

(las llamaremos "referencias") que desempeñan la función frecuentemente atribuida a las "definiciones" operativas.

## CAPÍTULO 3

### DILUCIDACIÓN

- 3.1. Vaguedad y Casos Límitrofes
- 3.2. Precisión
- 3.3. Definición
- 3.4. Problemas de la Definición
- 3.5. Interpretación
- 3.6. Procedimientos Interpretativos
- 3.7. La "Validez" de los conceptos

Hay tres dolencias que afectan, y quizás afecten siempre, a nuestro equipo conceptual: falta de conceptos ricos, abundancia de conceptos pobres y vaguedad de todos los conceptos, excepto los formales. Los filósofos no pueden hacer gran cosa para enriquecer el acervo de conceptos científicos y para eliminar los que no son adecuados: el desarrollo y la selección de la población de conceptos es parte de la evolución de la ciencia. Por otro lado, el análisis filosófico puede ser eficaz en su examen crítico de los conceptos científicos. Esta crítica puede ser destructora, como ocurre al condenar el uso de conceptos no-observacionales en nombre de filosofías precientíficas; o bien puede ser constructiva, como ocurre cuando se critica la vaguedad conceptual y se intenta disminuirla, es decir, hacer los conceptos más definidos. O sea: aunque los filósofos no suelen dar a luz conceptos científicos, pueden ayudar a criarlos. Esta ayuda es sobre todo valiosa porque en el campo científico persisten y dominan ciertas ideas anacrónicas por lo que hace al modo como debe darse significación a los términos científicos. Una de tales ideas insostenibles, pero aún populares entre los científicos, dice que todos los conceptos científicos deben definirse desde el primer momento (prejuicio aristotélico), y, además, por referencia a operaciones que, de ser posible, deben tener un carácter empírico (prejuicio operativista). Veremos que las significaciones se especifican y afinan de muchos modos diversos, y que las definiciones operativas son lógicamente imposibles, aunque hay ciertas correspondencias de signo a objeto

### 3.1. Vaguedad y Casos Límitrofes

'Campo', 'pila' y 'libertad' son términos *ambiguos* porque cada uno de ellos designa varios conceptos. La ambigüedad es una tenaz característica de los signos; hasta los signos matemáticos pueden ser ambiguos en cuanto que se sacan de su contexto. La ambigüedad es ambivalente: por un lado, nos permite economizar signos y, con ello, mantener dentro de proporciones modestas nuestros diversos vocabularios técnicos; pero, por otro lado, crea confusión. Afortunadamente, puede siempre eliminarse, parcial o totalmente, con el añadido de más signos. Así, por ejemplo, 'campo eléctrico', 'pila atómica' y 'libertad política' son menos ambiguos que los nombres iniciales, y las cartas pueden ser menos ambiguas que los telegramas que las preceden. Por otro lado, la vaguedad o confusión no tiene ningún aspecto positivo, y es una enfermedad conceptual más que terminológica: por eso también es de cura más difícil. "Pequeño", "calvo" y "caliente" son conceptos vagos porque ya sus intensiones son confusas, y, consiguientemente, sus extensiones están indeterminadas mientras no se establezcan estipulaciones (criterios convencionales) para determinar su dominio de aplicabilidad.

Como todo concepto tiene una intensión y una extensión (cfr. Secc 2.3), la vaguedad puede ser intensional o extensional. La *vaguedad intensional* consiste en una indeterminación parcial de la intensión. "Organismo" y "máquina" adolecen ambos de vaguedad intensional: las propiedades que connotan no están determinadas exhaustivamente, lo cual, dicho sea de paso, es una de las principales fuentes de confusión en las actuales discusiones acerca del alcance de la cibernética. Para comprimir el halo de vaguedad que rodea a esos dos conceptos necesitamos más progresos en la teoría de los organismos y en la teoría de las máquinas, así como análisis filosóficos más amplios y detallados: en todo caso, es difícil que un decreto lingüístico satisfaga a todas las partes contendientes. La *vaguedad extensional* consiste en una indeterminación parcial de la extensión de un concepto. Como veremos, este defecto puede subsanarse más fácilmente que la vaguedad intensional, lo que explica la habitual preferencia por planteamientos extensionales. Pero como la tarea de la ciencia no se termina nunca, podemos esperar con confianza que siempre habrá algo de vaguedad, intensional o extensional, grande o pequeña, confundiendo los conceptos más interesantes —el de vaguedad entre ellos. Efectivamente, es muy posible que no se conozca ningún género natural (especie, clase) en forma de clase total y tajantemente determinada, y no siempre está

claro si tal vaguedad o indeterminación es un rasgo de la limitación humana o un rasgo objetivo.

El concepto de *vaguedad intensional* puede analizarse por medio del conjunto  $I(C)$  de propiedades, conocidas y desconocidas, connotado por  $C$ , y el subconjunto  $K(C) \subset I(C)$ , de las propiedades conocidas, incluido en la intensión de  $C$ . Definiremos la *vaguedad intensional*  $V_i(C)$  de un concepto  $C$  como la diferencia entre  $I(C)$  y  $K(C)$ , o sea, como el conjunto de las propiedades que pertenecen a  $I$  pero no a  $K$ :

$$V_i(C) = {}_a I(C) - K(C) \quad [3.1]$$

Y como sólo  $K(C)$  está bien determinado, el concepto de *vaguedad intensional* es él mismo vago. Y si utilizamos la *intensión nuclear*  $I_n(C)$  (cfr. Secc. 2.3) en vez de la intensión conocida  $K(C)$ , admitimos incluso una zona más amplia de vaguedad, puesto que  $I_n(C) \subset K(C)$ . Como es natural es un desiderátum de la investigación científica el estrechar la diferencia entre  $I(C)$  y  $K(C)$ , o sea, el reducir el halo de  $K(C)$ . (Cfr. fig. 3.1.)

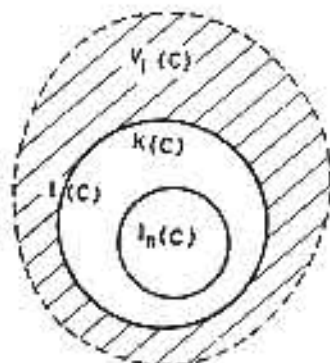


FIG. 3.1. Vaguedad intensional: la zona rayada (cuyo límite externo es impreciso). Los círculos representan conjuntos de propiedades, no de individuos.

El concepto de *vaguedad extensional*, en cambio, puede determinarse completamente. Una comprobación de confianza de la determinación extensional de un concepto es su rendimiento en la dicotomía: si un concepto  $C$  nos permite llevar a cabo sin ambigüedad y exhaustivamente una división de todo conjunto en el subconjunto  $E(C)$  de todos los miembros que tienen la propiedad  $C(x)$  y el subconjunto complementario,  $E(\bar{C})$ , de todos los elementos que no satisfacen la función  $C(x)$ , entonces la extensión o denotación de  $C$  está enteramente determinada. Y si, en cambio, hay cierto número de casos limítrofes que puedan agruparse igual en  $E(C)$  que en  $E(\bar{C})$ —como ocurre, por ejemplo, en una clasificación por la calvicie para hombres que estén en proceso de llegar a calvos—, entonces la extensión  $E(C)$  de  $C$  está parcialmente indeterminada, y la proporción de casos limítrofes medirá su *vaguedad extensional*.

\* Esa sugerencia puede precisarse más. Para conceptos determinados, o

sea, no vagos, el solapamiento entre  $E(C)$  y su complemento  $E(\bar{C})$  es vacío, o sea  $E(C) \cap E(\bar{C}) = \emptyset$ ; consiguientemente, la dimensión o medida de esa parte común es cero:  $M\{E(C) \cap E(\bar{C})\} = 0$ . Tales son los conceptos tajantemente determinados que maneja la teoría de conjuntos. Pero para conceptos vagos la medida  $M\{E(C) \cap E(\bar{C})\}$  del solapamiento de  $E(C)$  y  $E(\bar{C})$  será un número no negativo,  $n$ , y la razón de  $n$  a la medida  $N$  del universo  $U = (C) \cup (\bar{C})$  medirá la *vaguedad* de  $C$ . O sea: podemos definir la *vaguedad extensional*  $V_e(C)$  de un concepto  $C$  como:

$$V_e(C) = {}_a \frac{n}{N} \quad [3.2]$$

Análogamente, el concepto de *determinación extensional* puede definirse así:

$$D_e(C) = 1 - V_e(C) \quad [3.3]$$

Como  $M(C \cap \bar{C}) = M(\bar{C} \cap C) = M(C \cap \bar{C})$ , concluimos que  $V_e(\bar{C}) = V_e(C)$ , y análogamente para la *determinación extensional*. O sea, la *vaguedad* (o la *determinación*) extensional es de la misma medida para cada miembro de un par de conceptos opuestos.\*

Si la extensión de un concepto es un conjunto finito, su *vaguedad extensional* será simplemente el porcentaje de casos limítrofes, de modo que el cómputo, cuando pueda hacerse, o el examen de muestras al azar facilitarán estimaciones de esa fracción  $n/N$  que es la razón de los casos poco claros ( $n$ ) al número total de casos ( $N$ ). Por ejemplo, si se califica a los estudiantes de 0 a 10, con 5 como punto divisorio entre los aceptables y los inaceptables, la zona de *vaguedad* será más o menos el intervalo  $[4,6]$ . Como la medida de este conjunto es 2, la *vaguedad* de los conceptos "examen aceptable" y "examen inaceptable" respecto del procedimiento de calificación indicado es  $2/10 = 1/5$ . En otros casos la zona de *vaguedad* puede estar ella misma vagamente limitada; y así será más o menos indeterminada la fracción de casos limítrofes. En esos casos puede tenerse en cuenta el límite superior o contorno externo de la zona de *vaguedad*, con objeto de tener un límite superior del grado de *vaguedad*.

La *vaguedad total* de un concepto puede introducirse del modo siguiente:

$$V(C) = \langle V_i(C), V_e(C) \rangle \quad [3.4]$$

Esto nos va a permitir definir el concepto de *significación imprecisa*. Si un concepto  $C$  es confuso, también lo será el término  $t$  que lo designe, aunque el término mismo sea un signo nada ambiguo, esto es, aunque  $t$  designe precisa y exclusivamente a  $C$ . Como un concepto puede ser vago intensional y/o extensionalmente, el término correspondiente será indeterminado en la misma medida. Y una indeterminación de la intensión o la extensión de un concepto—de acuerdo con nuestra definición de 'significación'.

[2.23] de la Secc. 2.3— se reflejará en una imprecisión del término correspondiente. En consonancia con muestras anteriores fórmulas podremos pues, definir la *indeterminación de significación* del modo siguiente:

Si  $s$  designa a  $C$ , entonces:

$$\text{Indeterminación de Significación (s)} = V(C) = \langle V_1(C), V_2(C) \rangle \quad [3.5]$$

Examinemos ahora el alcance metodológico del concepto de vaguedad.

¿Qué relación hay entre vaguedad intensional y vaguedad extensional? La vaguedad intensional es una condición necesaria, pero no suficiente, de la vaguedad extensional: si un concepto es extensionalmente vago, entonces lo es también intensionalmente, pero la afirmación inversa no es necesariamente verdadera. Efectivamente, la vaguedad intensional es compatible con una extensión aceptablemente determinada. Así, por ejemplo, "catalizador", "cáncer" y hasta "talento" son intensionalmente bastante vagos todavía, pero puede conseguirse que su extensión sea bastante determinada con la ayuda de criterios prácticos (reglas de decisión) que nos permitan decidir si un objeto dado cae o no cae en la extensión de cada uno de esos conceptos. Tales criterios prácticos consisten en considerar unas pocas notas inequívocas (cfr. Secc. 2.3) como *suficientes* para incluir algo en una clase; esto y no más es lo que se hace, por ejemplo, cuando se considera la capacidad de razonar como prueba de naturaleza humana de un ser. Aunque tales notas inequívocas permiten una identificación efectivamente inequívoca, una clasificación segura, ellas mismas pueden no ser de gran importancia y, consiguientemente, si se toman solas, pueden dar de sí caracterizaciones superficiales. Por ejemplo, la mera presencia de una articulación dental suele utilizarse como criterio práctico para identificar un fósil como mamífero, aunque aún no se sabe por qué ese carácter osteológico debe ponerse en relación con el carácter de vivíparo y otras propiedades esenciales de los mamíferos. Análogamente, las pruebas de acidez y de inteligencia, al descubrir la presencia de ciertas condiciones suficientes, nos ayudan a determinar la extensión, aunque no la intensión, de los conceptos correspondientes.

La vaguedad extensional puede reducirse también llevando a cabo divisiones cada vez más finas. Así, la introducción de la categoría de transición "examen mediocre" entre los aceptables y los inaceptables reduce la vaguedad extensional de estos últimos conceptos, pero no la vaguedad total del concepto de calidad de examen. En la práctica, si calificamos los exámenes de un conjunto de estudiantes con una escala de 0 a 10, podemos asignar a los exámenes inaceptables el intervalo [0, 4], a los mediocres el intervalo [4, 6], y a los aceptables el intervalo [6, 10]. Pero ahora en vez de un solo intervalo central de vaguedad tendremos dos zonas más estrechas de vaguedad: habrá una penumbra de 1/10, por ejemplo, entre "inaceptables" y "mediocres", y otra zona análoga entre la categoría de transición y

"aceptables". (Cfr. fig. 3.2.) Otra división más fina disminuirá ulteriormente la vaguedad de las categorías específicas —A, B, C, D, F, pongamos por caso— pero sin cambiar la vaguedad del conjunto, que en este caso es el concepto genérico de calidad del examen. En general, podemos decir: divisiones más finas disminuyen la vaguedad extensional de las categorías

FIG. 3.2. La división más fina redistribuye la vaguedad.



específicas subsumidas bajo la categoría principal, pero sin disminuir necesariamente la vaguedad de esta última. Y hay que tener en cuenta que no podemos sustituir simplemente la categoría principal por la unión de todas las categorías más finas subsumidas bajo ella: necesitamos a la vez el concepto original (el universo del discurso) y los componentes que se descubren al analizarlo.

A veces la vaguedad conceptual refleja una nebulosidad o indeterminación objetiva, no en el sentido de que los hechos sean confusos, pero sí en el de que entre los géneros naturales hay a menudo *formas de transición*. Estas formas de transición impiden una demarcación tajante, dan lugar a vaguedad conceptual y pueden arruinar incluso clasificaciones. Hay dos ejemplos característicos de esto, que nunca han dejado de suscitar dificultades: los elementos de transición en química y las especies biológicas intermedias.

Al disponer los elementos químicos según el número de electrones de la última capa, como suele hacerse, se presentan dificultades cuando esa capa ha empezado a formarse antes de que estuviera completa alguna capa interna, cosa que no es nada rara, puesto que el clasificador no ha tomado en consideración las capas internas. Así, por ejemplo, el hierro, el cobalto y el níquel tienen cada uno dos electrones en su capa externa; por tanto, según una vieja opinión, tendrían que colocarse en una misma columna (grupo VIII) de la tabla periódica; pero esto arruinaría la ordenación respecto del número atómico. En este caso tiene éxito el expediente, ya indicado, de llevar a cabo una división más fina: el grupo VIII se subdivide en tres subgrupos.

Las especies biológicas de transición plantean un problema aún más difícil. En primer lugar, porque la gradación es menos discontinua que la de los elementos químicos. En segundo lugar, porque la vaguedad de los conceptos afectados es mucho mayor que en el caso de la química, que conoce al menos suficientemente algunas propiedades esenciales o troncales, como el número atómico y la distribución de los electrones en capas. Considérese, por ejemplo, el problema de la clasificación de los therápsidas (*Cynodontia* y *Bauriamorpha*). Se trata de un grupo de transición, hoy

extinguido, situado entre los reptiles y los mamíferos. Si se toman como definitivos (como notas inequívocas) algunos caracteres puramente espue-  
léticos, *Therapsida* se clasificará en *Reptilia*. Pero si se eligen como notas inequívocas ciertos caracteres fisiológicos razonablemente inferidos por los especialistas, se podrá situar a *Therapsida* en *Mammalia*. Se han propuesto las dos soluciones, y no se ha llegado a un acuerdo. Por lo demás, ni en este punto ni en ningún otro problema taxonómico puede alcanzarse un acuerdo a menos de tener previamente formulados y aceptados los criterios de clasificación. Siempre son, en efecto, posibles diversas clasificaciones, y todas lógicamente correctas, basadas en criterios diversos. Discutir las posibles consecuencias —por ejemplo, la complicación— que puede tener la colocación de una forma de transición en tal o cual clase, sin haber coincidido antes acerca del *fundamentum divisionis*, es una pura pérdida de tiempo.

\*Planteemos de un modo general el problema de la clasificación de las formas de transición. Sean  $C_1$  y  $C_2$  dos conceptos de clase, por ejemplo los de reptil y mamífero, y sea  $C_{12}$  un tercer concepto, que refiere a un grupo como *Therapsida*, situado en algún lugar entre  $C_1$  y  $C_2$ . Conveniremos en que  $C_{12}$  es un grupo de transición si y sólo si su intersección con las partes comunes de  $C_1$  y  $C_2$  no es vacía (o sea, si  $C_{12} \cap (C_1 \cap C_2) \neq \emptyset$ ). Supongamos además que cada uno de los tres conceptos está claramente definido por sus notas inequívocas (cfr. Secc. 2.3), del modo siguiente:

$$\begin{aligned} C_1x &=_{dt} R_{1x} \& R_{2x} \& \dots \& R_{rx} \\ C_{12}x &=_{dt} T_{1x} \& T_{2x} \& \dots \& T_{rx} \\ C_2x &=_{dt} M_{1x} \& M_{2x} \& \dots \& M_{nx} \end{aligned}$$

(Los números de notas inequívocas pueden ser o no ser los mismos; especies intimamente relacionadas pueden presentar una homología bastante completa entre diferentes caracteres, pero categorías taxonómicas más altas, como las clases, no serán, en general, homólogas, y, consecuentemente, diferirán también en el número de sus notas inequívocas. Además, el número de notas inequívocas no depende sólo del objeto de estudio, sino también de nuestro conocimiento; así, por ejemplo, sin duda conocemos mejor a las moscas drosófilas que a los hombres, y a unas y otros mejor que a los therápsidas.) Los datos de nuestro problema son de este tenor: la forma de transición  $C_{12}$  tiene tales y cuales caracteres en común con  $C_1$  y tales y cuales otros en común con  $C_2$ . En resolución: se nos dan las intersecciones de las intensiones de los tres conceptos afectados, y el problema es: ¿Dónde colocaremos a  $C_{12}$ ?

Una solución para ese problema requiere un examen detallado de las relaciones entre las intensiones de los tres conceptos. Puesto que hemos definido "intensión" como un conjunto (de propiedades), podemos facilitar la discusión dibujando diagramas de Euler-Venn en los cuales los círculos

dibujarán haces de propiedades, no conjuntos de individuos. Los casos que satisfacen nuestra definición de "grupo de transición" se ilustran en la fig. 3.3; son:

(i) La intensión nuclear de  $C_{12}$  es una parte propiamente dicha de la intensión nuclear de  $C_1$ ;  $C_1$  tiene todas las notas inequívocas de  $C_{12}$  y, además, algunas propias suyas (o sea:  $r > t$ ).

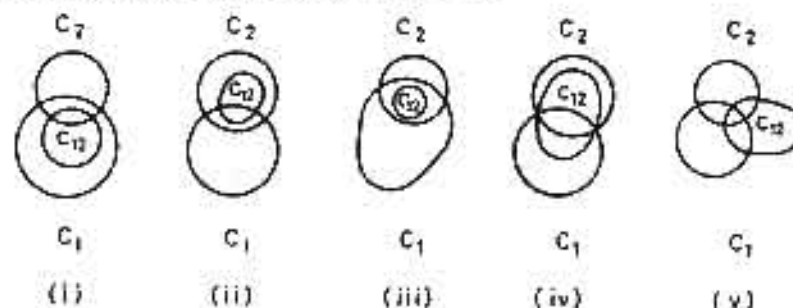


FIG. 3.3. Las relaciones posibles (en intensión) entre el grupo de transición  $C_{12}$ , su antepasado inmediato y su descendiente inmediato.

(ii) La intensión nuclear de  $C_{12}$  es una parte propia de la intensión nuclear de  $C_2$ ;  $C_2$  tiene, además de las notas inequívocas de  $C_{12}$ , otras propias suyas ( $m > t$ ).

(iii) La intensión nuclear de  $C_{12}$  está incluida en la intersección de las intensiones nucleares de  $C_1$  y  $C_2$  (o sea:  $C_{12} \subset C_1 \cap C_2$ , y  $t < r$ ,  $t < m$ ).

(iv) La intensión nuclear de  $C_{12}$  contiene la intersección de las intensiones nucleares de  $C_1$  y  $C_2$  (o sea:  $C_1 \cap C_2 \subset C_{12}$ ).

(v) La intensión nuclear de  $C_{12}$  se solapa parcialmente con la intersección de las intensiones nucleares de  $C_1$  y  $C_2$ , pero sin que se cumpla ninguna de las condiciones anteriores.

Hasta el momento no se ha puesto en claro cuál de las anteriores posibilidades lógicas es la realizada en la naturaleza; consiguientemente, no puede imponerse decisión alguna respecto de los lugares respectivos de *Reptilia*, *Therapsida* y *Mammalia*. Ninguna decisión fundada puede tomarse sino después de haber establecido, provisionalmente al menos, las indicadas relaciones de clases. Cuando puedan establecerse, la decisión se tomará de acuerdo con las siguientes reglas:

(i) Si la realizada es la posibilidad (i), *Therapsida* se incluirá en *Reptilia*.

(ii) Si la realizada es la posibilidad (ii), *Therapsida* se incluirá en *Mammalia*.

(iii) Si se realiza alguna de las otras posibilidades (iii)-(v), *Therapsida* se considerará como un grupo separado.

Incluso cuando puede hacerse una distinción tajante, ésta puede no ser

definitiva, porque el criterio de clasificación puede no ser completamente adecuado; además, puede perfectamente haber más de un criterio o *fundamentum divisionis*, como ocurre frecuentemente cuando se trata de rangos de una jerarquía. Así, por ejemplo, puede ser deseable el completar las consideraciones morfológicas con otras independientes de ellas, solas todo teniendo en cuenta que, como sabemos, la morfología sola es insuficiente y lleva a error. Entre esas consideraciones suplementarias habrá que aducir la semejanza de varias líneas evolutivas correspondientes a las diversas agrupaciones posibles. (Así, si los therápsidas se clasifican con los reptiles, habrá que inferir que los mamíferos se han desarrollado a partir de ellos y en líneas paralelas, que serán de cuatro a nueve: origen polifilético. En cambio, si los therápsidas se incluyen entre los mamíferos, habrá que inferir un origen monofilético de éstos. Ahora bien: parece improbable la hipótesis de que la nebulosa zona limitrofe entre los reptiles y los mamíferos fue atravesada independientemente por 4-9 líneas diferentes de reptiles parecidos a los mamíferos: puesto que la probabilidad de tal complejo de acontecimientos es igual al producto de las diversas posibilidades de transición —cada una de las cuales es menor que la unidad—, puede hablarse de una probabilidad muy baja. Esta observación teórica, que no es ni mucho menos concluyente, habla en favor de la solución de incluir *Therapsida* en *Mammalia* o de concebirlos como una clase por sí mismos. Filosóficamente es irrelevante la cuestión de si esta argumentación tiene o no tiene peso: la hemos expuesto sólo para ilustrar el tipo de consideraciones que pueden servir para resolver los problemas planteados por las formas de transición. Como dijimos en la Secc. 2.5, la taxonomía no es una ciencia independiente ni puede progresar separadamente de la teoría.)

Sea de ello lo que fuere, concluiremos diciendo que antes de proponer solución alguna para un problema referente a la situación de un grupo de transición en la sistemática biológica hay que llevar a cabo las siguientes tareas: (i) determinar las intenciones nucleares de los principales conceptos afectados; (ii) hallar sus relaciones lógicas; (iii) discutir la situación a la luz de principios generales de la teoría biológica (relativos, por ejemplo, a la viabilidad de las líneas de descendencia en principio imaginables que acompañarían a cada una de las relaciones entre las cuales hay que decidir). Nos bastará esta discusión para admitir que el trabajo taxonómico puede llegar a ser tan complejo y refinado, lógico y teóricamente, como se desee.\*

Vamos a terminar. Puede afinarse la significación de los signos, y reducirse la vaguedad de los correspondientes conceptos, si no enteramente, al menos sustancialmente y de diversos modos. La vaguedad extensional puede comprimirse introduciendo divisiones más finas o adoptando criterios prácticos que no necesiten adentrarse hasta el fondo del asunto, así como ejecutando las correspondientes operaciones empíricas. Y la vaguedad intensional puede reducirse mediante el análisis lógico y la investigación

teórica, especialmente multiplicando las relaciones constantes (enunciados legaliformes) en las cuales se presentan los conceptos dados, así como desplegando la estructura de la teoría en la cual están incorporados. Consecuentemente, la significación de un signo —que, según nuestro punto de vista, se compone de la intensión y la extensión del concepto correspondiente— no puede afirmarse con sólo operaciones empíricas. La significación de los conceptos no-formales se especifica gradualmente mediante una combinación de investigación teórica e investigación empírica. Consideremos ahora más de cerca los varios procedimientos de dilucidación.

## PROBLEMAS

3.1.1. No hace falta conocimiento especializado para averiguar si un teléfono funciona bien o no: basta un poco de habilidad práctica. En cambio, hace falta algún conocimiento de ingeniería de telecomunicaciones para precisar la connotación de "teléfono en buen funcionamiento". Describir esta situación con los términos dilucidados en el texto. *Problema en lugar del anterior*: Discutir la relevancia de la ambigüedad y la vaguedad para el planteamiento de problemas. Indicación: Empezar por analizar cuestiones como "¿Qué es  $x$ ?" y "¿Cuánto es algo?"

3.1.2. La lógica tradicional de los conceptos sostiene que la intensión y la extensión de los conceptos son inversas en el sentido de que los conceptos más extensos (por ejemplo, "objeto") son los que connotan menos propiedades. Determinar (i) si "centauro" ejemplifica esa doctrina, y (ii) si la existencia de conceptos de denotación fija e intensión variable (ejemplificar) concuerda con esa doctrina. Puede verse una crítica del principio y una personal solución al problema en C. I. LEWIS, "The Modes of Meaning", *Philosophy and Phenomenological Research*, 4, 236, 1943.

3.1.3. ¿Sostendríamos que toda persona es o calva o no calva? En caso negativo, ¿inferiríamos que la ley de tercio excluso no es universalmente válida, o diríamos más bien que la ley no se aplica más que cuando los conceptos son precisos? Cfr. B. RUSSELL, "Vagueness", *The Australasian Journal of Psychology and Philosophy*, 1, 84, 1923, y S. KÖRNER, "Deductive Unification and Idealisation", *British Journal for the Philosophy of Science*, XIV, 274, 1964.

3.1.4. Discutir las siguientes propuestas para medir la vaguedad de una proposición o base de la vaguedad de los conceptos presentes en ella. (i) La vaguedad de una proposición es igual a la vaguedad del más vago de todos los conceptos que intervienen en ella. (ii) La vaguedad de una proposición es igual a la suma de la vaguedad de los conceptos que la constituyen, dividida por el número de dichos conceptos. Considérense, para empezar, las siguientes sencillas formas proposicionales:  $p_1 = c \in A$  y  $p_2 = A \subset B$ , siendo  $A$  y  $B$  clases y  $c$  un individuo. Supongamos además que los conceptos formales son totalmente determinados, o sea, que  $V(c) = V(A) = \langle 0, 0 \rangle$ . Si se admite además que  $c$  es preciso, ambas propuestas dan el mismo resultado como vaguedad total para  $p_1$ , a saber:  $V(p_1) = V(A)$ . En cambio, la medición de

vaguedad dilere para  $p_2$ . En efecto, llamando a  $V(A) \langle a_1, a_2 \rangle$ , y a  $V(B) \langle b_1, b_2 \rangle$ , y suponiendo que  $a_1 \geq b_1$  y  $a_2 \geq b_2$ , la primera propuesta da como resultado  $V(p_2) = V(A) = \langle a_1, a_2 \rangle$ , mientras que la segunda (si  $V(A) > V(B)$ ) da  $V(p_2) = \langle 1/2(a_1 + b_1), 1/2(a_2 + b_2) \rangle$ . Para un enfoque diferente, que utiliza los conjuntos difusos, véase J. A. GOUGH, "The logic of inexact concepts", *Synthese*, 19, 325-373, 1969.

3.1.5. Distinguir entre el concepto semántico de vaguedad y el concepto psicológico de oscuridad y relacionarlos. *Problema en lugar del anterior*: A veces, un autor científico utilizará deliberadamente una fraseología elusiva (vaga) no por deshonestidad intelectual, sino, por el contrario, porque el uso de expresiones más determinadas exigiría un conocimiento más preciso que el existente. Así, por ejemplo, se habla de semejanza o afinidad de organismos, o de la onda de De Broglie, asociada a un electrón, y no se dice que sea idéntica con él, ni que lo guíe, porque la hipótesis de identidad y la hipótesis de la onda-piloto han dado lugar a difíciles problemas, mientras que el concepto de asociación no compromete a nada mientras se dejen sin determinar la naturaleza y el mecanismo de dicha asociación. Ofrecer más ejemplos de vaguedad deliberada y honesta, y obtener algunas consecuencias sobre las relaciones entre el lenguaje y el conocimiento. Por último, comparar este tipo de vaguedad con la oscuridad de ciertas filosofías.

3.1.6. Las especies vegetales y animales constan frecuentemente de varias subespecies que difieren entre sí genética, morfológica y ecológicamente. Dicho de otro modo: muchas especies son complejas o politépicas. Un criterio habitual para agrupar individuos en una subespecie dada es éste: si por lo menos el 75% de los ejemplares de la población accesible pueden distinguirse inequívocamente de los de una población contigua, entonces constituyen una subespecie. Determinar, sobre la base de esa regla de decisión, el grado máximo de vaguedad extensional del concepto "subespecie".

3.1.7. La vaguedad de conceptos por lo que hace a las formas de transición: ¿se debe sólo a nuestra ignorancia, o corresponde también de un modo u otro a la realidad? ¿Sería posible eliminar esa vaguedad introduciendo, por ejemplo conceptos cuantitativos de reptilidad y mamiferidad, por así decirlo? *Problema en lugar del anterior*: La existencia de casos limítrofes, ¿hace que la teoría de conjuntos sea inaplicable a la taxonomía?

3.1.8. Exponer la discusión entre L. VAN VALEN, *Evolution*, 14, 304, 1960, C. A. REED, *id.*, 314, y G. C. SIMPSON, *id.*, 388, acerca del origen de los mamíferos y la clasificación de las especies intermedias entre los reptiles y los mamíferos.

3.1.9. ¿Debe la sistemática biológica ser monofilética (origen único de cada categoría), polifilética (origen múltiple de cada categoría) o ecléctica? Y qué tipo de consideraciones deben dominar esta discusión: ¿consideraciones lógicas, empíricas o teóricas? Cfr. M. BECKNER, *The Biological Way of Thought*, New York, Columbia University Press, 1959, págs. 73 ss.

3.1.10. ¿Debe ser el trabajo taxonómico predominantemente empírico o especulativo? En particular: la ordenación de caracteres diagnósticos según su importancia, ¿debe basarse en el ámbito de constancia entre los miembros de un grupo, o debe aducirse a un tipo ideal (arquetipo, *Bauplan*) imaginado

a priori, independientemente de la búsqueda de constancias? ¿O bien es este sistema falso, y existe la posibilidad de combinar la búsqueda empírica de constancias con consideraciones teóricas que las expliquen? *Problema en lugar del anterior*: No siempre es posible determinar si todo enunciado de una clase de enunciados es verdadero o falso. Cuando una clase de enunciados es tal que no resulta posible una división tajante entre los enunciados falsos y los verdaderos, se dice que es una clase indeterminada. Estudiar este problema de la vaguedad del concepto de conjunto de enunciados.

## 3.2. Precisión

Los conceptos se engendran y se crían de diversos modos: construyendo claves (p. e., "mamífero"), agrupando clases en clases más amplias (por ejemplo, "vertebrado"), descubriendo relaciones (p. e., "ascendencia"), inventándolos (p. e., "evolución"), etc. Ninguno de esos procedimientos es metódico, esto es, no se conocen para ellos procedimientos estandarizados (técnicas) de formación de conceptos. A lo sumo hay indicaciones anti-conceptivas, como "No rebasar la observación". Los conceptos se forman espontáneamente, a medida que crece el conocimiento común o especializado; después de todo, los conceptos no son más que píldoras de conocimiento. De este modo más o menos vago nacen y se desarrollan los conceptos.

Una vez concebido un concepto tolerablemente vago, puede ser deseable y posible dilucidarlo, esto es, precisar su significación. La filosofía y la ciencia tienen procedimientos determinados, o sea, técnicas, para esa precisión de signos y conceptos. Las técnicas de dilucidación conceptual pueden clasificarse en tres grupos: (i) interpretación por referencia a lo que el signo o concepto representa; (ii) análisis, o sea, definición por ejemplo; (iii) síntesis, o construcción de un conjunto ordenado de enunciados (teoría) en el cual el concepto en cuestión se presenta ya como ladrillo de la construcción (concepto no-definido), ya como idea definida. El procedimiento de dilucidación consistente en insertar el concepto en una teoría se examinará en el Cap. 7; en el presente estudiaremos la interpretación y el análisis.

Del mismo modo que los seres vivos presentan huellas de procesos evolutivos, así también todo sistema de conceptos científicos presenta los estadios de su propia evolución desde la forma primitiva a las progresadas. En los contextos científico y tecnológico podemos, en efecto, distinguir entre tres niveles de conceptos por lo que hace a su finura: (i) conceptos tomados del conocimiento común (p. e., "fuerza muscular"); (ii) afinamientos de conceptos tomados del conocimiento común (p. e., "fuerza" en física); (iii) conceptos de introducción nueva (p. e., "entropía"). Ningún elemento del discurso científico se mantiene enteramente al nivel conceptual inferior: si lo hiciera, no rebasaría el conocimiento común (Secc. 1.1). Y ninguna ciencia queda totalmente encerrada en el nivel superior: si lo hiciera, sería

incapaz de establecer contacto con la experiencia, y, por tanto, de explicarla y de beneficiarse de ella. Toda rama de la ciencia, tanto pura como aplicada, contiene enunciados que establecen vínculos entre conceptos que pertenecen a los diversos niveles de artificialidad conceptual; esos vínculos no eliminan las peculiaridades de los conceptos: por ejemplo, no son definiciones que nos permitan reducir todos los conceptos científicos a conceptos ordinarios. (Sobre la relación entre conceptos de nivel alto y conceptos observacionales, cfr. Seccs. 8.4, 15.3 y 15.6.)

Se ha negado por varias razones que el progreso científico quede frecuentemente sellado por la invención de ideas radicalmente nuevas. Adciremos aquí dos de esas razones. Se dice, en primer lugar, que el pensamiento no puede sino reflejar, a lo sumo, la realidad (materialismo primitivo) o la experiencia (empirismo primitivo), y que, consiguientemente, no puede haber invención o creación de ideas. Pero sólo las teorías factuales propiamente dichas, o sea, sistemas que contienen conceptos teóricos (cfr. Secc. 2.6), pueden dar razón de la realidad y del subconjunto de la misma que es la experiencia. Una objeción, menos divulgada, contra la posibilidad de que haya novedad conceptual es fruto de algunos de los inventores de la mecánica cuántica, la cual se caracteriza, precisamente, por una novedad rara vez alcanzada por anteriores teorías. Esos autores, muy paradójicamente, han sostenido que una teoría factual no puede introducir conceptos radicalmente nuevos porque los resultados de la observación y del experimento se describen en gran parte con términos del lenguaje ordinario. Esta objeción se debe a la difundida confusión entre lo que dice una teoría y el modo como se la somete a contrastación. Esta confusión entre significación y contrastabilidad se encuentra en la raíz de la filosofía operativista de la ciencia (cfr. Secc. 3.6). Además, tampoco es del todo verdad que la descripción de las observaciones y los experimentos científicos puedan realizarse siempre con sólo conceptos ordinarios. El genetista que manipula ácidos nucleicos no será capaz de evitar términos teóricos para describir los resultados de sus experimentos, y aún menos podrá hacerlo al explicar esos experimentos. Aún más: ya el mero plan y la interpretación de sus experimentos requerirán conceptos técnicos, porque tanto el planeamiento de experimentos como la lectura de los instrumentos suponen hipótesis y sistemas de hipótesis. La pureza de la ciencia no se consigue por el procedimiento de mantenerse al nivel del sentido común, sino fundamentando y contrastando las conjeturas.

El no atender más que a los resultados de las operaciones empíricas, despreciando las ideas que les subyacen, dará una imagen deformada del conocimiento científico y una epistemología vulgar, según la cual la ciencia no es más que sentido común afinado (Secc. 1.1). Además, puede dar lugar al estancamiento científico. Un ejemplo de ello es la habitual resistencia de muchos físicos a inventar conceptos nuevos para dar razón de los graves problemas irresueltos planteados por el inesperado comportamiento

de partículas elementales y núcleos atómicos. Es muy posible que, igual que el paso de la macrofísica a la microfísica requirió la invención de nuevas ideas, así también el paso ulterior, tan necesario, a los niveles de organización recientemente descubiertos requiera la introducción de ideas radicalmente nuevas. En última instancia, la materia tiene en esos niveles propiedades que las teorías disponibles hoy no nos permiten entender. Nuevos niveles, nuevos conceptos; y a la inversa: cuando se dispone de nuevas ideas, puede esperarse el descubrimiento de nuevos niveles. Y a veces las ideas que guilaron a la investigación en el descubrimiento de nuevos campos resultan valer para esos ámbitos, al menos en una primera aproximación.

Una vía corriente (pero no un método) de progreso conceptual es la exportación de ideas (de conceptos, particularmente) fuera de su contexto originario. Por ejemplo, el concepto de tensión (*stress*) ha sido exportado con provecho de la física a la psicología y la sociología. Pero, a menos de que se lleve a cabo muy cuidadosamente, una tal exportación de conceptos técnicos puede dar lugar a confusión. Tal fue lo que ocurrió cuando el término 'campo' fue tomado de la física por algunos biólogos ("campo morfogenético") y psicólogos, con la implicación de que se trataba de algo así "como" campos de fuerza físicos, pero sin indicaciones acerca de la naturaleza, la estructura y la medición del campo. Para ser fructíferos, los términos exportados tienen que cubrir por lo menos el concepto inicial, y tienen que sugerir nuevos problemas secundos, o ser asimilados por una teoría científica del nuevo campo; el concepto exportado no debe usarse metafóricamente, o para dar la apariencia de un planteamiento científico, ni para disimular la pobreza conceptual. Tomados en sí mismos, los signos no son ni buenos ni malos.

Algunos conceptos no son exportables en ningún caso: designan cosas, propiedades o hechos peculiares a un campo determinado. Así, una exportación del concepto de vida daría lugar al animismo; y el concepto de máquina, si se amplía excesivamente, lleva a una ontología mecanicista que pierde riqueza de niveles. Otros conceptos son inextensibles, en el sentido de que son *rígidos*: son conceptos de clase, como "gato" y "reposo", que no pueden dar origen a conceptos relacionales, y aun menos, por tanto, a conceptos cuantitativos (cfr. 2.2). El concepto de reposo es rígido por la siguiente razón: de un cuerpo tenemos que decir que está en reposo o no está en reposo respecto de un marco de referencia; no podemos decir que está más o menos en reposo que otra cosa, ni tampoco, naturalmente, que esté en reposo lento o rápido: hablar así sería auto-contradictorio. Por otro lado, su dual, el concepto de movimiento, es en cambio *flexible*: puede calificarse (por ejemplo, "movimiento rápido") y cuantificarse (por ejemplo, "movimiento a 1.000 km/h"). Para evitar las paradojas de los presocráticos respecto del concepto de cambio basta pasar del concepto de reposo al de movimiento: una vez sustituido el concepto estático de ser

intersección  $\mathcal{P} \cap \mathcal{Q}$  respecto de la medida de  $\mathcal{P}$ , o sea, podemos calcular la razón  $M(\mathcal{P} \cap \mathcal{Q})/M(\mathcal{P})$ . Si este número satisface ciertos requisitos (los axiomas de la teoría de la probabilidad), puede interpretarse como la probabilidad de que un miembro del conjunto  $\mathcal{P}$  sea también miembro del conjunto  $\mathcal{Q}$ . Una vez realizado este paso, puede aplicarse un nuevo cálculo, la teoría de la probabilidad, para ampliar el campo de estos conceptos y afinarlos. Entonces pueden introducirse y relacionarse unos con otros conceptos nuevos. Un par de ejemplos nos bastarán para mostrar lo potente que es esta técnica de dilucidación.

El enrevesado concepto de *posibilidad* puede dilucidarse a base del concepto de probabilidad, del modo siguiente: "x es posible =<sub>or</sub> hay un conjunto y, tal que todo miembro de y tiene una determinada probabilidad, y x pertenece a y". Dicho aún más brevemente: es posible todo lo que es probable. Si la probabilidad en cuestión —un número positivo menor que la unidad— puede tomar también el valor cero, entonces el concepto de posibilidad así precisado puede subsumir también el concepto de imposibilidad, más o menos como el concepto de reposo se ha convertido en un caso particular del de movimiento; del mismo modo que "reposo" se ha identificado con "movimiento de velocidad cero", así también "imposibilidad" se identifica entonces con "probabilidad cero". La precisión de conceptos por cuantificación puede así llevar a la disolución de viejas oposiciones de conceptos: muchas de estas supuestas oposiciones de conceptos resultan pues de un análisis primitivo e insuficiente que no veía más que los extremos e ignoraba las ricas gradaciones intermedias.

Análogamente, el concepto intuitivo o presistemático de *fiabilidad* puede precisarse y, al mismo tiempo, ampliarse para su aplicación a una clase abierta de objetos: herramientas, máquinas, instituciones, teorías, amigos, etc. Efectivamente: la fiabilidad de x puede definirse como la probabilidad del fallo de x en un determinado respecto durante un determinado intervalo temporal. El valor numérico de la fiabilidad de algo puede entonces medirse, al menos en casos simples, por el porcentaje de fallos a largo plazo (dividido por el lapso total de tiempo, o número de unidades de tiempo). Y la *fiabilidad* de un objeto puede entonces definirse como el complemento de su falibilidad, o sea, como la probabilidad de que el objeto opere sin fallo en el respecto considerado y durante un lapso de tiempo determinado:  $F(x) = 1 - NoF(x)$ . De este modo tan incruento puede conseguirse que enteras masas de importantes conceptos queden sujetos a la lógica, el cálculo y la medición.

El progreso de la ciencia ha dependido en gran medida de la capacidad de aprovechar conceptos potentes y desprovistos de contenido empírico, especialmente los que se encuentran ya listos para el uso en la lógica y en la matemática. Biólogos, psicólogos, sociólogos, especialistas en gestión empresarial, estrategas y hasta filósofos hacen hoy día rápidos progresos en la medida en que descubren que algunos conceptos clave, como los de

conjunto, orden, función y probabilidad, pueden usarse como instrumentos para la precisión de conceptos y para la construcción de teorías. (Hasta hace muy poco, los especialistas de la ciencia de la conducta no habían usado el concepto de probabilidad más que a propósito de la contrastación de hipótesis estadísticas, de la forma, por ejemplo: "La probabilidad de que un miembro de una clase  $\mathcal{P}$  sea también miembro de la clase  $\mathcal{Q}$  es igual a la fracción p". Ahora piensan ya con conceptos probabilísticos, es decir, intentan formular enunciados que se refieren a la conducta y en los cuales el concepto de probabilidad aparece de un modo esencial. Dicho de otro modo: la probabilidad se usa ya en la construcción de teorías de la conducta, y no sólo en la contrastación empírica de las mismas.) Algo parecido debe ocurrir a quienes trabajan en la clasificación de objetos de varios géneros: estas personas se darán cuenta de que la teoría de conjuntos, la teoría de retículos y otras teorías matemáticas cualitativas (no-numéricas), suministran el esqueleto formal propio de la sistemática (de la taxonomía biológica, por ejemplo), y cuando se den cuenta de ello, mucho trabajo que es aún protocientífico llegará a ser científico. La idea de que la matemática no es más que un instrumento para calcular valores numéricos sigue aún influyendo en mucha gente, pero su caducidad se está difundiendo rápidamente: todos se van dando cuenta de que, aparte de su valor intrínseco, la matemática es muy valiosa para la ciencia factual porque es un instrumento de precisión de conceptos, de planteamiento y formulación de problemas, de formulación de conjeturas, de derivación de consecuencias lógicas, y, consiguientemente, de construcción de teorías. En resolución: la matemática es un instrumento para el perfeccionamiento y el progreso del pensamiento y de su expresión (cfr. Secc. 8.2). Ni los diccionarios ni los filósofos del lenguaje pueden aspirar a competir con la matemática en la tarea de precisar los conceptos.

Hemos aceptado como un hecho que los conceptos bien educados son preferibles a los caprichosos; pero los oscurantistas desean precisamente lo contrario, a saber, la máxima vaguedad de conceptos. Para un hombre ilustrado, la precisión de los conceptos es a la vez un fin en sí misma y un medio para el ulterior progreso conceptual. También se da como un remedio para terminar con querellas poco fundadas y favorecer el acuerdo, pero ésta es una ilusión más bien ingenua: cuanto más vagos son los conceptos de un contexto, tanto más fácil es el desencadenar una controversia y el terminarla con un acuerdo; mientras que cuanto más determinados sean los conceptos, tantos más serán los matices de opinión que se manifiesten. (Recuérdense los muchos modos como se ha leído la regla de Ockham: "No hay que multiplicar los entes sin necesidad".) Los conceptos no se precisan para disminuir las discrepancias entre los hombres, sino para aumentar la fecundidad de la investigación y de la discusión.

La precisión de los conceptos es un aspecto del proceso del conocimiento. La evolución de éste no consiste, efectivamente, en amontonar



nueva información —como creen algunos caricaturistas— sino en un proceso creador y selectivo que gira en torno a la invención y el perfeccionamiento de ideas. La precisión de los conceptos tiene un papel indispensable en ese proceso: no puede sustituir a la invención original de oscuras ideas en embrión, pero sí ayuda a desarrollarla. Hay que insistir mucho en todos los aspectos de esta situación, porque el papel de la precisión de los conceptos como operación del proceso del conocimiento ha sido exagerado por algunos filósofos y despreciado por muchos científicos. La primera tendencia es comprensible: en última instancia, los filósofos se ocupan sobre todo de ideas, y se supone que son por profesión especialistas del análisis conceptual. Y la exageración en el sentido contrario tampoco es sorprendente, teniendo en cuenta la difundida creencia de que la ciencia, a diferencia de la filosofía, no se ocupa de símbolos ni de sus designata como tales, sino sólo de "sólidos hechos". ¿No empezaron la ciencia y la filosofía modernas como una rebelión contra el hueco verbalismo de un escolasticismo decadente? El lema de la Royal Society de Londres es *Nullius in verba*, "Nada en las palabras"; se trata de una consigna de la filosofía de Bacon, concebida como "una filosofía de obras, no de palabras". Pero se trata, naturalmente, de una ilusión: la ciencia es un sistema de ideas expresadas por signos, y muchos problemas de la investigación científica son discusiones acerca de las significaciones de signos, verbales o no verbales.

El reconocimiento de que una determinada discusión depende en última instancia de la especificación de la significación de un término puede reorientar todo un tema. Así, por ejemplo, discusiones acerca de si los virus son seres vivos, de si las abejas tienen una cultura o de si las calculadoras automáticas piensan, requieren una aclaración de los términos 'vida', 'cultura' y 'pensamiento', respectivamente. Muy a menudo hay que proponer así nuevas definiciones que dan a viejos términos significaciones más o menos nuevas. Cuando se introduce un concepto completamente nuevo, puede ser necesario acuñar un nombre también nuevo para el mismo. Pero hay que ser parsimoniosos en la introducción de neologismos, para evitar una hinchazón innecesaria de los vocabularios. La multiplicación de signos puede a veces no tener más objetivo que esconder variedad, como tan a menudo ocurre en la protociencia y la pseudociencia. Pero un exceso de parsimonia en esta cuestión de los neologismos puede tener también consecuencias turbadoras. Así, por ejemplo, desde 1650 hasta 1850 aproximadamente, el término 'fuerza' cubrió por lo menos cuatro conceptos diversos, aunque relacionados: los de fuerza muscular, fuerza mecánica, energía y potencia. Si se hubiera introducido tres términos nuevos, se habría podido evitar largas y complicadas discusiones basadas en parte en la ambigüedad del término. La aclaración definitiva de este caso supuso efectivamente una tal multiplicación de palabras, pero no fue resultado de investigación filosófica ni de análisis lógico, sino del descubrimiento de la

observación de la energía, hecho que puso en primer plano dicho concepto de energía. Esto es un ejemplo —dicho sea incidentalmente— de que los conceptos más importantes de la ciencia factual son los que se presentan en enunciados legaliformes; por eso ya la mera formulación y la interrelación de leyes es un real procedimiento para precisar la significación de los símbolos científicos. Este hecho no se ha entendido hasta hace muy poco tiempo.

El hecho es que durante dos milenios ha prevalecido la doctrina aristotélica según la cual (i) la definición es el procedimiento por el cual se asigna significaciones a los signos (a las palabras o a los signos no verbales), y (ii) la forma perfecta de definición es la que se hace mediante el género y la diferencia —como en el caso "Dos es el más pequeño número par", definición en la cual el género es la clase de los números pares, y 'el más pequeño' designa la diferencia específica entre 2 y los demás miembros de su género. Hoy día admitimos la existencia de diversos procedimientos para determinar signos y las ideas correspondientes. Podemos especificar la significación de un signo de modo más o menos completo y por diversas vías: por ejemplificación, por descripción informal y parcial del designatum del signo (la llamada definición real), por clasificación, por definición, por la construcción de una teoría y tal vez por otras vías más. Nos hemos dado cuenta de que la definición no es más que uno de esos procedimientos, y sin duda mucho menos importante que la construcción de teorías. Además hemos aprendido que el intento de definir todo concepto nos hace caer en circularidad, como muestran las definiciones del diccionario, y que el modo de evitar ese vicio en un contexto dado consiste en empezar por admitir un conjunto de conceptos no-definidos (primitivos) que pueden aclararse mediante observaciones y ejemplos, pero, sobre todo, lo son por el papel que desempeñan en el sistema, y que sirven para definir todos los demás conceptos de dicho sistema. Pero el prestigio tradicional de la definición es tal que sigue llamándose así, demasiado frecuentemente, a todo procedimiento mediante el cual se *determina* en alguna medida el contenido y la función de símbolos.

Terminemos estas observaciones generales acerca de la precisión de conceptos clasificando los procedimientos de dilucidación desde un punto de vista semántico. La significación de un signo puede especificarse ya a base de otros signos, ya por referencia a objetos no lingüísticos. En el primer caso podemos hablar de una relación *signo-signo*, y en el segundo de una relación *signo-hecho*. Una definición como "Aislante = no-conductor" es claramente una relación signo-signo. En cambio, "H es el símbolo del hidrógeno", lejos de mantenerse enteramente a nivel lingüístico, establece una relación entre un objeto lingüístico y un objeto físico. Tales relaciones dadoras de significación entre signos y objetos no-lingüísticos se llamarán *referencias*. Distinguiremos dos géneros de referencias: referencias de signo-experiencia —por referencia a esta última—

y referencias de signo-objeto físico, que apuntan a signos o acontecimientos objetivos. Así, "Hagamos que  $V(x, y)$  denote el valor subjetivo (utilidad) atribuido por un sujeto  $x$  a un objeto  $y$ " es una referencia signo-experiencia. En cambio, "Hagamos que  $E_n$  denote el  $n$ -ésimo nivel de energía del átomo" es una referencia signo-objeto físico. Como veremos, ciertas filosofías niegan la mera existencia de referencias de este último género.

Estudiaremos ahora las definiciones y luego las referencias.

### PROBLEMAS

3.2.1. Examinar la exposición de la formación de conceptos dada por Sexto Empírico en *Adversus Mathematicos* [traducción inglesa de R. G. Bury, *Against the Professors*, en *Works*, London, Heinemann, 1949, vol. IV], libro III. Obsérvese particularmente su crítica de la concepción empirista de los conceptos geométricos, supuesta en pseudodefiniciones como "La superficie es el límite de un cuerpo" o "La línea es el límite de una superficie". *Problema en lugar del anterior*: Discutir la doctrina aristotélica de la formación de conceptos, más tarde adoptada por los empiristas, y según la cual todo concepto se forma por abstracción a partir de algunos datos de experiencia.

3.2.2. Informar acerca de alguno de los siguientes trabajos que se refieren a o tratan la dilucidación de conceptos: W. WHEWELL, *Novum Organum Renovatum*, 3rd. ed., London, Parker, 1858, págs. 50 ss.; A. KAPLAN, "Definition and Specification of Meaning", *Journal of Philosophy*, XLIII, 281, 1946; R. CARNAP, "On Explication", Chap. I de las *Logical Foundations of Probability*, Chicago, The University of Chicago Press, 1950; M. BUSH, *Intuition and Science*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1962, págs. 107 ss., y *The Myth of Simplicity*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1963, Chap. I.

3.2.3. Repasar la dilucidación progresiva de algún concepto científico y precisar sus deformaciones, si ocurrieron.

3.2.4. Discutir la eliminación del problema de la vaguedad del par "alto" y "bajo", conseguida sustituyendo ambos conceptos por el concepto cuantitativo único de altura, cuya variable numérica tiene como campo de variabilidad un continuo de valores entre cero e infinito. Luego discutir la cuantificación en general como procedimiento para la precisión de conceptos.

3.2.5. La vaguedad de "cuerpo" en el contexto del conocimiento ordinario queda muy reducida en física, en la cual, "cuerpo" puede definirse como algo que satisface aproximadamente las leyes de la mecánica clásica. Dar más ejemplos de este tipo y discutir la teorización como procedimiento de precisión de conceptos.

3.2.6. ¿Por qué tomamos y nombramos triángulos, cuadrados, esferas y otras figuras sencillas, en vez de las formas más complejas e irregulares dadas en la experiencia? ¿No podríamos haber empezado la geometría con estas últimas?

3.2.7. Estudiar la función de conceptos que posibilitan amplias generalizaciones, como los conceptos de cero, conjunto vacío, conjunto unidad, punto impropio, línea impropia.

3.2.8. Comentar el siguiente texto de W. HEISENBERG, cofundador de la mecánica cuántica, *Physics and Philosophy*, London, Allen and Unwin, 1959,

pág. 55: "Los conceptos de la física clásica no son más que afinamientos de los conceptos de la vida cotidiana, y son una parte esencial del lenguaje que constituye la base de toda la ciencia natural".

3.2.9. El concepto de masa se dilucida en los contextos de las diversas teorías de la mecánica. Ahora bien: toda medición precisa de la masa de un cuerpo dará un número inexacto, como, por ejemplo,  $(1 \pm 0,001)$  g. Dicho de otro modo: el valor numérico de la masa de un cuerpo se conoce empíricamente —y eso si llega a conocerse— con algún error. ¿Indica esto que el concepto teórico de masa es vago? ¿O que hay una indeterminación en la aplicación de la construcción teórica "masa"? ¿O muestra más bien este hecho que los valores numéricos del concepto exacto de masa se conocen sólo con margen de error?

3.2.10. La evolución biológica puede caracterizarse por dos propiedades: *dirección* y *tasa* o ritmo. Mientras que el concepto de tasa de evolución ha sido dilucidado satisfactoriamente, el concepto de dirección de evolución sigue siendo vago. (La tasa de evolución de una familia dada puede definirse como el número de géneros originados en un millón de años.) Estudiar esta situación e intentar dilucidar el concepto de dirección de evolución. Cfr. G. G. SPANSON, *The Meaning of Evolution* (1949, New Haven, Yale University Press, 1960), Chap. XI. *Problema en lugar del anterior*: En el caso del anterior problema, un dilucidandum ("evolución") fue dilucidado a base de dos conceptos, uno de los cuales ("dirección de evolución") no es más claro que el concepto al que intenta precisar. Esta situación no es nueva en la ciencia; así, el concepto de calor se dilucidó a base de los conceptos de energía y temperatura mucho antes de que se diera al último una dilucidación satisfactoria (en el contexto de la mecánica estadística). Inferir de esto lecciones metodológicas.

### 3.3. Definición

Empecemos por aclarar que no vamos a considerar aquí ninguna de las connotaciones vulgares de 'definición', como descripción, identificación, clasificación o medición; estudiaremos una especial operación técnica que se refiere a signos: la definición es propiamente una *correspondencia signo-signo* (cfr. 3.2). En este sentido estricto una definición es una operación puramente conceptual por la cual (i) se introduce formalmente un nuevo término en algún sistema de signos (como el lenguaje de una teoría), y (ii) se especifica en alguna medida la significación del término introducido; en la medida, precisamente, en que es precisa la significación de los términos definientes.

Obsérvese, en primer lugar, la relatividad de la introducción y de la especificación de significación al sistema de signos: las definiciones de diccionario suelen estar enmarcadas en el contexto del conocimiento común, mientras que los términos científicos suelen definirse, si se definen, en el contexto de sistemas científicos. Fuera de su propio contexto, las definiciones pueden perder todo interés. En segundo lugar, la introducción de un nuevo término por medio de una definición es *formal* en el sentido de que

el nuevo término puede haber surgido espontáneamente y no ser reconocido y condecorado oficialmente sino después de una larga existencia clandestina. En tercer lugar, las definiciones pueden precisar significaciones a condición de que los signos definientes tengan al menos algún significado —lo cual, por ejemplo, no parece ser el caso de la pseudodefinition "El *Dasein* ek-sistente es el dejar-ser lo que-es" (Martin Heidegger).

El término introducido se llama *definiendum* —lo que hay que definir y la expresión que lo define se llama *definiens*. Por ejemplo, en "Filogénesis =<sub>ar</sub> Evolución de la especie", el *definiendum* es "filogénesis" y el *definiens* es el miembro derecho de la definición. El *definiendum* debe ser nuevo en el sistema de que se trate, pero puede ser un viejo conocido en otros contextos en los que acaso se presenta con la misma significación u otra parecida. Los términos definientes tienen que preexistir, como es natural, a la definición, ya en virtud de previas definiciones, ya por haber sido adoptados como definientes últimos en el contexto.

Para poder empezar a definir hace falta un conjunto de conceptos no-definidos, o conceptos *primitivos*. Por ejemplo, en el sistema de Peano para la aritmética, se toman como primitivos los conceptos de número natural, siguiente de un número natural y cero, además de conceptos genéricos (lógicos), como los de identidad, negación, conjunción y universalidad, que se usan para enlazar los primitivos específicos, formar con ellos enunciados y transformar éstos. En estática pueden tomarse como nociones primitivas independientes unas de otras los conceptos "sistema de referencia", "posición", "cuerpo" y "fuerza", junto con algunos conceptos genéricos (lógicos y matemáticos), como los de vector y suma de vectores. Y en la cinemática "tiempo" aparece en el lugar de "fuerza" en el anterior conjunto de conceptos no-definidos. En todo contexto factual tenemos, en resolución, que aceptar dos clases de conceptos básicos: (i) un conjunto de primitivos genéricos (lógicos y/o matemáticos) y (ii) un conjunto de primitivos específicos (temáticos). Generalmente los primeros se toman de un modo tácito de la ciencia formal, y a los últimos se les atribuye significación (en el sistema) por referencias que suelen ser meramente indicadas, y no formuladas explícitamente.

Decir de un concepto que es no-definido o primitivo en un determinado contexto es caracterizarlo de un modo negativo y, por tanto, incompleto. Lo más importante por lo que hace a las nociones primitivas no es tanto el que sean definientes y puedan infundir significaciones a otros signos cuanto el que sean *bedritlos* para la construcción de teorías. De hecho, todo supuesto básico, o axioma, de una teoría es simplemente un enunciado constituido sólo por primitivos genéricos y específicos. Una importante función (metateórica) de la definición es, consiguientemente, el indicar una división de los conceptos de un sistema en *básicos* y *derivados*. (Lo cual muestra, dicho sea de paso, que el lugar adecuado para una discusión formal de la definición está constituido por los capítulos sobre teoría, más

que por esta introducción semántica.) De acuerdo con lo dicho, no suelen definirse los conceptos más importantes o básicos, sino los menos importantes, los que en principio podrían sustituirse por los definientes correspondientes. En cualquier caso, igual para un concepto que para un organismo lo principal es nacer: el reconocimiento oficial, como concepto primitivo o como concepto derivado, es cosa secundaria.

Por lo que hace a la forma lógica hay que distinguir entre dos géneros de definición propia o *nominal*: explícita e implícita. En la definición explícita el *definiendum* y el *definiens* están claramente separados por un signo especial; en la definición implícita los dos términos son distinguibles, pero inseparables: están, por así decirlo, integrados.

Las formas corrientes de la *definición explícita* son como sigue: (i) " $A =_{ar} B$ ", o sea, A es igual a B por definición. Ejemplo: "Fenomenológico =<sub>ar</sub> Aparente a los sentidos de alguien", (ii) " $'A' = 'B'$ ", o sea, 'A' nombra el mismo objeto que 'B', o también: 'A' y 'B' son sinónimos. Ejemplo: " $'2' = '1 + 1'$ ", (iii) " $A = (1x)B(x)$ ", o sea, A es el único x que satisface la función B( ), o que tiene la propiedad B. Ejemplo: "La temperatura es la magnitud medida por los termómetros", (iv) " $(x) [A(x) \leftrightarrow B(x)]$ ", o sea, A es verdadero de todo x si y sólo si B es verdadero de todo x. Ejemplo: "Para todo x, y, z del conjunto de los números,  $x/y = z \leftrightarrow x = y \cdot z$ ".

\*Las dos primeras clases de definición son definiciones *metalingüísticas* o inter-niveles: el signo " $=_{ar}$ " lleva el *definiendum* al metalenguaje del lenguaje en el cual reside el *definiens*, y las comillas simples de (ii) indican que no se trata aquí de los conceptos mismos A y B, sino de sus nombres respectivos, 'A' y 'B'. Consiguientemente, mientras que en todos los demás casos una definición puede interpretarse como afectando a signos o afectando a los conceptos designados, las definiciones de la clase (ii) se aplican sólo a signos. Por último, las definiciones de las dos últimas clases, (iii) y (iv), son *intra lingüísticas* o intra-nivel, en el sentido de que tanto el *definiendum* como el *definiens* pertenecen al mismo nivel lingüístico: efectivamente, tanto el símbolo descriptor '=' como el símbolo de equivalencia ' $\leftrightarrow$ ' no pueden relacionar sino expresiones pertenecientes al mismo nivel lingüístico, o sea, al lenguaje objeto, en el cual no se hace referencia a otros objetos lingüísticos.\*

En una *definición implícita* el *definiendum* no se presenta sólo en un lado de la relación de equivalencia, sino que es parte de un signo más complejo. Ejemplo 1: "Dos cuerpos tienen el mismo potencial eléctrico (o la misma temperatura) si y sólo si no fluye electricidad (calor) a través de un tercer cuerpo conductor que los conecte". Esta equivalencia define el concepto de igualdad de potencial eléctrico (de igualdad de temperatura). Ejemplo 2: La relación "raíz cuadrada" puede definirse implícita e intensionalmente a base de la relación "cuadrado": " $(y = \sqrt{x}) \leftrightarrow (y^2 = x)$ "; pero también puede definirse explícitamente de un modo

extensional: " $\sqrt{\quad} = ar \langle x, y \rangle \mid y^2 = x$ ", representando " $\langle x, y \rangle$ " el par ordenado formado por  $x$  e  $y$ . Las definiciones implícitas que consisten en equivalencias de algún tipo formulan condiciones *necesarias y suficientes* de la introducción de un símbolo. Se llamarán definiciones implícitas *simples*. Hay otras varias clases de definiciones implícitas que permiten cierto juego entre definiendum y definiens.

Las *definiciones implícitas condicionales* tienen forma condicional como en el ejemplo "Si  $C$ , entonces ( $A$  si y sólo si  $B$ )", en la cual la cláusula  $C$  formula una condición de la equivalencia —condición, naturalmente, suficiente. Así, la definición implícita de la división aritmética " $x/y = z \leftrightarrow x = y \cdot z$ " es válida para números, pero no para todo otro concepto matemático. Si se formula explícitamente la condición de que  $x, y, z$  deben ser números —brevemente: " $x, y, z \in N$ "—, para indicar el alcance de la definición, obtenemos una definición implícita condicional de la división aritmética: " $x, y, z \in N \rightarrow (x/y = z \leftrightarrow x = y \cdot z)$ ". Podría argüirse que toda definición *completa*, implícita o explícita, es en última instancia condicional, y que sólo puede legítimamente prescindirse del antecedente de la condición cuando el contexto lo indica de un modo u otro.

"A veces se recusan las definiciones condicionales porque todo enunciado de la forma " $C \rightarrow (A \leftrightarrow B)$ " es automáticamente verdadero, independientemente de que se satisfaga el bicondicional  $A \leftrightarrow B$ , si el antecedente  $C$  es falso. Pero estas verdades vacías, y por lo tanto inútiles, pueden evitarse mediante la convención adicional de que se presupone  $C$ , es decir, de que se toma a  $C$  como verdadero. O sea, en vez de " $C \rightarrow (A \leftrightarrow B)$ " podemos escribir: ' $C \ \& \ [C \rightarrow (A \leftrightarrow B)]$ '. Con esta precaución podemos exigir que se explicité en caso de necesidad la condición de cualquier definición."

Las *definiciones recursivas* son de uso muy frecuente en lógica y matemática, pero escaso en la ciencia factual. Una definición recursiva introduce un término por el procedimiento de relacionarlo con uno o más términos de un conjunto o una secuencia numerables. El brillo de las estrellas, por ejemplo, puede definirse por recursión: " $B_n = 2,5 B_{n+1}$ ", definición en la cual ' $n$ ' refiere a la magnitud de la estrella. Las definiciones recursivas se limitan a miembros de conjuntos numerables, razón por la cual no pueden usarse para definir magnitudes. Además son incompletas, porque requieren la especificación independiente de uno de los miembros, generalmente el primero; así, en el caso de brillo de las estrellas la definición recursiva deja indeterminado a  $B_1$ . Esto, de todos modos, no es ningún defecto relevante cuando lo único que se desea es el concepto de brillo relativo.

Las *definiciones inductivas*, que contienen como subclase a las definiciones recursivas, son más determinadas que éstas porque fijan el valor del primer miembro de la secuencia. Ejemplo de definición inductiva es la de

la suma de números naturales en el sistema aritmético de Peano, por medio de las dos expresiones: " $n + 0 = n$ " y " $n + Sk = S(n + k)$ ", designando ' $S$ ' la función "el siguiente de".

Esos tipos de definición implícita dan una caracterización satisfactoria del definiendum. Se tiene una especificación más ambigua de la significación en las definiciones facilitadas por un conjunto de postulados (axiomas), que son las llamadas *definiciones postulacionales* o contextuales, que se supone aplicadas a los conceptos primitivos de una teoría. La construcción de un sistema axiomático introduce sin duda los símbolos básicos y estipula las relaciones básicas entre ellos; pero difícilmente puede considerarse esa operación como una *definición* propiamente dicha, aunque sin duda lleve a cabo la mejor *dilucidación* posible de los conceptos en cuestión. De hecho, todo conjunto de axiomas puede interpretarse de diversos modos, y en cada una de estas interpretaciones, o modelos, los primitivos toman una significación peculiar, siempre que se añadan, explícita o implícitamente, al sistema axiomático reglas de interpretación adecuadas. Los postulados *limitan* las posibilidades de interpretación, pero no caracterizan a las nociones primitivas de una teoría de un modo no-ambiguo: no determinan pues totalmente sus significaciones. La especificación del significado de los conceptos primitivos de una teoría se hace por medio de referencias. (Cfr. Seccs. 5 y 6.)

Lo que caracteriza sin ambigüedad un conjunto de axiomas —siempre que se le añadan las necesarias reglas de correspondencia, o referencias— es el *objeto* o *concepto-clave* de la teoría. Así, por ejemplo, la mejor manera de determinar el concepto de conjunto consiste en enunciar los axiomas de la teoría de conjuntos (p. e., " $A \cap B = B \cap A$ ") y decir que todo lo que satisface dichos axiomas es un conjunto. Análogamente, el concepto de campo electromagnético puede definirse diciendo que es el correlato de ciertos enunciados legaliformes (p. e., las ecuaciones de Maxwell), cuya significación está parcialmente especificada por un conjunto de referencias (p. e., " $i$  designa la intensidad de la corriente"); dicho brevemente, el concepto de campo electromagnético (no su correlato) se define como aquello que satisface una determinada teoría. Definiciones de este tipo se usan frecuentemente en la matemática. Pero si hay que usarlas en la ciencia factual debe añadirse una prevención, a saber, que la definición de un concepto mediante esta técnica no debe considerarse como descripción del correlato del concepto. Y aún otra cautela debe tomarse, a saber: que ninguna teoría factual puede suministrar más que una definición temporal y contextual (parcial, por tanto) de su concepto-clave; un cambio de la teoría puede suponer una modificación de dicho concepto. Esta situación no tiene paralelismo exacto en la ciencia formal, pues en ésta el objeto de la investigación coincide con su concepto-clave.

Podemos atender ahora a ciertos importantes equívocos relativos a la naturaleza y la función de la definición en la ciencia. El primero es la

creencia en que no debería empezarse ninguna investigación antes de tenerse definido su objeto. Según esto, por ejemplo, una investigación sobre las costumbres de los sinsontes por lo que hace a los hábitos de nidación debería empezar con las definiciones de "sinsonte", "hábito" y "nido" porque —tal es el sentido de esa tesis— en otro caso no sabríamos de qué estamos hablando. Esta exigencia es, naturalmente, absurda, ya por la mera circunstancia de que (i) no podemos definir los términos más importantes, a saber, los que funcionan como sillares básicos (los conceptos primitivos), y (ii) muchas veces partimos con conceptos vagos que se dilucidan gradualmente a través de la investigación misma, y esto no podría ocurrir si el lenguaje de la ciencia tuviera que estar listo desde el primer momento. Lo que seguramente pensaban los sostenedores de la regla criticada es que el objeto de la investigación tiene que *identificarse* desde el comienzo. Y es claro que si se pide a uno que nunca ha visto a un sinsonte (que es el pájaro también llamado arrendajo) que estudie sus hábitos de nidación, no será capaz de conseguir mucha información segura. Pero la identificación no tiene por qué basarse en la definición: puede practicarse la identificación con la ayuda de descripciones y de pruebas empíricas.

Otro error muy difundido consiste en pensar que *cualquier ecuación* puede servir para definir a uno de los miembros de la fórmula. El siguiente contraejemplo mostrará que esto no es así: " $3\sqrt{9}$ " no se aceptará como definición de "3", ni tampoco lo será " $3 = \log_2 8$ ", aunque ambas ecuaciones son verdaderas. Si deseamos una definición de "3" tenemos que empezar por elegir algún sistema aritmético en el cual se presente "3", y averiguar cuáles son las nociones primitivas específicas (extralógicas) de esa teoría. Una vez identificadas dichas nociones, los símbolos definidos se introducen ordenadamente —de un modo, sin embargo, que puede ser distinto en otra teoría. Por ejemplo, en la teoría de Peano introduciríamos "3" por medio de la cadena de definiciones: " $1 =_a S0$ ", " $2 =_a S1$ ", " $3 =_a S2$ "; pero sería posible sin inconveniente cambiar la definición, y hasta tomar a "3" como concepto primitivo. Lo mismo exactamente hay que hacer en cualquier teoría factual axiomatizada: sólo después de enumerar los conceptos primitivos y las fórmulas primitivas (o sea, los axiomas) de la teoría podemos emprender la tarea de determinar el estatuto que un determinado concepto tiene en la teoría. Es absurdo proceder arbitrariamente, sin tener presente un contexto bien determinado, porque los estatutos de primitivo o definido son asignados por la teoría en su conjunto, no por ninguna fórmula aislada y arbitrariamente elegida de entre las de la teoría. En resolución, las ecuaciones no suministran normalmente definiciones, a menos que se trate de ecuaciones definitorias; en general, las ecuaciones no permiten más que sustituciones y cálculos. Este punto tiene la importancia suficiente como para que le concedamos una discusión más detallada.

Las magnitudes, como la velocidad y la densidad de masa, presentan problemas propios. La velocidad media puede definirse como el cociente de la distancia por el tiempo empleado (por algún objeto material) en recorrerla.

O sea,

$$v = ar \frac{d}{t} \quad [3.6]$$

Es claro que no podemos dividir conceptos, a menos que sean números o funciones. Lo que sometamos a operaciones aritméticas son las variables numéricas (o valores) de las magnitudes. O sea, los símbolos que se presentan en [3.6] no designan a los conceptos de velocidad media, distancia y masa, sino a sus respectivos valores numéricos. Cuando calculamos o medimos velocidades con ayuda de la fórmula [3.6] no usamos los conceptos completos que subyacen a la fórmula sino tan sólo sus componentes numéricas. El caso de la densidad es similar con una diferencia, y es que no se la define sino que se la adopta como concepto primitivo o no definido. Lo que sí se define es la masa total de un cuerpo, a saber, como la integral de la densidad puntual sobre todo el volumen ocupado por el cuerpo.

Para fines teóricos [3.6] es insuficiente; necesitamos el concepto, mucho más fuerte y básico, de velocidad en un instante. [3.6] no satisface esta necesidad porque la duración de un instante es nula, y no hay división por cero. Se utiliza por esto la definición de velocidad instantánea como la derivada de la distancia respecto del tiempo. Este concepto más general permite formar el concepto de velocidad media como concepto derivado. Cuando el movimiento es uniforme, la velocidad media coincide con la instantánea; en todos los demás casos los valores de una y otra magnitud son diferentes entre sí. Los valores medidos de las velocidades son siempre valores de velocidades medias; las velocidades instantáneas deben suponerse, u obtenerse a partir de hipótesis referentes a trayectorias. Este hecho basta para refutar la tesis operacionista según la cual todos los conceptos debieran "definirse" mediante operaciones de laboratorio tales como mediciones.

La definibilidad del concepto de velocidad media en términos del concepto de velocidad instantánea implica que el primero puede dejarse de lado para fines teóricos. Pero es indispensable para fines experimentales, así como para comparar los resultados del cálculo con los de la medición. En efecto, el experimentador no maneja instantes sino períodos. Con el concepto de densidad ocurre otro tanto: el experimentador manipula

cuerpos extensos, no puntos materiales: mide densidades medias, no densidades puntuales. (Lo mismo ocurre con muchas otras magnitudes.) Los dos conceptos son pues necesarios y, además, están relacionados, tanto conceptualmente como por la operación de medir. Esta última suministra un puente entre ambos conceptos, puesto que al medir la densidad media se obtiene una *estimación* o valor aproximado (para un volumen suficientemente pequeño) de la densidad en un punto, valor éste empíricamente inaccesible aun cuando se supone que existe. La relación entre las variables de ambos conceptos de densidad es:

*Valor de la densidad del cuerpo en un punto  $x$  = valor medido de la densidad del cuerpo en un volumen que contiene a  $x$ , [3.7]*

donde '=' simboliza la igualdad aproximada. Esta situación es corriente en la ciencia y en la técnica: a menudo se necesitan dos conceptos de una determinada magnitud, uno en bruto y el otro afinado, para la experiencia el primero y para la teoría el segundo.

La discusión anterior permite obtener las conclusiones siguientes. En primer lugar, *no todas las magnitudes son definibles en un contexto dado*: algunas deben tomarse como primitivas o no definidas. (Sin embargo, 'indefinido' no significa 'indeterminado' o 'impreciso'. En toda teoría bien constituida, los conceptos primitivos o no definidos se caracterizan en forma inequívoca mediante postulados.) En segundo lugar, *nunca calculamos magnitudes*: cuanto hacemos es calcular sus valores numéricos. Así, cuando calculamos la masa  $m$  a partir de la fuerza  $f$  y de la aceleración  $a$  mediante la fórmula de Newton " $m = f/a$ ", lo que hacemos es someter a cálculo las variables numéricas o cantidades  $f$  y  $a$ , o sea, los valores de las respectivas funciones. Esta es una de las razones por las cuales la segunda ley newtoniana del movimiento no puede usarse para definir el concepto de masa en términos de los conceptos de fuerza y aceleración. (La otra razón es que, como puede demostrarse rigurosamente, en la mecánica de Newton el concepto de masa es primitivo.) Nuestra tercera conclusión es que, en rigor, *nunca medimos magnitudes plenas*, sino sólo sus valores numéricos. Lo que no debiera ser deplorado sino por quienes confunden el cálculo y la medición con la definición.

El tercer error que debemos enfrentar se refiere al modo adecuado de introducir *conceptos disposicionales*, como "visible" o "soluble", es decir, conceptos que denotan propiedades y relaciones potenciales más que actuales. La doctrina recibida al respecto es que el modo de introducir esos términos consiste en usar un enunciado bilateral de "reducción" de la forma que es característica de las definiciones condicionales, o sea:

" $C \rightarrow (A \leftrightarrow B)$ ", o, en el caso de que  $A$ ,  $B$  y  $C$  sean, los tres, predicados monádicos relativos a la misma variable individual  $x$ ,

$$(x) [C(x) \rightarrow (A(x) \leftrightarrow B(x))] \quad [3.8]$$

La interpretación operacionista de esta fórmula es del siguiente tenor: "Para todo  $x$ , si  $x$  está sometido a la condición experimental  $C$  (por ejemplo, sumergido en agua), entonces se atribuye a  $x$  el atributo  $A$  (p. e., solubilidad) si y sólo si  $x$  presenta el comportamiento  $B$  (p. e., se disuelve)". El motivo de esta propuesta sobre la introducción de términos disposicionales es la receta empirista de que todos los predicados deben introducirse por referencia a procedimientos empíricos. Enunciados como [3.8] producirían la "reducción" del nuevo concepto introducido,  $A$ , a los predicados observacionales  $B$  y  $C$ .

Este es un buen ejemplo de problema artificial, (típico de filosofías de la ciencia que no se fijan de verdad en la ciencia real. Es un problema artificial porque los científicos no suelen perder el tiempo con la quimera de reducir términos teóricos a términos preteóricos, y porque eluden la tarea de afinar directamente términos cualitativos como 'soluble'. Lo que hacen, en vez de eso, es construir conceptos teóricos cuantitativos, como "grado de solubilidad" (o de "acidez", "conductividad", "permeabilidad", etcétera). Los correspondientes conceptos cualitativos se definen luego —si se definen— a base de los conceptos cuantitativos y más fuertes. En el caso de la solubilidad puede efectivamente establecerse la siguiente cadena de definiciones:

- (1) *Solubilidad* (de la sustancia  $x$  en el disolvente  $y$  a la temperatura y presión  $p$ ) = *concentración* (de  $x$  en una solución saturada de  $y$  a  $t$  y  $p$ ).
- (2)  $x$  es soluble (en  $y_0$  a  $t_0$  y  $p_0$ ) = *concentración* (de  $x$  en  $y_0$  a  $t_0$  y  $p_0$ )  $> s_0$ .

En esta última definición el subíndice ' $0$ ' indica un valor particular —o, más precisamente, un intervalo— de la variable numérica a la que afecta; en particular, ' $s_0$ ' es un valor convencional del grado de solubilidad. La magnitud "concentración", que aparece en la primera definición, se dilucida a su vez de un modo particular mediante una definición explícita.

Cosa parecida ocurre con todos los conceptos de disposición que no se toman como primitivos. Por ejemplo, en la teoría del magnetismo el concepto de disposición "magnético" se introduce a base de la permeabilidad absoluta, cuya variable numérica se define a su vez por:

" $\mu =_{df} B/H$ ", siendo  $B$  y  $H$  nociones primitivas de la teoría de Maxwell. Una vez definida de ese modo la variable numérica de la permeabilidad, el concepto de disposición "magnético" se define a su vez del modo siguiente: " $x$  es magnético  $\leftrightarrow$  la permeabilidad de  $x$  es mucho mayor que la unidad". Aquí también todos los términos definientes son cuantitativos.

De todo lo que hemos visto se desprenden las siguientes lecciones. En primer lugar, que en vez de intentar laboriosamente afinar conceptos cualitativos, los científicos pueden preferir la introducción de un concepto cuantitativo más fuerte. En segundo lugar, que en vez de intentar dilucidar conceptos con referencia objetiva mediante conceptos antropocéntricos (como "condición experimental  $C$ " y "comportamiento observado  $B$ "), según la exigencia de ciertos filósofos, los científicos intentan construir dilucidaciones con la ayuda de conceptos que refieren a objetos físicos. Tercero, que el proceso de precisión de los conceptos no siempre va de lo cualitativo a lo relacional y lo cuantitativo, sino que puede también invertirse. Cuarto, que algunos conceptos de cualidades de disposición, o potencialidades, como la solubilidad, pueden reducirse a cualidades actuales, como concentración. Quinto, que la dilucidación de conceptos no se realiza en un vacío teórico: en la ciencia, las definiciones presuponen o implican leyes, y se construyen en el seno de sistemas.

No puede, pues, sorprender que las definiciones sufran el destino de las teorías y, en general, del conocimiento. La historia de las ideas científicas debería ser instructiva en este respecto, especialmente para los que creen que la definición es completamente arbitraria. Tomemos, por ejemplo, el concepto de ácido. Boyle había identificado (no definido) ácidos mediante un conjunto de reacciones: tenía *contrastaciones empíricas* y, por tanto, *criterios* de acidez, pero, como carecía de una teoría que explicara la constitución y la función de los ácidos, no pudo ofrecer ninguna definición teórica de "ácido". (Aunque, de todos modos, supo al menos no confundir sus pruebas o contrastaciones de acidez con "definiciones operacionales" de la acidez.) Lavoisier y otros, un siglo después de Boyle, intentarán aferrar la esencia de la acidez por el procedimiento de hallar algún constituyente elemental de todos los ácidos, pero fracasaron en el intento. Luego se abandonó el punto de vista sustancialista y se le sustituyó por el funcional: entonces pudo definirse "ácido" como aquello que se descompone en solución acuosa y da iones hidrógeno con carga positiva. Por último se afinó esa definición introduciendo un concepto cuantitativo de acidez que se basa en tres enunciados legaliformes. "Primera ley: "Todas las fórmulas de ácidos son de la forma  $HA$ ". Segunda ley: "Todos los ácidos se descomponen en la forma: " $HA = A^- + H^+$ ". Tercera ley: "En equilibrio, es constante la razón de concentración, o sea  $[H^+] \cdot [A^-] / [HA]$ ". El valor de esa constante, llamado  $K_{HA}$ , se toma como grado de acidez: los ácidos fuertes se caracterizan por un valor alto de esa constante. Sobre la base de la anterior definición pueden elaborarse pruebas o contrasta-

ciones de acidez que son universales y cuantitativas: la acción está ya guiada y explicada por la teoría."

La definición de conceptos científicos no es pues siempre una tarea puramente lingüística, sino que a menudo supone teoría e información empírica, de tal modo que los cambios en una u otra pueden obligar a cambiar definiciones. Consiguientemente, las definiciones no tienen que ser sólo *formalmente correctas*, sino, además, *materialmente adecuadas*, tanto en el sentido epistemológico de que debe ser correcto sustancialmente el conocimiento que presuponen o contienen cuanto en el sentido pragmático de que las definiciones concuerden, al menos a grandes rasgos, con el uso efectivo del especialista (no necesariamente con el uso ordinario). Si tal es la situación, la lógica sola no puede pretender enunciar la naturaleza y la función de la definición en la ciencia: la cuestión tiene también aspectos epistemológicos e históricos.

En la sección siguiente discutiremos la función de la definición en la ciencia, luego de aclarar algunos problemas lógicos y semánticos un tanto delicados.

## PROBLEMAS

3.3.1. Precisar el definiendum y el tipo de definición de los ejemplos siguientes:

1.  $p \rightarrow q =_{df} \neg (p \& \neg q)$
2.  $(x = \log_a y) \leftrightarrow (y = b^x)$
3.  $x \neq 0 \rightarrow x^0 =_{df} 1$
4.  $(0! = 1) \& [(n+1)! = (n+1) \cdot n!]$
5.  $B = \text{sen } A$ , con  $B$  dado.
6. Algo es un grupo si y sólo si satisface los axiomas siguientes. [Una lista de postulados de la teoría de grupos.]
7. Un género es la suma lógica de sus especies.
8. El término 'caliente' es sinónimo de la expresión 'que tiene una temperatura alta, comparada con la del cuerpo humano'.
9. Los organismos más aptos son los mejor adaptados a su ambiente.
10. "El conocimiento es opinión verdadera" (Platón).

3.3.2. Analizar las definiciones siguientes:

1. Un instante es la frontera entre dos intervalos de tiempo o momentos.
2.  $0 =_{df} (\exists y) [(x) (x + y = x)]$ .
3. "La sensación es la percepción de cosas primeras" (W. James).
4. "La significación de un término es su uso" (L. Wittgenstein).
5. "La inteligencia es eso que miden las pruebas de inteligencia" (varios psicólogos operativistas).

3.3.3. Analizar las expresiones, frecuentes en la literatura científica, 'La

función  $f$ , definida por  $f(x) = y'$ , y 'Definimos la posición de la partícula por medio de una medición de posición'. *Problema en lugar del anterior*: Considerar una serie infinita cuyos términos particulares,  $a_n$ , son desconocidos, de tal modo que sólo se sabe la razón de dos términos sucesivos. Supóngase, además que esa razón es constante, o sea, independiente de  $n$ :  $a_{n+1}/a_n = c$ . Probar qué tipo de definición suministra esa igualdad, y mostrar que basta para determinar la suma de la serie (salvo el término inicial  $a_1$ , que queda sin determinar).

3.3.4. Los pintores y los autores de estética han discutido acerca de si el blanco y el negro son colores. Análogamente, en el pasado, discutieron los matemáticos acerca de si 0 o hasta 1 son números. Proponer un camino para superar esas discusiones. *Problema en lugar del anterior*: Se han realizado algunos experimentos para averiguar si el aprendizaje de temas conceptuales supone a la vez comprensión y recuerdo. ¿Eran necesarios esos experimentos?

3.3.5. Exponer el primer tratamiento moderno de la definición, que es el breve tratado de PASCAL "De l'esprit géométrique" [1657?], in *Oeuvres complètes*, Paris, Éditions du Seuil, 1963. En ese escrito muestra Pascal la necesidad de nociones primitivas, y critica las "definiciones reales" porque no son libres (convencionales), sino discutibles: "las definiciones se dan sólo para indicar las cosas que se nombran, no para mostrar su naturaleza" (pág. 350). *Problema en lugar del anterior*: Exponer las ideas sobre la definición formuladas por W. WHEWELL en el *Novum Organum Renovatum*, 3rd. ed., London, Parker, 1858, págs. 30-40, donde sostiene que muchas controversias de la historia de la ciencia han sido batallas sobre definiciones, pero que "esas controversias no han sido nunca cuestiones de definiciones aisladas y arbitrarias, como tantas veces se tiene la tentación de creer" (pág. 36). "Cuando se nos propone una definición como un útil paso del conocimiento, tenemos siempre derecho a preguntar cuál es el Principio que enuncia" (pág. 37).

3.3.6. Examinar las siguientes opiniones sobre la segunda ley newtoniana del movimiento, " $f = ma$ ". (i) La ley puede considerarse como una definición de "fuerza" a base de "masa" y "aceleración". (ii) La ley puede considerarse como una definición de "masa". (iii) La ley puede entenderse como la fuente de una "definición operativa" de la masa relativa a base de la aceleración relativa en el caso de un par de cuerpos que están en interacción con la misma fuerza, puesto que en este caso la tercera ley de Newton dice que  $f_1 = -f_2$  y, por tanto, por la segunda ley,  $m_1 a_1 = -m_2 a_2$ , de lo que se sigue que  $m_1/m_2 = -a_1/a_2$ . Véase M. BUNGE, *Controversias en física*, Madrid, Tecnos, 1982.

3.3.7. Hallar una definición satisfactoria de "especie biológica" que pueda usarse como criterio de identificación inequívoca de individuos biológicos.

3.3.8. En una primera aproximación, el punto de fusión de una sustancia puede definirse como la temperatura a la cual se funde; con esto, el concepto cuantitativo de punto de fusión depende del concepto teórico de temperatura y del concepto observacional de fusión. ¿Presupone esa definición alguna ley? ¿Y qué puede decirse del hecho de que algunas sustancias no tienen un punto de fusión bien determinado, sino que se funden en intervalos de temperatura que pueden llegar a los cinco grados? ¿Deberíamos cambiar la definición

de "punto de fusión", o podemos sustituir ese concepto algo vago por otro más fuerte?

3.3.9. Examinar las llamadas *definiciones denotativas*, que consisten en nombrar algunos o todos los miembros de la extensión de un concepto, como en el ejemplo "Frege y Russell son lógicos". Admitiendo que la ejemplificación, o la numeración completa si es posible, son procedimientos de especificación de significaciones, ¿pueden considerarse definiciones? ¿Y qué condiciones tiene que cumplir una caracterización denotativa para ser exhaustiva? *Problema en lugar del anterior*: K. Menger ha propuesto definir "longitud en pulgadas", o " $l_{in}$ ", como la clase de todos los pares  $\langle x, l_{in}(x) \rangle$ . Ver, por ejemplo, F. HENNINGSEN and K. MENGER, "What is Length?", *Philosophy of Science*, 28, 172, 1961. Teniendo en cuenta que el dominio  $C$  de la función " $l_{in}$ " así definida es el conjunto de todos los cuerpos, y que el campo de valores  $R^+$  de la función es el conjunto de todos los números reales no negativos, podemos reformular esa definición así: " $l_{in} = C \times R^+$ ". ¿Es este análisis una definición? O sea: ¿Especifica inequívocamente esa fórmula la significación de " $l_{in}$ ", o se limita más bien a determinar su extensión total? En general: ¿Son definiciones las caracterizaciones denotativas (extensionales) de magnitudes, por exhaustivas que sean? Indicación: recordar la definición de "definición", y ver si hay exactamente una propiedad común a todos los miembros del conjunto  $C \times R^+$ .

3.3.10. Estudiar la relación entre definiciones y criterios, primero en la ciencia formal (por ejemplo, criterios de convergencia), y luego en la ciencia factual (por ejemplo, criterios de estabilidad). *Problema en lugar del anterior*: ¿Puede dilucidarse toda cualidad de disposición a base de cualidades actuales, invirtiendo así el primado aristotélico de la potencialidad sobre la actualidad?

### 3.4. \*Problemas de la Definición

Consideremos ahora algunos problemas relativos a la definición. Preguntémosnos, en primer lugar, qué propiedades caracterizan a una buena definición. En las anteriores secciones hemos mencionado algunas de esas propiedades, pero ahora las contemplaremos desde otro punto de vista.

Una primera exigencia formal es que la definición sea *consistente*, internamente (autoconsistente) y con el cuerpo en que se presenta. Es claro que una contradicción puede introducirse fácilmente en una definición; en una equivalencia como " $A \leftrightarrow (B \& C)$ ",  $C$  puede ser inconsistente con  $B$ , y entonces  $A$  será falso para todo valor veritativo de  $B$ . Por ejemplo, un filósofo arcaico puede persistir en su deseo de definir 'se mueve' por 'está en reposo y no está en reposo'. Tan claro como eso es que una definición puede, sin que se vea, estar en conflicto con una parte del cuerpo de conocimiento en el que se presenta. Así, en la anterior equivalencia ' $B$ ' puede ser " $c$  está muerto" y ' $C$ ', " $c$  está pensando". La lógica permite la conjunción de esas dos proposiciones, pero la ciencia factual la prohíbe: pensar es *factualmente inconsistente* con estar muerto. En resolu-



ción: una definición correcta es consistente interna y externamente, lógica y factualmente.

En el caso de los operadores, símbolos de operación, la consistencia formal está garantizada en parte por el carácter *unívoco* de la operación el cual, a su vez, tiene que estar asegurado por alguna fórmula anterior en el sistema (un axioma o un teorema). Supongamos que introducimos el operador ' $\neq$ ' en el conjunto de los números por medio de la definición implícita: " $x \neq y = z \leftrightarrow (x^2 = y) \& (z < y)$ ". Tomando  $x = 2$ ,  $y = 4$ ,  $z = 0$ , tripleto que satisface el segundo miembro de la ecuación, obtenemos  $2 \neq 4 = 0$  para el primer miembro. Pero también el tripleto  $x = 2$ ,  $y = 4$ ,  $z = 3$  satisface las equivalencias, y da:  $2 \neq 4 = 3$ . Sustituyendo en el primer resultado obtenemos entonces:  $0 = 3$ , caso de la contradicción general " $0 \neq 0$ ". La operación ' $\neq$ ' no es unívoca.

Otra exigencia sintáctica es que la definición explícita debe establecer identidades, o equivalencias formales, de tal modo que pueda siempre *intercambiarse* el definiendum con el definiens sin perder el valor veritativo. (Las equivalencias proposicionales, o sea, enunciados de la forma " $p \leftrightarrow q$ ", pueden interpretarse o usarse como definiciones, aunque en sí mismas no son convenciones lingüísticas; generalmente se presentan como teoremas en alguna teoría.) Así, en la aritmética de los enteros, 'El siguiente (o sucesor) de uno' puede sustituirse en toda fórmula por '2': los dos signos designan el mismo concepto. En cambio 'Dos es un siguiente de uno' no puede usarse así, porque al ser una descripción indeterminada, no establece una equivalencia plena.

Generalmente se enuncia una versión más fuerte de este principio de intercambiabilidad: que en toda definición definiendum y definiens deben ser libremente intercambiables no sólo sin cambio de valor veritativo (*salva veritate*), sino, además, sin alteración de la *significación*. Cuando se satisfacen esas dos condiciones —como ocurre en " $2 = 1 + 1$ "— la definición lleva a cabo simplemente una abreviación del discurso y supone la *eliminabilidad* del símbolo definido. Pero no es esta función pragmática lo que hace interesante a la definición: las definiciones son más valiosas cuando introducen *conceptos nuevos*, o sea, cuando acaranean cambios de significación. Considérese, por ejemplo, la definición del cociente de enteros a base de su producto, mediante " $x/y = z \leftrightarrow x = y \cdot z$ ": todas las ternas de tres enteros que satisfacen el miembro de la izquierda satisfacen también el de la derecha, pero en el definiendum aparece un concepto nuevo, con nuevas propiedades, que no se da en el definiens, a saber, el concepto de fracción (número racional). Consiguientemente, no impondremos a la definición la doble condición de invariancia extensional o intensional, sino sólo la primera: exigimos, pues, la intercambiabilidad en sentido extensional, no en sentido intensional. Volveremos a tratar este punto.

La contrapartida semántica de la exigencia de equivalencia extensional

o intercambiabilidad es la condición de *no-creatividad*, la cual ordena que no se introduzcan nuevas hipótesis a través de definiciones. (Pero no adoptamos la versión fuerte de la condición de no-creatividad, la cual prohíbe introducir también conceptos nuevos por medio de definiciones.) Dicho de otro modo: una definición no debe aumentar el contenido de un sistema: todo el contenido de un sistema tiene que estar en sus premisas (axiomas y supuestos auxiliares, como los datos), y las definiciones tienen que limitarse a facilitar la explicación de las consecuencias lógicas de dichas premisas. Aclaremos dos malentendidos que suelen producirse a este respecto.

En primer lugar, las definiciones de una teoría se tratan, para fines de deducción, como si fueran premisas, con el mismo título que las hipótesis de la teoría; algunas ramas de un árbol deductivo pueden efectivamente ser definiciones: esas definiciones nos permiten en unos casos *reformular* premisas, y en otros construir *puentes* entre algunas de ellas (cfr. fig. 3.4).

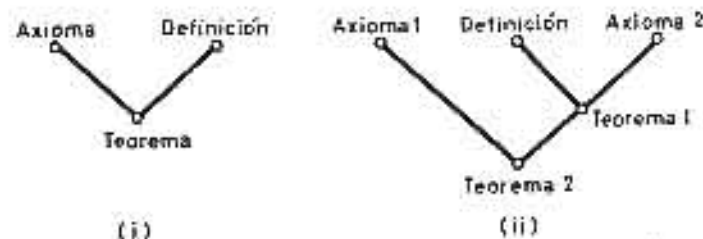


Fig. 3.4. Una situación frecuente: teoremas deducidos de supuestos anteriores más definiciones, (i) Reformulación. (ii) Fuente.

Peró en todos los demás aspectos las definiciones tienen su estatuto propio, inferior al de los supuestos iniciales de una teoría (axiomas).

En segundo lugar, los axiomas de una teoría contribuyen a dilucidar la significación de los conceptos básicos (primitivos) de la teoría, pero esto no quiero decir que los axiomas de una rama de la ciencia, como la mecánica, no sean más que *definiciones disfrazadas*, como sostiene el convencionalismo. Si así fuera, los axiomas no podrían entrar en contradicción con la experiencia, ni tendría interés el intentar corregirlos y mejorarlos, y la historia de la ciencia, en una palabra, se parecería mucho al shakespeariano sueño de un idiota. Por lo demás, *toda* fórmula puede usarse para especificar parcialmente la significación de algunos de los términos que se presentan en ella, pero lo decisivo es que no toda especificación de significación es ya una definición. Así, el enunciado singular "Este es un libro de metafísica" puede usarse para especificar la significación de 'metafísica', pero no es una definición, puesto que no establece una equivalencia entre signos (el enunciado es una referición). Dicho brevemente: los postulados y las definiciones no son intercambiables, pero un postulado

extralógico hace algo más que dar información acerca del mundo: también iluminará un tanto la significación de los términos que se presentan en la sentencia que lo expresa.

W. V. O. Quine y N. Goodman han propuesto un ingenioso expediente por el cual las proposiciones sintéticas (o sea, los axiomas de una teoría factual) pueden aparentemente eliminarse en favor de definiciones. Supongamos que tenemos una teoría sobre flujos o el fluir del calor. Esa teoría contiene una primitiva extralógica "F" que tiene la estructura de una relación diádica. La significación de "F" puede especificarse del modo siguiente: si dos objetos cualesquiera,  $x$  e  $y$ , están en la relación  $F$  —o sea, si vale  $F(x, y)$ — entonces fluye calor de  $x$  a  $y$ , y si vale  $\neg F(x, y)$ , entonces no fluye calor de  $x$  a  $y$ . Postulemos ahora que hay pares de cuerpos tales que entre ellos no fluye calor:

$$(\exists x)(\exists y) [\neg F(x, y) \ \& \ \neg F(y, x)] \quad \text{Postulado de existencia} \quad [3.9]$$

Este axioma garantiza que existe cierto conjunto no vacío, a saber, el conjunto de los pares de cuerpos entre los cuales no fluye calor. Este supuesto fundamenta o justifica la introducción del concepto de equilibrio término, designado por el predicado diádico "E":

$$E(x, y) =_{\text{def}} \neg F(x, y) \ \& \ \neg F(y, x) \quad \text{Definición} \quad [3.10]$$

Ahora fijamos olvidar el postulado de existencia [3.9] e iniciemos el siguiente razonamiento. En vez de considerar a "F" como noción primitiva, arrancamos de "E". Luego postulamos que E es simétrico, es decir, afirmamos la ley siguiente:

$$(x)(y) [E(x, y) \rightarrow E(y, x)] \quad \text{Ley} \quad [3.11]$$

Por último observamos que este postulado es redundante: efectivamente, la simetría de E se sigue de la definición [3.10], como puede verse fácilmente intercambiando  $x$  e  $y$  en ella y recordando que la conjunción es conmutativa. A primera vista concluimos, pues, que la ley [3.11] puede sustituirse por la definición [3.10], y que las correspondientes técnicas de contrastación empírica pueden sustituirse por operaciones con papel y lápiz. Con paciencia podríamos así reformular el conjunto de la ciencia factual como un conjunto de definiciones.

Si esa argumentación no tuviera fallos, se violaría el principio de no-creatividad y, cosa más importante, se podría reconstruir la ciencia factual de tal modo que no se necesitarían ya contrastaciones empíricas: bastaría con comprobar en cada caso la corrección lógica. Y como esta consecuencia parece muy inverosímil, pensamos que algo debe fallar en aquel procedimiento. ¿Qué es lo que falla? Simplemente, que [3.11], separado de las consideraciones anteriores, no es una ley física, sino una fórmula vacía: sólo un postulado de existencia que garantice que el concepto "E" tiene

un correlato real (una extensión no vacía) puede hacer de [3.11] un postulado extralógico. Un tal postulado de existencia podría ser " $(\exists x)(\exists y) E(x, y)$ ", o, aún más brevemente, " $E \neq \phi$ ", el cual, en virtud de la definición [3.10], equivale al postulado [3.11]. (En la Secc. 6.4 mostraremos que a toda fórmula universal hay que añadir un postulado de existencia para conseguir una ley universal.) Inferiremos de esto, en primer lugar, que las generalizaciones aisladas, no fundamentadas por enunciados existenciales (explícitos o tácitos), pueden sustituirse por definiciones, pero que tales enunciados no son postulados extralógicos (leyes, por ejemplo) en sentido propio. En segundo lugar, que ningún término debe introducirse arbitrariamente en la ciencia, ni como símbolo primitivo ni como símbolo definido: el término debe cumplir una útil función sintáctica o tener una denotación posible, es decir, un correlato real posible. (Como es natural, esta exigencia no se aplica a juegos lingüísticos.)

Otra exigencia semántica es que la connotación (intensión) del término definido debe casar con su denotación (extensión). Por ejemplo, si se establece una definición de "espíritu", no debe ser aplicable a ostras ni a calculadoras, porque ni unas ni otras tienen funciones mentales. No es éste un punto de uso o convención, sino de teoría: si nos negamos a atribuir espíritu a las ostras y a las calculadoras no es a causa de una costumbre lingüística, no es por razones pragmáticas, sino porque las ostras y las calculadoras carecen del órgano de las funciones mentales, el cerebro. Y esta observación roza ya la próxima exigencia.

Una tercera exigencia semántica se refiere a las definiciones que amplían la significación de un término ya en uso: el concepto generalizado debe reducirse al más estrecho cuando se está en el campo propio de éste. Por ejemplo, si se definen "temperatura" y "entropía" para estados que no son de equilibrio, esos conceptos ampliados tienen que coincidir con los de temperatura y entropía para estados de equilibrio. La exigencia que consideramos es una especie de principio de correspondencia para conceptos, y regula su generalización. (Para el concepto de generalidad de un concepto, *cf.* Secc. 2.3.) Con esto basta por lo que hace a exigencias semánticas puestas a la definición.

Un importante requisito pragmático es la exigencia de que la definición sea fecunda, ya porque ahorre tiempo (fecundidad práctica), ya porque establezca relaciones entre conceptos y contribuya así a la sistematicidad (fecundidad teórica). Supongamos, por ejemplo, que en vez de las definiciones (implícitas) de las funciones trigonométricas básicas — " $\text{sen } \theta = \text{alt}/r$ " y " $\text{cos } \theta = \text{ad}/r$ " — propusiéramos algunos de los siguientes pares:

$$\text{sen } \theta =_{\text{def}} 2^{-\frac{1}{2}} (x \pm y) \quad \text{sen } \theta =_{\text{def}} 2^{-\frac{1}{2}} (x \pm ty) \quad [3.12]$$

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{2}} (x + y) \quad \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{2}} (x + iy)$$

con  $i = \sqrt{-1}$ . Los cuatro pares de definiciones satisfacen las condiciones formales de consistencia, intercambiabilidad y no-creatividad. Además son consistentes con el teorema de Pitágoras, " $x^2 + y^2 = r^2$ ", supremo principio de la trigonometría plana. Por último, son fecundos en un sentido trivial: dan origen a cierto número de teoremas análogos a los de la trigonometría plana corriente. Pero las cuatro nuevas teorías formadas con las nuevas definiciones y el teorema de Pitágoras, aunque formalmente correctas e isomórficas con la teoría corriente, dejarán de alcanzar el objetivo interesante de esta última, que consiste en relacionar y calcular ángulos a base de los lados de triángulos rectángulos.

Otro ejemplo: supongamos que unos físicos han decidido dar un nombre especial a la expresión " $m^2v^{3/2}$ ". Su decisión no estaría justificada, porque esa expresión no desempeña papel alguno en ninguna teoría fundamental, aunque acaso se presente en alguna aplicación. En cambio, tienen nombres especiales los conceptos de momento lineal, " $mv$ ", y de energía cinética, " $1/2 mv^2$ "; éstos son conceptos fecundos, y por eso lo son también las correspondientes definiciones. Son fecundos porque se presentan en enunciados legaliformes de teorías fundamentales y denotan propiedades físicas. La ciencia no da uso alguno a un símbolo que no realice ninguna función sintáctica ni designe una propiedad. En sustancia: las definiciones no se construyen por capricho, sino para hacer frente a determinadas necesidades teóricas o prácticas.<sup>9</sup>

Establezcamos, por último, una condición que tiene alcance ontológico y metodológico, a saber: Siempre que sea posible, debe *definirse lo superior por lo inferior o igual*. Ejemplo: no se deben definir conceptos físicos a base de conceptos fisiológicos o psicológicos. Consideremos la siguiente definición de "gas": "Un cuerpo es un gas [o es gaseoso] si y sólo si no afecta a nuestro sentido del tacto ni a nuestra percepción muscular, pero puede ser percibido inhalándolo en ausencia de aire". Esta definición es formalmente correcta y didácticamente útil, pero no es aceptable en física, porque es antropocéntrica: reduce una propiedad de nivel bajo a un conjunto de propiedades de alto nivel (cualidades sensibles o secundarias). Desde el principio mismo de la época moderna ha sido una condición tácita de las definiciones científicas la de que el estatuto ontológico del definiens sea más bajo o igual que el del definiendum. Esta exigencia tiene un sustrato naturalista, lo que muestra una vez más que en la ciencia las definiciones no son siempre puras convenciones lingüísticas, y que la ciencia no es filosóficamente neutra.

Este último requisito no se refiere al estatuto epistemológico de los términos relacionados por la definición. El definiens no tiene por qué ser más inmediato, menos abstracto epistemológicamente que el definiendum.

El definiens debe estar más cerca de la experiencia o del conocimiento común que el definiendum sólo en el caso de que la definición se formule con fines predominantemente didácticos, es decir, cuando se usa principalmente como *explicación de la significación*. (Y la atención exclusiva a esta función psicológica de la definición es una fuente de equívocos.) Pero cuando "agua" se define como la sustancia cuya fórmula de composición es " $H_2O$ ", desde el punto de vista epistemológico se está definiendo un concepto de bajo nivel por términos de nivel alto. Las definiciones nos permiten unas veces subir por la escala de la abstracción, y otras veces bajar por ella. Esto muestra que, aunque el definiendum es lógicamente equivalente al definiens, no es necesario que haya equivalencia epistemológica entre ambos. Según esto, la intercambiabilidad de definiendum y definiens (exigencia sintáctica) no implica la *eliminabilidad* del símbolo definido: ambos términos pueden ser necesarios para fines distintos.

Necesitamos el término "agua" para tratar con la experiencia, y necesitamos el término "sustancia cuya fórmula de composición es " $H_2O$ " para entender la experiencia; y necesitamos la equivalencia establecida por la definición para vincular la teoría con la experiencia. Por otra parte, el enunciado "El agua es la sustancia cuya fórmula de composición es " $H_2O$ " puede considerarse ya como una definición nominal, ya como una "definición real", o sea, como una caracterización: en el primer caso "agua" (el concepto) es el verdadero tema, mientras que en el segundo caso lo es la sustancia agua. La proposición puede entenderse como equivalencia entre dos conceptos o como una hipótesis que podría ser falsa —y que sin duda habría sido considerada falsa en los comienzos de la química moderna, cuando se creía que la fórmula del agua era " $HO$ ". En general, la real naturaleza de un enunciado no depende sólo de su estructura y de su correlato, sino también de la función que realiza, y ésta depende a su vez de los objetivos del que lo usa.

Consideremos el concepto de momento lineal, introducido en la mecánica newtoniana mediante la definición explícita: " $p = mv$ ". Sintácticamente, " $p$ " puede intercambiarse siempre con " $mv$ " (mientras nos limitemos a coordenadas cartesianas). Pero " $p$ " no puede *eliminarse*, porque tiene su propia significación: se presenta por sí mismo en la ley de conservación del momento lineal, y en algunos casos el valor numérico de  $p$  puede medirse directamente, o sea, independientemente de mediciones de masa y de velocidad; así ocurre, por ejemplo, en el caso de una partícula cargada en un campo magnético. Necesitamos los tres conceptos, " $m$ ", " $v$ " y " $p$ ", cada uno por derecho propio, porque refieren a distintas propiedades de sistemas físicos. Así, por último, lo confirma el hecho de que, en teorías más generales, aparece un concepto nuevo y más general de momento lineal, que se introduce independientemente de  $v$ .

Da, pues, lugar a una mala comprensión de la definición el interpretar la *intercambiabilidad* de conceptos como *eliminabilidad* de su mitad al

menos. En realidad, todo el sentido de la definición es introducir *símbolos nuevos* (los cuales a veces designan conceptos nuevos) de tal modo que no se produzcan *fórmulas nuevas* (de acuerdo con el principio de no-creatividad). Así podemos siempre intercambiar las fórmulas " $x - y = z$ " y " $x = y + z$ ", y efectivamente usamos esa equivalencia para definir (implícitamente) la sustracción a base de la adición. Pero la equivalencia formal de los enunciados no anula la introducción del *nuevo concepto* de número negativo —y ésta es la razón por la cual nos molestamos en formular la definición, es decir, para introducir formalmente ese nuevo concepto. Los números negativos no son eliminables simplemente porque sean definibles mediante números positivos, sino que enriquecen sustancialmente la clase de los números, primero por su propia presencia, y luego permitiendo llegar (junto con la operación de raíz cuadrada) a los números imaginarios. Lo único de que se puede prescindir teóricamente (no pragmáticamente) es de la *operación* sustracción. Una vez introducido un concepto nuevo, como concepto primitivo o por medio de una definición, puede adquirir "vida" propia y puede abrir toda una nueva rama de la investigación.

Ahora podemos ya precisar el lugar de la definición en la ciencia. Las definiciones no son ni tan importantes como antes se creía ni meras trivialidades, como sostiene la doctrina de la eliminabilidad. Las funciones de la definición en la ciencia parecen ser principalmente:

(i) *Formación (introducción) de signos nuevos*. Esto puede hacerse principalmente con el objeto de abreviar o simplificar expresiones, como cuando '&' se usa a título de abreviatura de 'y', especialmente en lenguas en las que esta copulativa es una palabra más larga; o como cuando '↔' se usa para abreviar 'si y sólo si'. La economía notacional que se consigue de este modo nos permite captar mejor los conceptos complejos como unidades; piénsese, por ejemplo, en la ventaja psicológica que supone poder trabajar con  $P_n(x)$  en vez de con  $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0$ .

(ii) *Introducción formal de conceptos nuevos* sobre la base de conceptos viejos. Piénsese en la infinidad de conceptos engendrados por los dos únicos conceptos básicos (primitivos) "cero" y "siguiente" (o bien "cero" y "+1").

(iii) *Especificación de significaciones*: definir es un modo de determinar la significación de términos que pueden haberse usado ya antes presistemáticamente. No es el único procedimiento, ni siquiera el mejor, si se le compara con la construcción de una entera teoría que contenga dicho concepto aclarado; pero es un procedimiento eficaz.

(iv) *Interrelación de conceptos*: vinculando conceptos, la definición contribuye a la organización o sistematización del conocimiento.

(v) *Identificación de objetos*: junto con las descripciones (especialmente las "definiciones reales"), las definiciones suministran criterios para identificar objetos. Así, para averiguar si un número dado es múltiplo de 7, lo

dividimos por 7 y vemos si resulta un entero, usando así la definición de múltiplo de 7.

(vi) *Higiene lógica*: la ambigüedad y la vaguedad pueden reducirse si se definen los términos. Pero, como es natural, las definiciones no pueden eliminar la ambigüedad y vaguedad que esté ya en los símbolos primitivos.

(vii) *Simbolización precisa* de ciertos conceptos y, consiguientemente, análisis exacto de los mismos. Las definiciones pueden usarse para simbolizar conceptos huidizos, como el de existencia formal. Así podemos decir que  $x$  existe formalmente en el sistema  $S$  (lenguaje o cuerpo de conocimiento) si y sólo si  $x$  es primitivo (símbolo o fórmula) en  $S$  o  $x$  satisface una definición  $D(x, S)$  en  $S$ :

$$x \text{ existe en } S =_{df} x \text{ es primitivo en } S \vee D(x, S) \quad [3.13]$$

En esa fórmula hemos utilizado la idea de que la *definibilidad es relativa* a un sistema o contexto, más que inherente al definiendum. Las nociones primitivas de un sistema son indefinibles en él, pero pueden ser definidas en otros sistemas. Esta obvia trivialidad ha sido negada por filósofos como G. E. Moore, los cuales sostienen que hay términos absolutamente indefinibles, a saber, los que designan aspectos de la experiencia inmediata, como 'amarillo' y 'bueno'. La tendencia teórica que subyace a esa actitud es el sueño de construir el mundo a partir de primitivas experienciales. En otros lugares mostramos que esto no es más que una pesadilla (Seccs. 2.6, 3.7, 5.4, 8.1, 8.5, etc.); la tesis de la indefinibilidad absoluta es errónea, y precisamente respecto de la amarillez y bondad, como puede verse por el hecho de que esos conceptos pueden ser definidos en contextos distintos del conocimiento ordinario. Por ejemplo, 'amarillo' puede definirse en óptica fisiológica como el predicado que designa la sensación producida en el ojo humano por ondas electromagnéticas de una determinada longitud; y 'bueno' puede definirse, en el contexto de la teoría del valor, como lo estimado positivamente. Lo cierto es (i) que esos términos son primitivos en el lenguaje ordinario, y (ii) que una definición de 'amarillo' no será de ninguna utilidad al que sea ciego para los colores, porque no por ella conseguirá tener la experiencia del amarillo, del mismo modo que la definición de 'bueno' no servirá para nada al que sea ciego para los valores, caso de existir tales individuos. Las definiciones no pueden sustituir a la experiencia, ni suministran nuevo conocimiento (como no sea psicológicamente); pero tampoco lo pretenden, aunque contienen cierta experiencia y alguna consciencia de dicha experiencia. Proclamar la indefinibilidad absoluta de determinados términos, o sea, la imposibilidad de definirlos en ningún contexto, es mero dogmatismo. La definibilidad es relativa al contexto, y la indefinibilidad tiene que probarse antes de proclamarse; por lo demás, puede efectivamente probarse mediante la técnica de Padoa para demostrar la independencia de los conceptos (cfr. Secc. 7.6).

Con esto termina nuestro estudio de la definición; nuestra inmediata tarea es ahora el estudio de la interpretación y de los procedimientos de interpretación, que son las referencias.

### PROBLEMAS

3.4.1. Completar con ayuda de manuales de lógica la lista de condiciones de la definición correcta establecida en el texto, y justificar dichas condiciones.

3.4.2. Examinar la regla "Emplécese todo discurso con la definición de los términos-clave", o la regla más débil "No dejar sin definir ningún término básico".

3.4.3. Examinar las llamadas definiciones reales, o sea, caracterizaciones de objetos mediante la enumeración de cierto número de propiedades suyas. ¿Son definiciones? ¿Y suministran la esencia del objeto al que se refieren?

3.4.4. Analizar las "definiciones" por condiciones necesarias y las "definiciones" por condiciones suficientes, con especial referencia a "viviente" (enfrentado con "inerte") y a "hombre" (enfrentado con "autómata"). ¿Satisface la exigencia de intercambiabilidad? Aplicar el resultado de ese ejercicio a un análisis del siguiente enunciado del biólogo G. WALD en "Innovation in Biology", *Scientific American*, 199, núm. 3, 1958, pág. 113: "Hace mucho tiempo que se convenció la biología de que no es útil definir la vida. Lo malo de esas definiciones es que siempre puede construirse un modelo que satisface la definición y que, sin embargo, no es un ser vivo". *Problema en lugar del anterior*. Averiguar cuáles son las condiciones de la definición correcta que no son satisfechas por las definiciones de trabajo (cfr. Secc. 2.3).

3.4.5. ¿Afectan las definiciones a signos o a conceptos? *Problema en lugar del anterior*: ¿Son las definiciones nominales pragmáticamente arbitrarias (por ejemplo, inmotivadas)?

3.4.6. Examinar la doctrina según la cual una definición es una convención puramente lingüística que no presupone ni contiene conocimiento y cuya única función es contribuir a la claridad y precisión del lenguaje y a la economía del discurso. Explorar el origen de esta doctrina hasta el *De Corpore* (1655) de T. HOBBES, y averiguar si era superior a su contraria, la doctrina aristotélica.

3.4.7. A menudo se considera que la sinonimia es reducible a la definibilidad. O sea: a menudo se afirma la equivalencia "x es sinónimo de y si y sólo si x es definible por y o y es definible por x". ¿Es esto coherente con la idea de que "sinonimia" es un concepto semántico, mientras que "definibilidad" es un concepto sintáctico? *Problema en lugar del anterior*: ¿Son las equivalencias definiciones? ¿O subyacen meramente a algunas definiciones?

3.4.8. Examinar la doctrina convencionalista de que los axiomas de la física son definiciones disfrazadas, y, por tanto, convencionales y empíricamente incontrastables. Cfr. H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*, Chap. VI; L. LE ROY, "Un positivisme nouveau", *Revue de métaphysique et de morale*, 9, 143, 1901, y P. DUBEM, *The Aim and Structure of Physical Theory* [original francés 1914],

New York, Atheneum, 1963, págs. 208 ss. *Problema en lugar del anterior*: Examinar W. V. O. QUINE and N. GOODMAN, "Elimination of Extra-Logical Postulates", *Journal of Symbolic Logic*, 5, 104, 1940, y W. V. O. QUINE, "Implicit Definition Sustained", *Journal of Philosophy*, LXI, 71, 1964.

3.4.9. La ley de Ohm, " $e = Ri$ ", vale aproximadamente para un circuito metálico alimentado por pilas y a temperaturas ordinarias. En esa fórmula,  $R$  es una constante característica de cada clase de conductor, y se llama la resistencia eléctrica del material. La definición corriente de " $R$ " se hace precisamente por medio de la ley de Ohm, o sea, así: " $R =_{df} e/i$ ". Recuérdese que en esta última fórmula ' $R$ ' no tiene más papel que el de ser una abreviatura de ' $e/i$ '. ¿Por qué interpretamos el signo ' $R$ ' como signo que denota la propiedad física de resistencia? ¿Está suministrada esa interpretación por la definición? ¿Nos permite la definición prescindir del concepto de resistencia?

3.4.10. Informar acerca de desarrollos recientes de la teoría de la definición. Cfr. particularmente A. TARSKI, "Some Methodological Investigations on the Definability of Concepts", 1934, in *Logic, Semantics, Metamathematics*, Oxford, At the Clarendon Press, 1956; K. L. DE BOUVIÈRE, *A Method in Proofs of Undefinability*, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1959, y M. BONGER, *Interpretation and Truth*, Dordrecht, Reidel, 1974. *Problema en lugar del anterior*: ¿Puede convertirse toda definición implícita en una definición explícita? Cfr. A. ROBINSON, *Introduction to Model Theory and to the Metamathematics of Algebra*, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1963, páginas 117-118.

### 3.5. Interpretación

Interpretamos un hecho cuando lo explicamos, e interpretamos un signo artificial (símbolo) cuando averiguamos o estipulamos lo que significa en un determinado contexto. Y un signo artificial significa —si es que significa— lo que representa, o sea, su designatum. El designatum de un símbolo es, por su parte, un objeto conceptual a físico o, más en general, un conjunto de objetos. Según esto, son símbolos significativos los que designan ideas o hechos, mientras que símbolos sin-sentido son los que no designan nada. La relación de la designación puede ser unívoca o biunívoca: en el primer caso es ambigua. Cualquiera de los designata de un símbolo ambiguo puede ser llamado un *sentido* del mismo. Así, uno de los sentidos de "fósil" es "restos de un ser vivo", y otro es "catedrático que no quiere jubilarse". En particular, un signo unidad, o término, es significativo si designa un conjunto no-vacio; la designación es no-ambigua si el conjunto es un conjunto-unidad. Y una *sentencia* será significativa si representa un conjunto de proposiciones; la *sentencia* será ambigua a menos que represente una sola proposición, y será sin-sentido si no representa ninguna proposición.

La significación es contextual, o sea, relativa, y no intrínseca y abso-

luta. Por ejemplo, la palabra inglesa 'silly' es sin-sentido en español: en este contexto no representa ninguna idea. Pero 'silly' significa en inglés lo mismo que 'tonto' en español. Análogamente, el que una sentencia sea significativa o no depende del contexto en el cual se presenta. Así, 'La Luna está triste' es un sin-sentido en astronomía, porque la astronomía no contiene el concepto de tristeza. Pero, en poesía, en virtud de las convenciones que regulan las metáforas, la anterior sentencia es una designación ambigua de un conjunto de proposiciones, una de las cuales es "Me entristece mirar a la Luna en este momento".

\*Dicho de otro modo: el mismo concepto  $C$  se designa por 'silly' en inglés y por 'tonto' en español; o sea,  $C$  es la significación de  $s$  en  $S$  y la significación de  $e$  en  $E$ :  $C = \text{Sig}(s, S) = \text{Sig}(e, E)$ . Por otro lado  $\text{Sig}(s, E) = \text{Sig}(e, S) = \phi$ . En el caso de la sentencia poética  $s$ , que designa el conjunto de proposiciones  $p$ , tenemos:  $p = \text{Sig}(s, P)$ , pero  $\text{Sig}(s, A) = \phi$ . En general, para un signo  $s$  de un sistema de signos o lenguaje  $L$ , tendremos un conjunto,  $i$ , de ideas, que puede ser un conjunto vacío, correspondiente a  $s$ :  $i = \text{Sig}(s, L)$ . Si se cambia el contexto  $L$ , también cambiará —si la hay— la idea subyacente a  $s$ . Ni siquiera los símbolos de la lógica tienen una significación absoluta, sino que pueden tener significaciones diferentes en las diversas teorías lógicas.\*

Lo anterior se refiere a uno de los conceptos de significación cubiertos por el término 'significación', a saber, a uno de los términos de la relación de designación; hemos identificado, efectivamente, la significación de un signo con la idea que representa. Hay, sin embargo, otros conceptos de significación, o sea, otros sentidos de 'significación'. En la Secc. 2.3 definiremos la significación de un término como el par formado por la intensión y la extensión del concepto designado por el término. Hay un tercer concepto de significación relevante para nuestra discusión y que está relacionado con la naturaleza de la extensión. Hemos visto (Seccs. 1.4 y 2.1) que las ideas pueden ser puras o no puras; pueden ser autocontenidas o apuntar a objetos no-ideales. La idea de número es de la primera clase, mientras que la idea de átomo es de la segunda. Así pues, en un tercer sentido, un signo será significativo si y sólo si designa una idea que, a su vez, tiene un referente no-ideal; y signos sin referente serán sin-sentidos en esta acepción. Los tres sentidos de 'significación' son relevantes para la metaciencia.

Por eso será conveniente introducir un cuarto concepto más general de significación que subsuma a los otros tres: un concepto que se refiera a símbolos, a las ideas que éstos representan y a los correlatos de estas últimas, si los hay. Este concepto de significación se introducirá prácticamente (no formalmente) por medio de una tabla (vid. en pág. sig.).

La clase 1 es la de los símbolos *sin-sentido*, o sea, signos que no tienen designate ni, a fortiori, correlato. La clase 2 es la de los símbolos formalmente *significativos*, o sea, los signos que representan ideas lógicas o

	(1) Sin sentido	(2) Formalmente significativo	(3) Empíricamente significativo	(4) Objetivamente significativo	(5) Plena-mente significativo	(6) Relación
Signo	○	○ ↓	○ ↓	○ ↓	○ ↓	Designación
IDEA (Concepto, proposición, teoría)		○ ↓	○ ↓	○ ↓	○ ↓	Referencia empírica
EXPERIENCIA			○ ↓		○ ↓	
HECHO OBJETIVO				○ ↓	○ ↓	Referencia objetiva
EJEMPLO	'Ek-sis-tencia'	'&'	'Dolor'	'Valencia qui mica'	'Mesa'	

matemáticas. Así por ejemplo, '·' es formalmente significativo en aritmética, pues representa en ella o nombra el concepto de producto aritmético; en este caso el análisis de la significación se detiene aquí, porque el concepto "·" no refiere a ninguna operación empírica ni acontecimiento, al menos en el contexto de la aritmética. La clase 3 es la de los símbolos *empíricamente significativos*, o sea, los que designan ideas que tienen a su vez una referencia empírica; los conceptos empíricamente significativos denotan en particular experiencia o rasgos de la experiencia. Así 'espejismo' es empíricamente significativo: designa un concepto cuya denotación es un conjunto de fenómenos, pero no tiene referencia objetiva, puesto que los espejismos tienen lugar en sujetos humanos y no en el mundo físico. Obsérvese que nuestra tabla no incluye la clase de signos significativos que no designan idea alguna, como 'jay!' En la ciencia, que es un cuerpo de ideas, esos símbolos tienen aún menos uso que los sin-sentido, los cuales, como no están comprometidos, pueden recibir por convención cualquier significado. La clase 4 es la de los signos *objetivamente significativos*, pero sin significación empírica, o sea, los signos que denotan ideas acerca de hechos o de cosas que están más allá de la experiencia, pero se consideran reales. Estrictamente hablando, deberían llamarse *signos de supuesta significación objetiva*, pues no hay garantía de que todos ellos sean verdaderamente objetivos. Caen en esta clase numerosas ideas científicas. Por ejemplo, 'partícula libre' es objetivamente significativo, en el sentido de que las

teorías de las partículas libres pretenden referir a tales objetos, y que su pretensión está apoyada por el hecho de que hay valores de  $x$  para los cuales la función " $x$  es una partícula libre" es aproximadamente verdadera. Pero 'partícula libre' no nombra ninguna clase de entidades experienciales, porque es imposible tener experiencia alguna de partículas enteramente libres: en cuanto que establecemos una conexión con ellas para obtener información dejan de ser libres; nuestra experiencia se refiere, pues, a lo sumo, a partículas aproximadamente libres. Por último, la clase 5 es la de los símbolos que son empírica y objetivamente significativos, como los nombres de clases de objetos perceptibles. Obsérvese que no hemos incluido en 4 y 5 los signos que pretenden designar objetos físicos de los que no tenemos la menor idea.

Un pleno análisis de la significación aclarará a cuál de las cinco clases anteriores pertenece el símbolo. El análisis tendrá también en cuenta que las significaciones son contextuales, en la medida en que la colocación de un determinado signo puede alterarse como resultado de la investigación. Así, un signo inicialmente sin-sentido puede recibir alguna significación: así ha ocurrido, por ejemplo, con inscripciones que inicialmente se creyeron naturales y luego se descifraron como signos de lenguaje; a la inversa, los signos aritméticos ' $'$ ' y ' $+$ ', cuando se adoptan en teorías abstractas, pierden su significación inicial y hasta toda significación específica. También el desarrollo de las técnicas de observación puede atribuir una significación empírica a un símbolo inicialmente dotado sólo de significación objetiva: piénsese en las moléculas, que hoy día son ya indirectamente visibles gracias al microscopio electrónico.

Para bien o para mal, hay que reconocer que el análisis de significación no es filosóficamente neutro. Es probable que un filósofo del lenguaje ordinario no descubra uso alguno para la significación formal ni para la objetiva: el lenguaje ordinario es un lenguaje de cosas, íntimamente enlazado con la experiencia cotidiana y muy pobre en palabras que designen ideas puras y conceptos teóricos. Y un empirista radical no hallará uso alguno para símbolos objetivamente significativos que al mismo tiempo no tengan significación empírica (clase 4). Pero estos signos son característicos de la ciencia. Tomemos, por ejemplo, la sentencia 'El sistema solar se formó hace unos cinco millones de años': estrictamente hablando, esa sentencia carece de significación empírica, puesto que no corresponde a ningún conjunto de experiencias. Sin duda podemos imaginar un observador ficticio que hubiera sido testigo del gran acontecimiento; o también podemos intentar salvar desde un punto de vista empirista esa sentencia diciendo que si hubiera existido un observador en ese momento, habría sido testigo del hecho (lo que se llama un enunciado contrafactual). Pero observadores inexistentes, y, por tanto, inobservables, no pueden impartir contenido observacional alguno a una sentencia. Y para un empirista resultaría suicida inventarse entidades sobrehumanas (o acaso sobrenaturales). Por tanto, los empiristas

coherentes tienen que exigir la eliminación de todos los símbolos sin significación empírica. Lo que ocurre es que una tal mutilación equivaldría a anular a la ciencia.

No obstante, el requerimiento de significatividad empírica, pese a ser mortal en su versión extrema, tiene una raíz sana, a saber, el deseo de evitar el sinsentido y, con él, las expresiones no sometibles a contrastación. Los predicados 'significativo' y 'contrastable' están en efecto relacionados por la tesis siguiente: *Si una fórmula es empíricamente contrastable, entonces es empíricamente significativa*. Lo que quiere decir que la contrastabilidad es condición suficiente de la significatividad; pero no que sea necesaria. Si al mismo tiempo se afirma esto, que es la recíproca, o sea, si se declara que la contrastabilidad es condición necesaria de la significatividad empírica, se establece la equivalencia de ambos predicados, esto es, la tesis de que una sentencia es empíricamente significativa si y sólo si es contrastable. Y si se añade a eso que la significación empírica es la única que existe, se tiene al final la *doctrina de la significación como verificabilidad*, según la cual una sentencia es significativa (que quiero decir en este caso "empíricamente significativa") si y sólo si es verificable, o, más en general, contrastable. Pero la ecuación entre contrastabilidad y significación es desastrosa por las razones siguientes.

En primer lugar, la doctrina decreta la sinonimia de 'significación', que es un término semántico, con 'contrastabilidad', que es un término metodológico. Mas la interpretación por conceptos empíricos es anterior a la efectiva realización de contrastaciones empíricas: para planear y poner en práctica la contrastación empírica de una hipótesis, tenemos que haber descubierto previamente que esa hipótesis nos lleva al nivel de la experiencia, o sea, tenemos que haber averiguado sus implicaciones empíricas. Supongamos que un físico teórico lanza la hipótesis de la existencia de una nueva clase de partículas a las que da el nombre de epsilones. El experimentador que se disponga a contrastar esa hipótesis la utilizará, junto con elementos de teorías ya aceptadas, para trazar los experimentos o las observaciones, y determinará por tanto previamente qué tipo de resultados experimentales debe esperar en el caso que los epsilones existan efectivamente, y qué tipo de resultados si no existen. En resolución: el experimentador tiene que poseer al menos en parte la intensión del concepto "epsilon" antes de hacer sus planes para averiguar si la extensión de dicho concepto es o no es vacía; pero para que un signo sea significativo es necesario y suficiente que designe un concepto cuya intensión no sea vacía.

Otro argumento contra la doctrina de la significación como verificabilidad es que las contrastaciones afectan a enunciados enteros (o incluso a conjuntos de ellos), y no a conceptos, de tal modo que la doctrina no suministra medio alguno para especificar las significaciones de los términos y de sus designata. Podemos, en efecto, someter a contrastación la conjetura "Este líquido es un ácido", pero no "líquido" ni "ácido". Como a las ope-

raciones sólo pueden corresponder enunciados, la exigencia (hecha por el operativismo) de que todo concepto esté relacionado con un conjunto de operaciones —y a ser posible de mediciones— es irrealizable.

La confusión entre contrastabilidad, significación empírica y significación objetiva es en gran parte la causa de la presente controversia acerca de los fundamentos de la mecánica cuántica. Tomemos, por ejemplo, la frase 'El electrón se encuentra en el lugar  $x$  en el momento  $t$ '. De acuerdo con la doctrina de la significación como verificabilidad, que sigue teniendo éxito entre los físicos, la frase carece de significación mientras no se realice efectivamente una medición de posición en el momento  $t$ , tal que localice al electrón en  $x$  o no lo localice. Dicho de otro modo: la significación de la frase quedaría decidida por la operación planeada para contrastarla. Este es un claro caso de confusión entre significación y contrastación. La frase tiene una significación objetiva en todo momento; aún más, pese a no ser empíricamente significativa, implica consecuencias observacionales y es, por tanto, empíricamente significativa de un modo indirecto, a saber, en la medida en que no se entiende como relativa a una sola partícula aislada, por eso podemos averiguar en qué condiciones es contrastable. La situación sería diversa si lo discutido fuera el concepto de posición oculta, o posición en sí misma (no perturbada por el experimento): una sentencia que afirmara que un electrón tiene tal posición oculta sería objetivamente significativa, pero empíricamente sin-sentido y, por tanto, incontrastable. En nuestra clasificación de las significaciones, 'posición observable' pertenece a la clase 5, mientras que 'posición oculta' pertenece a la clase 4.

El intento de dotar a toda fórmula científica de contenido empírico lleva a poblar el universo entero, pasado y futuro, con un infinito equipo de observadores inobservados; sería más concorde con los hechos reconocer abiertamente que las construcciones teóricas no tienen significación empírica, razón, precisamente, por la cual rebusamos el conocimiento ordinario. Pero el intento lleva además a callejones sin salida. Así, por ejemplo, observamos antes que 'partícula libre' es empíricamente sin-sentido, aunque objetivamente significativo. Consecuentemente, una teoría de las partículas libres no puede recibir interpretación empírica; en particular, los enunciados de la teoría que se refieren a posición y momento de una partícula libre no pueden interpretarse como enunciados de observación, o sea, como enunciados referentes a resultados de la operación de observar (propriadamente, medir) la posición y el momento de una partícula libre. Pero muchos físicos, partiendo del supuesto de que una partícula es libre y, particularmente, libre de interacción con aparatos de medición, sostienen que ciertas consecuencias de una tal teoría de partículas libres —como las relaciones de incertidumbre de Heisenberg— tienen que interpretarse como referentes a la interacción de la partícula con un aparato macroscópico de observación, o tal vez incluso con el observador. Una vez realizado este milagro semántico, se nos da lo demás por añadidura: la teoría

que, para empezar, no hizo supuesto alguno respecto del aparato de medición, por no hablar ya del observador (puesto que se suponía que era una teoría física, no una teoría psicológica), predice la dimensión de la perturbación cualquiera que sea el aparato concreto que se meta de contrastando en la "interpretación" de las fórmulas. (En la Secc. 7.4 se encontrará un examen más detallado de este acortijo.)

El debate en curso sobre los fundamentos de la mecánica cuántica es en gran parte una discusión sobre la interpretación de sus símbolos y una controversia entre los que subrayan la necesidad de contrastabilidad y los que insisten en el contenido factual (objetivo), o referencia externa de la teoría. Los primeros desean asegurar la contrastación de la teoría, y pierden muy fácilmente de vista su correlato objetivo, hasta el punto de negarse a atribuir a la teoría significación alguna independientemente de los procedimientos de contrastación empírica; de este modo se deslizan, quiéranlo o no, hacia un subjetivismo. Y los objetivistas, preocupados por mostrar que la teoría tiene una referencia objetiva, tienden a despreciar su contrastación, hasta el punto de introducir conceptos que designan entidades y propiedades insusceptibles de ser puestas de manifiesto experimentalmente. Esta discusión podría aclararse y reorientarse hacia puntos más fecundos mostrando que aquí hay una cuestión semántica erróneamente interpretada como problema metodológico, y un problema metodológico despreciado en favor de una cuestión semántica. Los semánticos pueden prestar una gran ayuda en ese debate si estudian la diferencia entre significación empírica y significación objetiva a propósito de las cuestiones científicas en discusión, en vez de encerrarse en sus lenguajes de juguete.\*

En las próximas secciones consideraremos más aspectos de este conjunto problemático.

## PROBLEMAS

3.5.1. ¿Son significativos los hechos? En particular: ¿Sirve para aclarar algo el hablar de la significación de acontecimientos culturales, de acontecimientos históricos, de sueños? Caso afirmativo: ¿en qué sentido?

3.5.2. Proponer una interpretación de ' $p \rightarrow q$ ' en lenguaje ordinario, otra en lenguaje epistemológico, otra en lenguaje ontológico y otra en lenguaje psicológico. Problema en lugar del anterior: Averiguar si la fórmula " $(\exists x)Px$ ", además de ser formalmente significativa, puede recibir una significación empírica y una significación objetiva.

3.5.3. Comentar la doctrina estoica de los signos, la cual distinguía entre el sonido, la significación, el objeto denotado y la imagen subjetiva producida por una palabra.

3.5.4. Analizar el análisis de la interpretación presentado en M. BUNCE, *Interpretation and Truth*, Dordrecht, Reidel, 1974.



3.5.5. Supongamos una teoría cuantitativa correcta de la convalidación empírica que nos permitiera medir el grado de confirmación de fórmulas sintéticas (no analíticas). Supongamos además que 'significativo' = 'verificado u verificable'. ¿Cómo podríamos pasar de grado de confirmación y grado de contrastabilidad a grado de significación? ¿Qué significaría, por ejemplo, '2/3 significativo'?

3.5.6. Proponer criterios de significatividad empírica y de significatividad objetiva.

3.5.7. ¿Existen contrastaciones para establecer la significación empírica y la objetiva?

3.5.8. Proponer una distinción entre "significación" (concepto semántico) y "comprensión de una significación" (concepto psicológico).

3.5.9. Examinar la tesis de que la significación (y no meramente la contrastación) de un enunciado probabilístico es que puede observarse cierta frecuencia relativa muy próxima al valor numérico de la probabilidad afirmada por el enunciado. *Problema en lugar del anterior:* Determinar la significación y describir la contrastación posible del enunciado: "Las rocas situadas en la cima de esa colina tienen una energía potencial positiva". ¿Supone la contrastación efectiva alguna situación implicada o aludida por el enunciado?

3.5.10. Examinar las expresiones siguientes, que son corrientes en física:

1. 'La masa es una magnitud escalar.'
2. 'El campo electromagnético es un hexavector.'
3. 'El campo gravitatorio es un campo tensorial de 10 componentes.'
4. 'El spin es un pseudovector.'

¿Tienen en cuenta esas expresiones la diferencia entre un predicado y su correlato? *Problema en lugar del anterior:* Discutir la relación entre el concepto de fórmula bien formada (o expresión sintácticamente significativa) y el concepto semántico de significación. ¿Es cada uno de ellos necesario para el otro?

### 3.6. Procedimientos interpretativos

Como las piezas de un rompecabezas, un signo no puede tener sentido más que en un contexto, es decir, en relación con otros objetos. Los designata de signos y los correlatos de los designata, si éstos los tienen, se encuentran entre esos otros objetos que, juntos, dan significación a un signo. Si el símbolo tiene un correlato no-conceptual y su interpretación está determinada, parcialmente al menos, por una relación signo-correlato. Llamamos a esta relación *referición* y cuidamos de no confundirla con una definición, que es una correspondencia signo-signo (cfr. Secc. 3.3). En esta sección vamos a examinar las siguientes clases de procedimientos de interpretación: referición ostensiva, coordinativa y operativa, así como reglas semánticas.

Cuando enseñamos vocabularios a alguien, ya se trate de vocabularios ordinarios, ya de vocabularios técnicos, nos vemos obligados a apelar a

*refericiones ostensivas* (corrientemente llamadas definiciones ostensivas). Como, por ejemplo, a enunciar la frase 'Esto es un lápiz' haciendo al mismo tiempo un gesto. En sí misma, la expresión verbal carece de significación: es una función sentencial (cfr. Secc. 2.1) de la forma '... es tal o cual cosa', en la cual el hueco no se rellena con un nombre propio, sino mediante una combinación del signo 'esto', que puede eliminarse, con un adecuado movimiento corporal. Las refericiones ostensivas no son, pues, operaciones puramente conceptuales, sino más bien puentes entre la experiencia en bruto y el lenguaje.

La virtud didáctica de las refericiones ostensivas, a saber, su proximidad a la experiencia ordinaria, las hace inadecuadas para introducir términos de alto nivel, típicos de la ciencia, como 'temperatura': es imposible señalar esa propiedad con el dedo. Además, las refericiones ostensivas están demasiado íntimamente vinculadas al sujeto conocedor: de hecho, y por no hablar ya del gesto —que no será ni inequívoco ni universal—, 'esto' es una palabra centrada en el sujeto (egocéntrica), incapaz de suministrar información universal y objetiva. Además, las refericiones ostensivas no pueden dar casi nunca especificaciones no ambiguas de significación. Así, si decimos 'Esto es blanco' y al mismo tiempo señalamos una hoja de papel, un extranjero puede no entender si nos referimos al color, a la forma, a la estructura o al montón de hojas. Sólo algunos nombres singulares —nombres de individuos perceptibles— pueden introducirse sin ambigüedad de este modo. Los universales no pueden introducirse así: podemos señalar un individuo perceptible y, dentro de ciertos límites, una colección de individuos, pero no clases compuestas por miembros actuales y potenciales; ni tampoco podemos señalar propiedades no-sensibles, como "viscoso", ni relaciones no empíricas, como "mejor adaptado que". No se puede señalar más que cosas fenoménicas, acontecimientos y propiedades fenoménicas. Los conceptos que tienen una significación objetiva sin significación empírica (cfr. Secc. 3.5), como "átomo", no pueden introducirse por referición ostensiva. Por esta razón la referición ostensiva no tiene lugar alguno en la teoría científica, aunque es indispensable para aprender y ampliar vocabularios. Si la ciencia intentara trabajar con términos ostensivos, y hasta si intentara destilar conceptos trasfenoménicos a partir de los hechos de la experiencia (fenómenos), la referición ostensiva sería el camino real de la ciencia. (Y el hecho de que no sea así indica que la filosofía fenomenista no concuerda con el conocimiento científico). La referición ostensiva se ha incluido en esta sección exclusivamente porque se confunde corrientemente con un tipo de definición, y porque se supone erróneamente que se da en la ciencia.

Un segundo tipo de procedimiento de interpretación signo-objeto es la *referición coordinativa* (corrientemente llamada definición coordinativa): consiste en vincular un símbolo con una determinada cosa o propiedad física tomada como criterio o línea básica. En la sistemática biológica clásica

se toma como criterio o tipo el ejemplar completo o inicialmente identificado de un determinado orden taxonómico, y se supone que el nombre de la especie nombra precisamente un conjunto de individuos más o menos parecidos al ejemplar típico o criterio, conservado en un museo. Y los patrones físicos, o sea, materializaciones de unidades de magnitud (kilogramos, segundo, voltio, etc.), sirven como correlatos de símbolos introducidos por referición coordinativa.

Las refericiones coordinativas se eligen siempre basándose en la conveniencia práctica y, muchas veces a escala humana. El primer criterio internacional de longitud (el metro-patrón) se construyó en 1799 y presenta la orgullosa inscripción: *Pour tous les temps, pour tous les peuples*. Su universalidad no alcanzó a los países anglosajones, y su eternidad duró hasta que la física atómica halló criterios más estables y más fáciles de reproducir. El adoptado en 1960 (que no tiene por qué ser definitivo) es cierta línea naranja-rojiza del espectro del Krypton 86. El metro se ha convertido así en una unidad derivada, y no se introduce ya mediante una referición, sino por una definición explícita, a saber:

1 metro = *ex* 1.650.763,73 longitudes de onda de la luz naranja-rojiza de Kr<sup>86</sup>.

(Obsérvense los términos teóricos del definiens: 'longitud de onda' y '86', valor de la masa atómica. En el definiens de la más exacta definición convencional no se presentan más que términos teóricos.) Las refericiones coordinativas no pertenecen a la teoría científica, pero sí que se presentan en las fases de recolección de información y de contrastación de la ciencia factual. En particular, no sustituyen a las definiciones correspondientes, si las hay, sino que las materializan. Así por ejemplo, la célula eléctrica de Weston usada como criterio o patrón del voltaje, no sustituye la definición teórica de "voltio" como trabajo unidad realizado a lo largo de un circuito.

Las refericiones operativas (corrientemente llamadas definiciones operativas) establecen correspondencias entre símbolos, por un lado, y operaciones controladas o sus resultados por otro lado; son el tipo de referición característicamente signo-experiencia (cfr. Secc. 3.2) y, consiguientemente, suministran significación empírica (cfr. Secc. 3.5). Por ejemplo, los varios tipos conocidos y posibles de medición de temperatura (por medio de dilatación térmica de gases, líquidos y sólidos, o por medio del efecto termoeléctrico, etc.) suministran otras tantas refericiones operativas del concepto de temperatura. Esta variedad choca con la unicidad del concepto de temperatura introducido por la termodinámica. Análogamente, tampoco hay una referición operativa única para la longitud: el arquitecto, el astrónomo y el físico nuclear utilizan procedimientos diversos para medir distancias y, en el caso del científico, incluso teorías para medir; pero el mismo concepto de longitud es supuesto por todos. Esta ambigüedad es

un mérito de la referición operativa, pues muestra una buena parte del ámbito de aplicación o extensión de ciertos conceptos. Pero, por eso mismo, no puede especificar sin ambigüedad las significaciones. (Cfr. Fig. 3.5.)

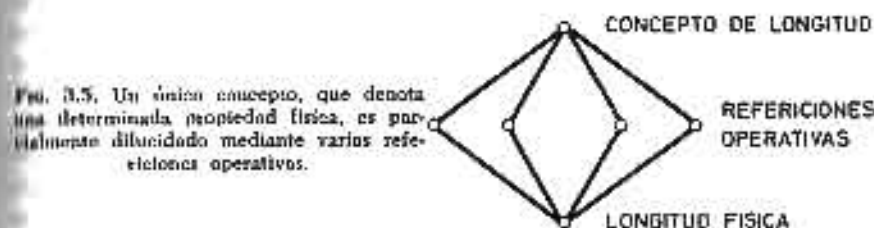


Fig. 3.5. Un único concepto, que denota una determinada propiedad física, es parcialmente dilucidado mediante varias referencias operativas.

Una escuela filosófica todavía influyente, el *operativismo*, sostiene que sólo las operaciones de medición pueden suministrar a los términos científicos significación, y que lo que hemos venido llamando referencias operativas son definiciones propiamente dichas. El operativismo se basa en los siguientes equívocos y errores: (i) La confusión de *definido* con *determinado*. Por medio de un aparato y de una secuencia de operaciones puede determinarse la velocidad de un rayo molecular (preparación de un rayo homogéneo), o se le puede atribuir un valor determinado (medición). Pero el concepto de velocidad no queda afectado por esas operaciones; aún más: al preparar esas operaciones estamos utilizando un concepto de velocidad con todas las de la ley. (ii) La confusión entre *definición* (equivalencia entre signos o entre conceptos) y *referición* (correspondencia entre signos y sus correlatos). (iii) La identificación de referición con referencia empírica, o sea, de significación con significación empírica. Esto tiene como consecuencia la negativa a admitir conceptos como el de propagación de la luz en el vacío, simplemente porque tales conceptos no tienen contrapartida experiencial (cfr. Secc. siguiente). (iv) La confusión entre *significación* y *contrastabilidad*, y, consiguientemente, entre semántica y metodología (cfr. Secc. 3.5). Si se le depura de todas esas confusiones, el operativismo se reduce a unas pocas exigencias muy sanas: (i) evitar las llamadas *definiciones verbales* (por ejemplo: "El tiempo es la imagen divina de la eternidad", Platón); (ii) asegurar la *interpretabilidad* empírica de términos científicos (algunos, no todos), para asegurar a su vez (iii) la *contrastabilidad* empírica de hipótesis científicas (de la mayoría, no de todas). Pero esas exigencias no son exclusivas del operativismo, sino que constituyen el sano núcleo del empirismo en general.

Las mediciones se llevan a cabo para *contrastar* determinados enunciados, no para descubrir significaciones. Es verdad que, al delimitar extensiones, esas operaciones pueden *ayudar* secundariamente a interpretar ciertos signos. Cuando decimos que 'La temperatura es eso que miden los termómetros' añadimos sin duda una dimensión de experiencia humana al signo objetivamente significativo 'T', manejado por la termodinámica (la

cual como teoría no se interesa por mediciones de temperatura), y obtenemos, consiguientemente, una captación más rica de su significación: pero ese hecho psicológico no constituye una definición de "temperatura", simplemente, *ayuda a entender* la significación de "T", y esa ayuda es más asunto de la psicología que de la semántica. Supongamos que de alguna teoría se infiere que la temperatura de un determinado cuerpo al que llamaremos *c* es de  $\pi$  grados Celsius, o sea:  $T(c) = \pi^\circ\text{C}$ . Una medición efectiva de la temperatura de *c* sostendrá o refutará el anterior enunciado, y contribuirá tal vez a su comprensión, pero no nos dará la significación del concepto de temperatura. A menos de poseer ya previamente este concepto y de saber, aunque fuera superficialmente, cómo se relaciona con otros conceptos físicos, no habríamos sido capaces de planear y realizar la operación de medición. Además, una tal operación no puede nunca determinar (por no hablar ya de definir) el valor numérico del concepto de temperatura de un modo exacto. En realidad, toda medición, por precisa que sea, nos dará un número fraccionario (racional), 22/7 por ejemplo, que es un valor *aproximado* de la magnitud en cuestión: los números irracionales, como  $\pi$ , son empíricamente inaccesibles. (En general, el campo o dominio teórico de las magnitudes es el conjunto de los números reales, mientras que su campo empírico es el subconjunto de los números racionales.) En resolución: la medición suministra (i) una estimación del valor numérico de una propiedad cuantitativa, y, consiguientemente, (ii) una contrastación de enunciados que se refieran a esa magnitud; (iii) una ilustración de su uso y, por tanto, (iv) una comprensión psicológica de la significación de expresiones que contengan los términos de que se trate.

La parcialidad y la ambigüedad de la referición operativa no se limita a los conceptos cuantitativos. Tomemos, por ejemplo, la versión cualitativa del concepto de carga eléctrica (que es un concepto cuantitativo). Un operativista propondría la siguiente "definición" de ese concepto: "Para todo *x*, si un cuerpo ligero *y* se coloca cerca de *x* en el momento *t*, entonces: *x* está cargado eléctricamente en el momento *t* si y sólo si se observa que *y* se mueve hacia *x* o se aleja de *x* en el momento *t*". La estructura de ese enunciado es básicamente la de la definición condicional, esto es " $C \rightarrow (A \leftrightarrow B)$ " (cfr. Secc. 3.3, fórmula [3.8]). En esta fórmula 'A' es el atributo que hay que introducir (en nuestro caso: "cargado eléctricamente"), 'C' describe alguna condición experimental y 'B' el comportamiento observado. No hay duda de que ese enunciado ofrece una dilucidación parcial de la significación de 'A', pero es una dilucidación sumamente vaga y ambigua, porque una misma situación experimental (la descrita por 'C') es coherente con resultados distintos del descrito por 'B'. Así, por ejemplo, exactamente la misma fórmula vale para cualquier otra fuerza de efectos macroscópicos, como la gravedad y el magnetismo; por otro lado, la fórmula es inútil si se trata de fuerzas intermoleculares, interatómicas y nucleares. Además, la sentencia se refiere a las condiciones en las cuales se contrasta

la condición eléctrica (o magnética, o gravitatoria) del cuerpo, pero no dice nada acerca del comportamiento del cuerpo cuando no se están haciendo contrastaciones empíricas. Esto se debe, naturalmente, a la abierta intención de evitar, con este tipo de referición, toda referencia a objetos físicos independientes (reales) —referencia sospechosa de subjetivismo para los operativistas— y al deseo de reducir los términos teóricos a términos observacionales. Estas son, en realidad, razones para pensar que las refericiones operativas no dan más que *interpretaciones incompletas*.

Si las significaciones de los términos científicos se especificaran exclusivamente a base de operaciones humanas, la ciencia objetiva no existiría. La ciencia factual es objetiva en la medida en que da fielmente razón del mundo externo, y esto supone procedimientos de interpretación que no apuntan exclusivamente a operaciones humanas, sino también a hechos objetivos. Así, la teoría de la electricidad no tiene uso alguno para esa "definición operativa" de carga eléctrica, porque aquella teoría no trata de cuerpos eléctricamente cargados según operaciones humanas: lo que hace es describir sistemas —y explicar su comportamiento— según conceptos teóricos, como "carga eléctrica" y "campo eléctrico" de los que se supone que tienen correlatos objetivos aunque no son conceptos observacionales. Además, la teoría nos da una "imagen" (en gran parte intuitiva) de cargas y campos que no se exploran por medio de cuerpos experimentales; y hasta las operaciones de experimentación o, más en general, de contrastación, se explican en la teoría como procesos puramente físicos, y no con términos psicológicos, como la frase "se observa que *y* se mueve". El concepto de observación pertenece a la psicología y al estudio de contrastación de las teorías factuales. Dicho de otro modo: el hombre y sus operaciones —centro del operativismo— no se presentan en la reproducción conceptual de la realidad física.

En conclusión, las refericiones se presentan en el estadio de contrastación de la ciencia, pero no pertenecen a su estructura conceptual. El estadio de contrastación no puede empezar sino después de haber dilucidado ciertos conceptos en alguna medida —si es posible, con la ayuda de una teoría. Luego, las refericiones contribuyen a la dilucidación de conceptos porque suministran una parte de la extensión de algunos de ellos (no de todos). El exagerar el papel de la referición y, en particular, de las refericiones ostensiva y operativa, lleva a desconfiar de la teoría y a volver al antropocentrismo; es por tanto peligroso para el desarrollo de la ciencia. Además, esa exageración es filosóficamente confusoria, porque acumula la interpretación, la comprensión, la definición y la contrastación en una sola masa indistinta.

Estudiemos, por último, las reglas semánticas, o reglas de significación. Distinguiremos dos clases de reglas semánticas: refericiones nominales y postulados de interpretación. Una referición nominal, o regla de designación, es una convención puramente lingüística por la cual se asigna un

nombre a una cosa, como en el ejemplo "C representa el carbono". En la ciencia factual eso no es una proposición, sino una convención o propuesta no es ni verdadera ni falsa, ni se la somete a contrastación para averiguar su valor veritativo. Por eso sería mejor formularla explícitamente como convención lingüística: "Llamemos 'C' al carbono". (Fuera del cuerpo de la ciencia, aquella primera expresión significa una proposición, esto es, una idea acerca de un uso normal del signo 'C' en algún grupo humano; entonces describe comportamiento lingüístico. Pero éste no es el sentido que interesa en la ciencia y la filosofía.) Las reglas de designación introducen símbolos por convención. A diferencia de otros tipos de referición, éstas son enteramente arbitrarias. Y a diferencia también de las definiciones, no son en absoluto análisis del concepto definido: las refericiones nominales estipulan meramente una correspondencia biunívoca entre un signo y una clase de objetos. Dicho brevemente: estipulan nombres.

(En la práctica una regla de designación puede estar sugerida, y va siempre precedida por un cuerpo de conocimiento. Así, por ejemplo, el nombre de *mercurio* para designar un elemento químico estaba inicialmente vinculado a una idea alquímica acerca de las influencias astrales; y el nombre de *organismo* dado a los seres vivos sugiere que lo que diferencia a un ser vivo de la mera yuxtaposición de sus partes es cierta organización, y no una sustancia especial. Los nombres pueden empezar por sugerir ideas y no ser neutrales. Pero, si no son más que nombres, al final terminan por no ser más que etiquetas convencionales o señales de identificación —a veces muy inadecuadas, como en los casos de 'número real', 'número imaginario', 'número irracional', fósiles de una errónea filosofía de la matemática.)

Un *postulado de interpretación* es un supuesto que confiere significación a un símbolo, pero no convencionalmente, sino de tal modo que la verdad o falsedad factuales de las expresiones que contienen ese símbolo dependerán de que se acepte o rechace el postulado de interpretación. Los postulados de interpretación desempeñan un papel importante en la interpretación, la aplicación y la contrastación del formalismo (el esqueleto simbólico) de las teorías científicas. Así, por ejemplo, la geometría física elemental consta de enunciados formales (matemáticos) como el teorema de Pitágoras, y de reglas semánticas que postulan correspondencias entre ciertos objetos geométricos (líneas, por ejemplo) y ciertas entidades físicas (rayos de luz, por ejemplo). Tales postulados funcionan como reglas de traducción del lenguaje formal al empírico y viceversa. En ausencia de tales postulados, las fórmulas carecen de referencia factual y empírica, o bien reciben interpretación de un modo intuitivo y, por tanto, incontrolable. Al añadirse postulados de interpretación, la teoría matemática se convierte en una teoría factual: cobra referencia objetiva y, al mismo tiempo, puede hacerse empíricamente contrastable. En cuanto se enriquece así la inicial teoría formal con una significación factual, se pierde el Paraíso

de la verdad formal y la teoría queda sometida al esfuerzo de los experimentadores por examinar sus pretensiones de verdad factual.

Los postulados de interpretación no son propuestas, sino proposiciones en toda regla, de la forma "La interpretación de  $s$  es  $P$ ", en la que ' $s$ ' designa al signo y ' $P$ ' la propiedad que se le correlata. Pero los postulados de interpretación pueden usarse como reglas semánticas porque funcionan a la vez como postulados de teorías científicas y como reglas de significación. (Recuérdese que las fórmulas no son en sí mismas nada, si se las separa de las funciones que cumplen. La fórmula aritmética " $x + y = y + x$ " puede considerarse como una ley o como una regla para manejar los signos que se presentan en ella, según el aspecto que nos interese.) En cualquier caso, no son reglas puramente convencionales, como las refericiones nominales. Si el símbolo del carbono se cambiara de 'C' a 'K' no se producirían más que inconvenientes prácticos (incluso para los alemanes). Pero si en la ley galileana de caída de los graves se interpreta la ' $g$ ' como la libido de la Tierra, pongamos, o como la agudeza visual del experimentador, se tendría un enunciado carente de significación física (y, por tanto, no contrastable) y psicológicamente falso.

\*O también, tómese la discutida función  $\psi$  de la mecánica cuántica: se la puede considerar como un símbolo matemático sin correlato físico, es decir, se la puede atribuir significación exclusivamente formal (por ejemplo, mediante la regla de designación: " $\psi$  designa un vector en el espacio de Hilbert"). O bien se la puede considerar como representativa del estado de un sistema físico, o como una amplitud de onda material, o como la intensidad de un campo, o como una probabilidad, etc. Y algunos de esos postulados pueden ser coherentes unos con otros, o sea, que se pueden atribuir coherentemente varias significaciones y papeles al símbolo ' $\psi$ ': este símbolo puede pertenecer al mismo tiempo a un espacio funcional abstracto, puede representar el estado físico de un sistema en su conjunto, la onda de de Broglie asociada a este último, la zona de probabilidad de la posición, etc. Esta última interpretación valió a M. Born el Premio Nobel, el cual se da a los padres de ideas interesantes, y no a los que las bautizan, a menos que el nombre resulte dar la significación.\*

Ninguna teoría puede considerarse como más que un esqueleto simbólico, a menos que se le añadan refericiones y/o reglas semánticas de interpretación de sus signos básicos. (Recuérdese que las definiciones no pueden ser útiles más que para dar significaciones a signos no-primitivos.) Cada una de esas interpretaciones producirá una teoría objetiva y/o empíricamente significativa; y una de esas interpretaciones dará normalmente una teoría (modelo) que será factualmente verdadera en alguna medida, aunque en un determinado momento puede no ser posible una elección tajante entre los diversos modelos. Los postulados de interpretación y las reglas de designación —o sea, las reglas semánticas en general— son los principales (no los únicos) expedientes para dotar de significación

a los símbolos básicos (primitivos) que constituyen los supuestos sustantivos de una teoría científica. Los demás símbolos de una teoría reciben contenido —en la medida en que no son formales— por medio de definiciones y/o referencias operativas.

Pero la significación total de una compleja teoría científica no queda nunca dada de una vez para siempre por un conjunto de referencias y definiciones. La discusión de ejemplos, incluso sencillos como son los de interés puramente académico, y la discusión de resultados experimentales efectivos y posibles, suelen ayudar a conseguir comprensión del significado de los conceptos teóricos. Además, las interpretaciones no tienen por qué ser conclusivas. Así, por ejemplo, la mecánica newtoniana —por no hablar ya de la mecánica cuántica— se encuentra aún en proceso de interpretación correcta, aunque ello no afecte a sus ecuaciones básicas: aún podemos discordar acerca de las significaciones de "masa", "fuerza ficticia", "sistema de inercia". Probablemente no hay más que un procedimiento infalible para terminar de una vez para siempre todas las cuestiones de interpretación de símbolos y sistemas de símbolos científicos, a saber, el procedimiento de olvidarlas. Y efectivamente se ha propuesto, y sigue aún defendiéndose, esta solución radical al problema de la significación de las construcciones científicas. Así lo veremos en la próxima sección.

### PROBLEMAS

3.6.1. Identificar los enunciados siguientes:

1. Esto es un telescopio.
2. Los filósofos son individuos como Carnap y Popper.
3. El patrón de peso es el *kilogramme des archives* de Sèvres.
4. La longitud es eso que miden las cintas métricas.
5. ' $m_i$ ' designa el valor numérico de la masa de la  $i$ -ésima partícula.
6. ' $P_{mn} = 0$  salvo que  $n = m - 1$ ' significa que la única posibilidad que tiene el sistema es descender al nivel inmediatamente inferior.

3.6.2. Ofrecer ejemplos de referencias coordinativas y operativas, de reglas de designación y de reglas de interpretación. *Problema en lugar del anterior*: Estudiar referencias ostensivas.

3.6.3. Examinar las tesis siguientes: (i) Un concepto es sinónimo del correspondiente conjunto de operaciones: P. W. BRIDGMAN, *The Logic of Modern Physics*, New York, Macmillan, 1927, pág. 5. (ii) Las definiciones operativas son circulares. Así, la definición operativa de longitud supone correcciones de temperatura, y, a su vez, la definición operativa de temperatura supone mediciones de longitud: K. R. POPPER, *The Logic of Scientific Discovery*, London, Hutchinson, 1959, pág. 440. (iii) Las definiciones operativas no son equivalencias plenas, sino enunciados condicionales de la fórmula " $C \rightarrow (A \leftrightarrow B)$ ": R. CARNAP, "Testability and Meaning", *Philosophy of Science*, 3, 419, 1936, y 4, 1, 1937. (iv) Las llamadas definiciones operativas son criterios de aplicación de los términos considerados: C. G. HEMPEL, "Introduction to Problems of

Taxonomy", in J. Zubin, ed., *Field Studies in Mental Disorders*, New York, Grune & Stratton, 1961.

3.6.4. El operativismo sostiene que diferentes clases de operaciones definen diferentes conceptos, aunque éstos se designen con el mismo nombre y aunque la teoría no distinga entre ellos. Por ejemplo, diferentes tipos de amperímetros "definirían" diferentes conceptos de corriente eléctrica. ¿En qué se convertiría la unidad de cada rama de la ciencia si se adoptara el operativismo? En particular, ¿qué sería de las teorías científicas? *Problema en lugar del anterior*: Estudiar referencias coordinativas. Cfr. H. REICHENBACH, *The Philosophy of Space and Time*, 1927, New York, Dover Publications, 1957, Chap. 1, § 4.

3.6.5. Magos, alquimistas y parapsicólogos podrían perfectamente conseguir referencias operativas de los términos que usan, puesto que existen correspondencias entre esos términos y ciertos ritos y operaciones. ¿Basta eso para hacer científicas a la magia y la parapsicología?

3.6.6. Establecer una lista de las reglas semánticas (reglas de designación y postulados de interpretación) de una teoría científica a elección.

3.6.7. Examinar la siguiente referencia del concepto de partícula elemental: "Una partícula elemental es un sistema que por el momento no ha sido descompuesto". ¿Sería justificado adoptar ese enunciado como si fuera una definición?

3.6.8. Las definiciones condicionales —enunciados de la forma [3.6] de la sección 3.3— se han llamado a veces enunciados de *reducción* bilateral cuando introducen un predicado físico  $A$  mediante un predicado observable  $B$  (que se refiere a comportamiento observable) y otro predicado observable  $C$  (que se refiere a condiciones observables del experimento o contrastación). Ese nombre responde a la esperanza de que las propiedades físicas (objetivas) pueden reducirse a propiedades fenoménicas (subjetivas), o sea, a cualidades sensibles. ¿Ha sido realizado ese programa? ¿Es realizable? ¿Es coherente con la aspiración a la objetividad?

3.6.9. Examinar si el concepto de temperatura está relacionado con el de percepción de calor. Caso afirmativo, describir la relación. ¿Es una relación lógica? Si no lo es, ¿es puramente convencional? Discutir el problema general de si pueden fundarse reglas de correspondencia sensación-concepto basándose en leyes psicofísicas.

3.6.10. Se afirma corrientemente que los conceptos científicos pueden ser teóricos o empíricos, pero no ambas cosas. ¿Confirma el concepto "peso" que ésa sea una dicotomía adecuada? ¿Y cuáles son las relaciones entre las extensiones del concepto observacional y el concepto teórico de peso?

### 3.7. La "Validez" de los conceptos

Puede asegurarse que "fantasma", "amable" y "gordo" no son conceptos científicos: el primero pertenece al folklore, el segundo es demasiado subjetivo, y el tercero es sumamente vago. Podemos utilizarlos en el curso de la investigación, pero tenemos que eliminarlos de los resultados de la misma. Es fácil descartar conceptos tan típicamente acientíficos; pero, ¿qué ocurre con conceptos como gravedad, pre-actínica o neutrino si se los

considera en el momento de su introducción, es decir, en un momento en el cual no tenían apoyo empírico alguno? ¿Existe algún criterio seguro de discriminación entre conceptos científicamente válidos y no-válidos? Como mostraremos en lo que sigue, existe ciertamente un criterio sencillo, pero es tan falible como la ciencia misma.

Hay que considerar ante todo la cuestión de la precisión intensional. Un concepto científicamente válido tiene que poseer una intensión o connotación determinada. Dicho de otro modo: la vaguedad intensional de los conceptos científicos debe ser mínima. Esto excluye de la ciencia conceptos escandalosamente vagos como "pequeño", "alto" y "posible" usados sin calificación o relativización. (Una tal relativización puede ser tácita, como en el caso de "física de las altas energías", que se refiere por convención a la física que estudia hechos que suponen energías de más de un millón de electronvoltios.) Ahora bien, es imposible atribuir una intensión precisa a un concepto si no es en algún contexto. Y el contexto propio de un concepto científico es un sistema científico. Por tanto, nuestra regla puede volver a formularse del modo siguiente: Una condición necesaria de la validez de un concepto en la ciencia es la posesión de una intensión suficientemente determinada en algún sistema científico. Esta regla es ella misma vaga, y hay que dejar que sea así para poder dar lugar a conceptos en embrión que jamás se afinarían si no estuvieran insertos en un sistema científico.

Otra condición necesaria de la validez científica de un concepto es que su vaguedad extensional sea reducida. Dicho de otro modo: los conceptos científicos deben tener una extensión suficientemente determinada, o sea, que tienen que ser aplicables de un modo suficientemente inequívoco. Y también esta regla nos obliga a apelar al sistema en el cual está inserto el concepto, pues los datos empíricos que nos permiten fijar la extensión —o, por mejor decir, la extensión nuclear— de un concepto no son relevantes más que en el mismo contexto al que el concepto pertenece.

Las reglas anteriores pueden formularse de un modo más preciso con la ayuda de los conceptos de intensión y extensión nucleares introducidos en la Secc. 2.3. Podemos decir que para que un concepto sea científicamente válido es necesario que tenga una intensión nuclear y una extensión nuclear determinadas. Como éstas determinan por su parte la significación nuclear del signo que designa al concepto, nuestra regla puede aplicarse a signos utilizando la fórmula [2.24] de la Secc. 2.3: si un signo es científicamente válido, entonces tiene una significación nuclear determinada en algún sistema científico.

Una intensión y una extensión suficientemente precisas son necesarias para aceptar a un concepto como científicamente válido, pero no son suficientes. La división por cero cumple esos dos requisitos, y, sin embargo, no es un concepto válido en aritmética: su connotación es vacía, y también lo es su denotación, porque no satisface la definición de división numérica.

Otro modo de formular esto: " $n/0$ ", con ' $n$ ' que designa un número, no existe en la aritmética. Ahora bien, en el caso de un concepto formal, la existencia puede asegurarse ya poniéndola como primitiva en alguna teoría, ya definiéndola a base de las nociones primitivas de la teoría (Secc. 3.4, [3.13]). Dicho brevemente: el criterio de validez científica aplicable a conceptos puros es la pertenencia a una teoría formal. Consiguientemente, las teorías lógicas y matemáticas no se juzgan por los conceptos que contienen, sino que, a la inversa, los conceptos se juzgan por la compañía en que se encuentran.

Volvamos ahora a los conceptos concretos, esto es, a los conceptos que tienen referencias espacio-temporal. "Adán" tiene una connotación exacta (suministrada por la descripción de la Escritura) y una denotación exacta, a saber, el conjunto vacío. Ese concepto no se admite en la historia científica precisamente porque no tiene correlato objetivo: ¿por qué van a molestar a los historiadores en dar razón de una no-entidad? Esto nos sugiere la siguiente *Definición 1*: "Un concepto no-formal intensional y extensionalmente preciso es válido si y sólo si tiene un correlato real, o sea, si denota una clase de objetos espacio-temporales". Esta regla descalifica a los fantasmas y consagra a los átomos. Pero el examen de varios casos mucho menos claros mostrará que no debe considerarse necesario el describirlo todo a la existencia de correlato real. En primer lugar, necesitamos los conceptos llamados límite, como el de "cuerpo rígido", "sistema aislado" o cerrado, "jugador racional", conceptos de los que sabemos que no se corresponden sino aproximadamente con sus supuestos correlatos: en sustancia, la teoría científica empieza por idealizar los objetos reales, y rara vez —en el supuesto de que ocurra alguna— explica algo más que idealizaciones esquemáticas. En segundo lugar, la referencia de numerosos conceptos científicos es asunto discutido. Por ejemplo, ¿estamos seguros de que el tiempo uniforme establecido por nuestros relojes existe en el mismo sentido en que existen dichos relojes? ¿Seguiría existiendo si no hubiera relojes? En tercer lugar, tenemos que conservar la libertad de inventar conceptos nuevos para la construcción de teorías factuales cuya verdad puede no ser inmediatamente averiguable, de tal modo que haya que esperar bastante hasta poder contrastarlas, y que acaso entonces resulten, a lo sumo, parcialmente verdaderas. Teniendo en cuenta todas estas objeciones, resulta demasiado restrictiva la Definición 1, inspirada en un realismo ingenuo. Consiguientemente, consideraremos que la referencia real (extensión objetiva no vacía) es sólo una condición suficiente (no necesaria) de la validez científica.

La siguiente *Definición 2* suministra un criterio un poco más elaborado: "Un concepto no-formal intensional y extensionalmente preciso es válido si y sólo si denota operaciones posibles de alguna clase". Según este criterio (operativista) de validez conceptual, "masa" será un concepto válido si y cuando puede medirse masas. Como la masa de un cuerpo no

acelerado no puede medirse, el concepto "masa de un cuerpo no acelerado" sería no-válido de acuerdo con esta definición. Consecuentemente habría que eliminar todas las teorías que suponen cuerpos y partículas libres. El operativismo exigiría igualmente la eliminación de los conceptos de cero absoluto de temperatura, de número cuántico, de fase ondulatoria, de función de estado, de *spin* de una partícula libre, de adaptación, selección natural, filogénesis, estado mental, cultura, nación, ninguno de los cuales denota operaciones posibles. Con esto llegaríamos a eliminar todos los conceptos no-observacionales y a quedarnos con los observacionales sólo. Consecuentemente, la exigencia de referencia operativa daría lugar a la decapitación de la ciencia. Y como no deseamos este resultado, consideraremos la existencia de operaciones como criterio suficiente de la aplicabilidad de un concepto, con la condición de que las operaciones sean científicas: pues en otro caso cualquier acción consagraría como científica al correspondiente concepto.

Una versión aparentemente menos restrictiva del principio operativista de validez conceptual se recoge en la *Definición 3*: "Un concepto no-formal, intensional y extensionalmente preciso, que funcione como *primitivo* en una teoría, es válido si y sólo si denota entidades o propiedades *observables*". Con esto queda garantizada automáticamente la validez de los conceptos definidos. La diferencia respecto de la anterior definición consiste en esto: ahora sólo se exige que correspondan a observables los conceptos primitivos o no-definidos de una teoría. Aparentemente, esto no elimina a los conceptos trasempíricos: éstos se aceptan con la condición de que sean explícitamente definibles a base de las nociones observacionales primitivas. Pero esto es imposible: precisamente las nociones no-observables son las que tienen que aparecer como primitivas en una teoría, por dos razones: porque ninguna teoría se refiere directamente a situaciones observables, y porque es un objetivo de toda teoría el explicar lo observado, no simplemente resumirlo; y para alcanzar este objetivo las teorías científicas se construyen con conceptos teóricos no-observacionales, precisamente porque son más fuertes que los observacionales. La *Definición 3* nos permitiría tener conceptos trasempíricos sólo con la condición de definirlos todos a base de conceptos observacionales. Pero, por la definición de concepto trasempírico, esa reducción es imposible. Consecuentemente, la *Definición 3* es tan total para la teorización científica como la *Definición 2*.

Un defecto básico de los puntos de vista subyacentes a las anteriores definiciones es que manejan los conceptos aisladamente, como si fueran unidades autocontenidas, cuando son productos del análisis de proposiciones y teorías. En el caso del realismo ingenuo la razón de esto es la creencia en que todo concepto refleja un rasgo de la realidad. Pero esto no es verdad ni siquiera de todos los conceptos extralógicos: baste con recordar que una cantidad vectorial que representa una propiedad de dirección,

como la fuerza, puede descomponerse conceptualmente de infinitos modos, según lo que convenga. Aunque la magnitud en su conjunto puede tener un correlato objetivo, ninguno de sus componentes refleja independientemente un rasgo de la realidad. En el caso del empirismo, la idea que subyace a la definición es la tesis de que los conceptos importantes para el conocimiento (los llamados conceptos cognitivamente significativos) son precisamente los que dan nombre a haces de perceptos, siendo estos últimos átomos de experiencia aislables. (Recuérdese el precepto de Hume: "Ninguna idea sin impresión anterior".) La mera existencia de conceptos trasempíricos fecundos, como los de género y campo, refuta esta doctrina. Ni tampoco es posible "inferir" los conceptos trasempíricos partiendo de conceptos observacionales —como sugiere el confusionario nombre *concepto inferido*—, porque sólo los enunciados pueden ser objeto de inferencia. Si puede establecerse algún vínculo entre conceptos, ello ocurrirá exclusivamente vía *propositionis*, y un tal vínculo se establece sólo en el seno de teorías contrastables. Una vez más vemos, pues, que no es posible juzgar conceptos prescindiendo de los sistemas en los que se presentan.

Sin duda hay una sana motivación detrás de las exigencias puestas a los conceptos científicos por el realismo ingenuo y por el empirismo, a saber: el deseo de evitar conceptos fantasmales como el de esencia metafísica o fuerza vital. Pero el modo adecuado para impedir su introducción de contrabando en el cuerpo de la ciencia no consiste en utilizar prejuicios filosóficos como aduaneros, sino en tomar en cuenta el entero contexto en el cual los conceptos en cuestión tienen que presentarse. Un tal contexto es un sistema científico —por lo menos, una hipótesis científica y, en el mejor de los casos, un sistema de hipótesis científicas (una teoría). Así, cuando decimos que "fantasma" no es un concepto científicamente válido no queremos decir simplemente que no existen fantasmas: muchos conceptos de la ciencia, como el de "desviación media", no tienen tampoco correlato real individualizable; y muchos otros que antiguamente se creían denotativos, como "tiempo absoluto" y "calórico", han resultado luego ser ficciones. Ni tampoco queremos decir que 'fantasma' sea un sin-sentido: su denotación está suficientemente determinada por el folklore. Ni diremos que no contiene experiencia: bastante gente pretende tener experiencia de fantasmas, y los datos empíricos, del tipo que sean, no son relevantes sino a la luz de hipótesis. "Fantasma" es inaceptable en la ciencia por la sencilla razón de que no hay ni puede haber una teoría científica de los fantasmas, o sea, un sistema contrastable y relativo a las leyes del comportamiento de entidades que, ya por hipótesis, no están sujetos a ley alguna. En resolución: "fantasma" no es un concepto científicamente válido porque no es un miembro de un sistema científico. Esta última afirmación se convierte en una tautología trivial si se acepta la siguiente convención, que es la *Definición 4*: "Un concepto intensional y extensionalmente preciso

es científicamente válido si y sólo si es sistemático (o sea, si se presenta en un sistema científico)".

Suponemos que la última definición se aplica a todos los conceptos puros o no; de hecho, subsume el criterio de validez conceptual que hemos establecido antes para conceptos formales. Por tanto, lo que hemos hecho ha sido desplazar el entero problema de la validez de conceptos del terreno de la semántica al de la ciencia: corresponde al científico, y no al filósofo, el decidir si un determinado concepto es científico cuando éste viola la regla. Lo que puede hacer el filósofo es criticar al científico cuando éste viola esa regla fuera de su propio campo de especialización y toma la defensa de conceptos como el de fantasma. En segundo lugar, la Definición 4 no afecta primariamente a la cuestión de la significación de los signos: automáticamente garantiza la posesión de significación a todos los signos que nombran conceptos pertenecientes a alguna sistematización de hechos, especialmente a una teoría. Además, tampoco legisla acerca de la significación de signos que, como 'Dios', no pertenecen a la ciencia, pero son perfectamente significativos en otros contextos: a diferencia de las anteriores definiciones, la nuestra no se destina a obtener una fácil victoria (lingüística) sobre la teología. En tercer lugar, nuestro criterio no exige ni garantiza la verdad de las proposiciones y teorías construidas con conceptos científicamente válidos: podemos perfectamente trabajar con conjeturas cuyo valor veritativo ignoramos, siempre, ciertamente, que podamos mostrar la posibilidad de investigar sobre su valor veritativo. La refutación de una teoría científica no tiene, pues, por qué arrebatar validez a sus conceptos específicos: algunos de ellos, o hasta todos, pueden salvarse y utilizarse para construir una teoría más verdadera. Los conceptos que se presentan en teorías científicas moderadamente verdaderas, verosímiles, pueden llamarse conceptos *adecuados*.

La cuestión de la validez científica de los conceptos se convierte así en un asunto filosóficamente trivial, pese a ser un problema muy serio para los científicos. Nos hemos dado cuenta, además, de que, aunque desde un punto de vista lógico los conceptos son las unidades mínimas de pensamiento científico, no pueden estimarse aislándolos de los sistemas enteros: su validez, si la tienen, se deriva de su sistematicidad, de su presencia en un sistema que pueda someterse a contrastación para establecer su adecuación a los hechos y su coherencia con sistemas previamente contrastados. Por último, nos ha nacido la sospecha de que los esfuerzos de la filosofía empirista por reducir audaces conceptos hipotéticos a triviales conceptos observacionales son esfuerzos desorientados, no sólo porque se mueven contra la historia del desarrollo científico, sino, además, porque se trata de un programa lógicamente inviable. Pero esto nos ocupará en la Parte II.

En la Parte I, que termina aquí, hemos reunido algunos instrumentos de análisis necesarios para examinar metódicamente la estrategia de la

investigación científica y la filosofía que se encuentra por detrás y por delante de ella. Emprendamos ahora esta tarea.

## PROBLEMAS

3.7.1. Examinar las tesis del *fisicismo terminológico* ("Todos los términos deben denotar objetos espacio-temporales") y del *empirismo terminológico* ("Todos los términos deben ser términos de observación o conectables con ellos"). Cfr. O. NEURATH, *Foundations of the Social Sciences*, in *Encyclopedia of Unified Science*, vol. II, núm. 1, Chicago, University of Chicago Press, 1944, Chap. 1.

3.7.2. Es imposible aislar totalmente un sistema material en todos los aspectos. ¿Debemos entonces eliminar el concepto de sistema cerrado, despojando de él a la ciencia?

3.7.3. No hay hombres medios: todas las medias son construcciones lógicas a partir de datos que se refieren a individuos, y la probabilidad de que un individuo cualquiera determinado coincida exactamente con todas las medias es prácticamente igual a cero. ¿Debemos descartar entonces los conceptos de hombre medio y hombre típico? *Problema en lugar del anterior*: No se ha visto hasta ahora, ni probablemente se verá nunca, un *Pithecanthropus erectus*. ¿Podemos aceptar como concepto científico el concepto "*Pithecanthropus erectus*"?

3.7.4. No es posible ver la propagación de la luz en el vacío: todo lo que podemos afirmar en base a la experiencia es que un determinado rayo de luz ha sido absorbido o emitido por un cuerpo determinado; lo demás es hipotético. ¿Es en esta situación científicamente válido el concepto de propagación de la luz en el vacío, que es un concepto primitivo de la óptica? *Problema en lugar del anterior*: Los psicólogos conductistas se han opuesto siempre al concepto de consciencia, porque este concepto no denota ningún rasgo del comportamiento observable. Por otra parte, los fisiólogos utilizan el término 'consciencia' (o, más propiamente, el de 'estado consciente') y se esfuerzan por descubrir la actividad neuronal que puede corresponderle: cfr., por ejemplo, J. F. DELAFRESNAYE, ed., *Brain Mechanisms and Consciousness*, Springfield, Ill., Charles C. Thomas, 1954. ¿Qué hay que hacer? ¿Censurar a los fisiólogos por ignorar el operativismo o criticar a los conductistas por confundir una buena regla de método ("No empezar la investigación con el estudio de la consciencia") con una regla de significación ("La palabra 'consciencia' es empíricamente un sin-sentido")?

3.7.5. El concepto de campo (gravitatorio, eléctrico, etc.) ha sido considerado superfluo porque lo que se observa no es nunca una intensidad de campo, sino el movimiento acelerado de un cuerpo experimental (por ejemplo, el desplazamiento de una pieza del electrómetro). Comentar ese hecho. *Problema en lugar del anterior*: El operativismo y el intuicionismo matemático han exigido que todos los conceptos matemáticos sean constructivos: condenan todos los conceptos que, como el de infinito, no son efectivamente construibles, o sea, no son operativos. Estudiar las consecuencias de esa condena. Cfr. M. BUNCE, *Intuition and Science*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1962, Chap. 2.

3.7.6. "Carga eléctrica de un cuerpo aislado" no tiene significación definible por operaciones. ¿Debe eliminarse ese concepto? *Problema en lugar del*



por el concepto dinámico de movimiento, ya no puede producirse la contradicción "la flecha está en un determinado lugar y, al mismo tiempo, no está en ese determinado lugar". Ahora, en efecto, podemos decir que la flecha se mueve a través de un determinado lugar. Además, el concepto de movimiento nos permite eliminar el concepto de reposo mediante una definición explícita, a saber: " $x$  está en reposo respecto de  $y =_ar x$  no se mueve respecto de  $y$ ". (O bien, si se necesita el concepto cuantitativo de movimiento: " $R(x, y) =_ar [V(x, y) = 0]$ ".) Como es obvio, este paso del rígido "reposo" al flexible "movimiento" no es una operación aislada y meramente lingüística: la operación acompaña a un profundo cambio en la teoría física y hasta en la concepción del mundo, a saber, a la sustitución de la física aristotélica, para la cual el reposo era más básico que el movimiento, por la dinámica física galileana. Lo cual, dicho sea de paso, tiende a mostrar que en la ciencia factual la selección de los conceptos básicos no es arbitraria, sino que puede implicar una transformación de la estructura categorial. La dilucidación de conceptos es, en la ciencia, contextual y gradual, y no es obra de lexicógrafos, lógicos o experimentadores, sino más bien de teóricos.

En el intento de dilucidar un concepto puede producirse una *deformación* del mismo, como resultado de la cual se pierden algunas notas características de su intensión inicial —y ello para bien o para mal. Así, por ejemplo, la psicología moderna ha transformado el concepto de espíritu en algo que tiene ya muy poco parecido con el concepto inicial, que hacía del espíritu un ingrediente de la sustancia inmateral e inmortal llamada alma; hoy día tendemos a considerar el espíritu como un sistema de funciones somáticas (cfr. Secc. 1.6). Esta deformación del concepto ha sido parte del progreso de la ciencia. Otras deformaciones de conceptos pueden no ser progresivas ni ser impuestas por las necesidades de la ciencia, sino más bien por tesis filosóficas o hasta sociológicas. Ejemplos de deformaciones de conceptos que no han servido para aclarar nada fueron los intentos de reducir la masa a una aceleración, para eliminar el concepto de materia (cfr. 3.3), así como la propuesta de considerar el progreso biológico como un mero aumento de adaptación, con objeto de favorecer a ideales conformistas.

Sea progresiva o no, la deformación de conceptos que tan frecuentemente se produce en la ciencia puede tener una motivación filosófica. Y es sumamente radical cuando supone una *reducción* de nivel, o sea, cuando muestra que las leyes que caracterizan un nivel son *las mismas* peculiares a un nivel que se considera distinto. Tal fue, por ejemplo, el caso de los conceptos de la óptica, cuando se mostró que esta disciplina es un capítulo de la teoría electromagnética. Cuando, aunque sin conseguir establecer una tal identidad, se consigue *deducir* un conjunto de leyes a partir de otro conjunto que se refiere a un inferior nivel de organización —como cuando se deducen leyes químicas a partir de leyes físicas, junto con hipótesis

específicamente químicas sobre la composición y la estructura de las moléculas—, no se lleva a cabo ninguna genuina *reducción*, pero se obtiene algo no menos valioso, a saber, una dilucidación conceptual y la consiguiente vinculación de dos niveles de realidad diversos. No suele establecerse con absoluta claridad la distinción entre reducción y pseudo-reducción, pero el asunto es importante para la filosofía y para la ciencia, porque el reduccionismo tiene dos aspectos: por un lado estimula la exportación de conocimiento de bajos niveles a niveles altos; pero por otro lado inhibe la búsqueda de nuevas propiedades y leyes que, aunque arraigadas en las que caracterizan a niveles inferiores, surgen de ellas y no les son silénticas. En todo caso, la deformación de conceptos tiene lugar en contextos teóricos y a veces supone consideraciones y problemas metafísicos (ontológicos).

Algunos conceptos son particularmente útiles para la ampliación y la dilucidación de otros conceptos. Destacan entre estos instrumentos de precisión los conceptos matemáticos de conjunto y de probabilidad. En cuanto que en algún contexto dado se mencionan propiedades —y eso no puede dejar de ocurrir—, pueden construirse mentalmente los correspondientes conjuntos de individuos que tienen esas propiedades. Por ejemplo, la clase engendrada por la propiedad simbolizada por el predicado monádico ' $P$ ' es:  $\mathcal{P} = \{x | P(x)\}$ . Y una vez constituidos los conjuntos, el discurso puede ampliarse y precisarse con la ayuda de la teoría de los mismos. Así, por ejemplo, el resbaladizo concepto de vida —tantas veces tratado como si denotara una determinada sustancia— puede dominarse con ayuda de conceptos de la teoría de conjuntos de alguno de los modos siguientes. Una solución posible es la *extensionalización directa*, o sea, la definición del concepto de vida como el conjunto de los seres vivos: "Vida =  $_ar \{x | x \text{ es vivo}\}$ ". Con esto no se gana gran cosa: esta solución no sirve más que para evitar la caída en el error de considerar la vida como una entidad separada de la función misma de vivir. Otra dilucidación más iluminadora del concepto de vida es la *extensionalización indirecta*, o sea, el análisis de "vivo" como conjunción de ciertas notas inequívocas  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , procediendo luego a construir las clases correspondientes  $\mathcal{P}_1, \mathcal{P}_2, \dots, \mathcal{P}_n$ , para tomar por último su parte común:  $\mathcal{V} = \mathcal{P}_1 \cap \mathcal{P}_2 \cap \dots \cap \mathcal{P}_n$ . Este segundo procedimiento requiere, naturalmente, cierto básico conocimiento biológico que vaya más allá de la mera descripción de la vida animal y vegetal: se trata de una definición que recoge un cuerpo de conocimiento básico.

Dadas dos propiedades cualesquiera,  $P$  y  $Q$ , podemos construir los conjuntos correspondientes,  $\mathcal{P}$  y  $\mathcal{Q}$ , y preguntarnos, por ejemplo, si  $\mathcal{P}$  está incluido en  $\mathcal{Q}$  o a la inversa. Luego podemos introducir los nuevos conjuntos formados mediante la operación de unión (o sea,  $\mathcal{P} \cup \mathcal{Q}$ ) y de intersección ( $\mathcal{P} \cap \mathcal{Q}$ ). Podemos también ir más allá de este estadio cualitativo y medir esos conjuntos. En particular, podemos hallar la medida de la

anterior: El concepto general de energía, a diferencia de algunos de los conceptos específicos subsumidos por él (por ejemplo, "energía térmica"), no puede dotarse de referencia operativa. ¿Debemos conservarlo o prescindir de él?

3.7.7. El concepto de progreso se considera a menudo no-científico porque supone una estimación. Examinar esa tesis. Indicación: empezar por hallar si toda estimación es necesariamente subjetiva. *Problema en lugar del anterior*. Los conceptos de realidad y de existencia han sido condenados por metafísicos. ¿Son superfluos en la ciencia y la filosofía?

3.7.8. Según la Df. 4, los conceptos "bondad", "amor" y "felicidad" no son científicos mientras no se disponga de teorías científicas de la bondad, el amor y la felicidad. ¿Deben quedarse en ese estado, o es posible y deseable hacerlos científicos? ¿Y dejarían de ser lo que son la bondad, el amor y la felicidad porque los correspondientes conceptos se sometieran a la ley de la ciencia?

3.7.9. ¿Son conceptos físicos los conceptos egocéntricos "Yo", "ahora", "parece", y los conceptos antropocéntricos "dulce", "áspero" y "observable"? ¿Y serían científicamente válidos en algún otro contexto? En caso de respuesta afirmativa: ¿en cuál?

3.7.10. Recordar la división de los conceptos no-observacionales en variables intermedias y construcciones hipotéticas (cfr. Secc. 2.6). Los pragmatistas, los fenomenistas y los convencionalistas aceptan las variables intermedias como útiles instrumentos, pero niegan validez científica a los conceptos que se refieren a entidades, propiedades o relaciones trasempíricas hipotetizadas: a lo sumo aceptarían construcciones hipotéticas a título de expedientes provisionales que un día u otro deben sustituirse por variables independientes o, cosa más deseable para ellos, por conceptos observacionales. ¿Qué teorías científicas tendrían que suprimirse si se adoptara esa actitud? ¿Y qué significa la respuesta a esa pregunta para el lugar de la filosofía en la construcción y aceptación de teorías científicas? ¿Y cómo debería adoptarse una decisión respecto de esas dos clases de variables: en interés de alguna filosofía o en interés del progreso del conocimiento?

#### BIBLIOGRAFÍA

- K. APONIEWICZ, "Die Definition", *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique*, París, Hermann, 1936, V.  
 M. BUNGE, *The Myth of Simplicity*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1963, Chap. 1.  
 —, *Interpretation and Truth*, Dordrecht, Reidel, 1974.  
 —, *Sense and Reference*, Dordrecht, Reidel, 1974.  
 R. CARNAP, "Testability and Meaning", *Philosophy of Science*, 3, 419, 1936, y 4, 1, 1937.  
 —, *Logical Foundations of Probability*, Chicago, University of Chicago Press, 1950, Chap. 1.  
 C. W. CHURCHMAN and P. RATOOSH, eds., *Measurement: Definitions and Theories*, New York, John Wiley and Sons, 1959, Chaps. 1 y 9.  
 M. B. COHEN and E. NAGEL, *An Introduction to Logic and Scientific Method*, New York, Harcourt, Brace & Co., 1934, Chap. XII.

- J. C. COHEN, *A Primer of Formal Logic*, New York, Macmillan, 1942, sec. 27.  
 L. J. COHEN and P. E. MILES, "Construct Validity in Psychological Tests", in H. Feigl and M. Scriven, eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Minnesota, University of Minnesota Press, 1956, I.  
 N. COHEN, *The Structure of Appearance*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1951, Chap. 1.  
 C. G. HEIDEL, *Foundations of Concept Formation in Empirical Science*, núm. 7 de la *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1952.  
 C. I. LEWIS, *An Analysis of Knowledge and Valuation*, La Salle, Ill., Open Court, 1946, Chap. V.  
 H. MARGENAU, *The Nature of Physical Reality*, New York, McGraw-Hill, 1950, Sec. 4.4.  
 A. PAP, *An Introduction to the Philosophy of Science*, New York, The Free Press of Glencoe, 1962, Part. I.  
 B. RUSSELL, "Vagueness", *Australasian Journal of Psychology and Philosophy*, 1, 84, 1923.  
 W. V. O. QUINE, *Word and Object*, New York and London, The Technology Press of the M. I. T. and John Wiley, 1960, Chap. iv. Traducción castellana, *Palabra y objeto*, Barcelona, 1968.