald, 197
Kalmár, László, 219
Katz, J. J., 88
Keisler, H. J., 125, 213
Kemeny, John G., 31, 36, 65, 117
Kleiner, Scott A., 17, 93
Kolmogoroff, Aleksander N., 26, 159
Körner, Stephan, 192, 194
Kuhn, Thomas, 93

Landau, Lev, 225
Leibniz, Gottfried Wilhelm, 71, 117, 127, 157, 181, 218
Lenin, Vladimir Ilich, 230
Lewis, Clarence Irving, 71, 75, 231
Lifshitz, E. M., 225
Lorenzen, P., 212
Lotze, Rudolf Hermann, 106
Lukasiewicz, Jan, 141
Luria, A. R., 73

Mac Lane, Saunders, 177
Mach, Ernst, 219, 226, 242
Martin, Richard, 234
Maxwell, James Clerk, 46, 53, 64, 96, 126
Meinong, Alexius, 106
Mendelson, E., 56, 175
Meyerson, Emile, 233
Mill, John Stuart, 72
Moisil, Grigore C., 141, 194
Montague, Richard, 197, 234
Morris, Charles, 234

Naess, Arne, 106
Nagel, Ernest, 180

Ockham, Guillermo de, 71

Padoa, Alessandro, 221, 222
Parménides, 142
Peano, Giuseppe, 116, 220
Peirce, Charles Sanders, 71, 234
Piaget, Jean, 226, 238
Platón, 71, 115-118
Popper, Karl R., 59, 127, 141, 188, 215, 234
Port–Royal, escuela de, 71
Pota, Kanenas T., 8, 244
Przelecki, Marian, 34
Putnam, Hilary, 101

Quine, Willard Van Orman, 88, 117, 127

Radner, M., 93
Ramsey, Frank Plumpton, 114
Rapoport, Anatol, 60
Reichenbach, Hans, 141, 156, 158
Rescher, Nicholas, 131

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 261

Robinson, Abraham, 125, 213
Rosen, Robert, 49
Rosenfeld, Leo, 66
Rozeboom, William W., 104
Russell, Bertrand, 71, 90, 115, 117, 196, 208, 243

Salt, David, 17, 223
Scheibe, Erhard, 170
Schlick, Moritz, 103
Scholz, Heinrich, 127, 179, 239
Scott, Dana, 158, 197
Shoenfield, Joseph R., 56
Slomson, A. B., 125, 189
Sócrates, 69, 243
Spencer, Herbert, 233
Strachey, C., 158
Strawson, Peter P., 105, 207
Suppes, Patrick, 34, 38, 56, 60, 110, 111, 223
Svenonius, Lars, 91

Tarski, Alfred, 33, 105, 117, 125, 128, 137-138, 221, 226, 243
Tauber, S., 49
Toulmin, Stephen, 93
Toupin, Richard, 64
Truesdell, Clifford, 64

Viena, Círculo de, 56, 71, 103, 242

Waissman, Friedrick, 93
Weyl, Hermann, 109, 110
Wheeler, John Archibald, 53
White, H. J., 49
Whitehead, Alfred North, 31
Williams, Donald, 72
Winograd, T., 107
Winokur, S., 93
Wittgenstein, Ludwig, 56, 71, 103-105, 214, 219

Zinov'ev, A. A., 167

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 262

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 263

Índice de materias

a priori, 227-228
abstracción, grado de, 30
analiticidad, 156, 216-220
analogía, 52-53, 229
antonimia, 87-88
aplicabilidad, condición de, 139
axioma semántico, 40-42. *Véase también* el Volumen 1, p. 195
axiomática, 36

biología, 65, 226

coextensividad, 182-183
coherencia, doctrina de la verdad como, 120-121, 125, 127, 131. *Véase también* verdad formal
comprensión, 106-108
comprobabilidad, 103-104
comprobación empírica, 53, 55-56
confirmación, 132-133, 154, 164
connotación, 72. *Véase también* sentido y el Volumen I, Capítulo 5
conocimiento, 227-233
consecuencia, 126
constructo, 14, 73
  fáctico, 42, 58
  interpretación de, 24
  teórico, 85
convención, 122
convencionalismo, 98-99
correspondencia, doctrina de la verdad como, 120-122
covarianza, 108-111
creencia, 165-167

datos, 130-131
definición, 220-223
denotación, 72. *Véase también* referencia y el Volumen I, Capítulo 2
descripción definida, 196-209
  análisis elemental de la, 198-201
  análisis matemático de la, 201-205
  incompleta, 202
  propiamente dicha, 202
  significado de la, 205-207
designación, 24. *Véase también* el Volumen I, Capítulo 1
  regular, 88-89
determinación de la significancia, 83-84
dilucidación, 58-59
dominio de validez, 188

empirismo, 99-103

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 264

enunciado, 128, 141-142. *Véase también* proposición
especies de, 216-217
enunciados, confrontación entre, 129-131, 135-136
equivalencia alética, 153
extensional, 181
lógica, 87
semántica, 153
error experimental, 57, 136
exactificación, 58-60
existencia, 196-198, 240-242
conceptual, 241
neutral, 241
física, 240
explicación parcial, 171
extensión, 173-188
estricta, 175-176
laxa, 193
extensional
álgebra, 184-186
función, 176
extensionalismo, 75, 213-214

fáctico, dominio, 43-46
ficcionalismo, 106
formalismo matemático, 37, 44, 51, 66
semántico, 38, 99

gnoseología, 226-237

hecho, 161
hipótesis Whorf–Salir, 237-238

idealismo, 114-115, 117
inclusión extensional, 182
indeterminación estructural, 195
inferencia científica, 154-155
información, teoría de la, 54. *Véase también* el Volumen I, pp. 178-182
intensión, 186-188. *Véase también* el Volumen I, Capítulo 4
interpretación, 23-68
adventicia, 52, 62
epistémico, 23
estándar, 26
extensional, 31
fáctica, 43-60
grado de, 30-31, 47
intensional, 31
literal, 52
matemática, 26-37
metafórica, 52
no estándar, 26
parcial, 30, 48-50
pragmática, 61-64
semántica, 61
semiótica, 23-24
interpretación por sustitución, 143
interpretativa/o
función, 28, 43-46
mapa, 43-46
proceso, 64-66
invariancia, 108
inversa, ley de la, 186-188
isomorfismo, 128

lenguaje, interpretado, 24. *Véase también* el Volumen I, pp. 31-36
neutralidad metafísica del, 237-238
no interpretado, 26. *Véase también* teoría abstracta
Lindenbaum, álgebra de predicados de, 186
lógica, 24-25, 113, 142-143, 155, 174, 216-225, 228
doxástica, 165-167
epistémico, 165-167
multivaluada, 141
neutralidad metafísica de la, 238-242

magnitud, 136
matemática, 26-37, 211-215, 218
materialismo, 230
ingenuo, 117-118
metafísica, 41, 180, 237-243

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 265

modelo/s, 29-30, 126-127, 188-189
completo, 31
conjunto de, 126-127
extensional, 31-37
fáctico, 45-46
intencional, 31-37
matemático, 44
parcial, 30, 46-48
teoría de, 33-37, 121-122, 122-128, 188-189

nominalismo, 177. *Véase también* el Volumen I, pp. 44-47, 54-57

objetividad, 111, 231-232
metodológica, 214-215
semántica, 214-215
operacionismo, 53, 100
orden parcial, teoría del, 30
ordenador, 107-108

paradoja del mentiroso, 208
platonismo, 114-119, 177
posibilidad, 168-169
posibles, mundos, 127, 179-180
pragmática, 234-237
pragmatismo, 105-106, 235-236
predicado, 160-161, 175. *Véase también* el Volumen I, pp. 142-153
presuposición, 223-225
de la teoría de la demostración, 223-224
metodológica, 225
respecto del significado, 233-224
primitivo, 29
probabilidad, 58-60, 141-142, 159-162
proposición, 58-60, 88-89, 166-167
proposicional, actitud, 166-167
pruebas, 57
psicología, 166, 226

realismo, 100-101, 233
crítico, 229-230, 232
ingenuo, 232
referencia, 13-15, 40-43, 73-77, 120, 174-175
adecuada, 180
indirecta, 79, 81-83
refutación, 132, 155
representación, 96-97, 229-230. *Véase también* el Volumen I, Capítulo 3
retículo, 27-28

satisfacción, 125
semántica, 13-15, 37
semimodelo, 31
sentido, 13-15, 40-43, 73-77, 120, 211-212. *Véase también* el Volumen I, Capítulo 5
indirecto, 79, 81-83
mínimo, 27, 29
signo, 23-26
significado/s, 14, 56, 67-68, 69-112, 118, 130-131, 163-165
análisis del, 69
cambio de, 91-94
complemento de, 76-77
concepciones acerca del, 70-72
empírico, 94-103
espacio de, 76
fáctico, 94-103
función de, 75
inexacto, 192
invariancia de, 88-91
núcleo del, 190-191
nulo, 77
objetivo, 106-111
postulado de, 102
pragmático, 105-106
predicado de, 95
producto de, 76
suma de, 76-77
supuesto de, 98-103. *Véase también* el Volumen I, pp. 142-153
significancia, 78-85
análisis de la, 83
determinación de la, 83-84
función de, 78

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 266

semejanza de, 88
sincategoremático, signo, 80
sinonimia, 86-88
parcial, 88
pragmática, 106
sintética, proposición, 216
sistema semántico, 56
sujeto cognoscente, 234-237

tautología, 75-76, 219-220
teoría, abstracta, 25-29
científica, 37-39, 64, 67
concreta, 27-28. *Véase también* teoría específica
de un modelo, 30, 43
específica, 27
fáctica, 48-50
fundamental, 47
genérica, 48-50
teoría de circuitos de conmutación, 40-41
teoría de conjuntos, 174, 213-214
teoría de la morfogénesis de Rashevsky–Turing, 49-50
teoría de la verdad de Tarski, 137-138, 223. *Véase también* teoría de modelos
teoría sintética del significado, 70, 112
textura abierta, 93
tiempo, 167-169
topologías del espacio de enunciados, 146-149
traducción, 88-91
global, 90-91
punto a punto, 91
transformación de coordenadas, 108-111
trasfondo, 224. *Véase también* presuposición

unicidad, 196-205
uso de términos, 105

vaguedad, 190-195
de extensión, 192-194
de significado, 191
verdad, 55-57, 109, 113-171, 181
clases de, 114-122
concepciones acerca de la, 114-119
concepto pragmático de, 157-158
condición de, 56, 136-140
de hecho, 128-132
de razón, 122-128
formal, 113, 213
grados de, 140-171
lagunas del valor de, 158-159
parcial, 132
portadores de la, 114-119
valor de, 104-105, 119-120, 132-136, 149-155

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 267

El compañero de este volumen es el Volumen I del

Tratado de filosofía

SENTIDO Y REFERENCIA

ÍNDICE

Prefacio
Introducción
1 Designación
2 Referencia
3 Representación
4 Intensión
5 Quid y contenido
Bibliografía
Índice de nombres
Índice de materias

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 268

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 269

TRATADO DE FILOSOFÍA

MARIO BUNGE

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 270

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 271

TRAT DE FILOSOFIA. SEMANTICA II (5G)8 26/2/09 14:17 Página 272