

# CONSIDERACIONES SOBRE UNA SEMIOLOGÍA DE LA CIENCIA

JAVIER ECHEVERRÍA  
Universidad del País Vasco

## I. *Introducción*

Una de las principales insuficiencias de la filosofía de la ciencia en el siglo XX, a pesar de los evidentes logros habidos en la reconstrucción y el análisis de las teorías científicas, estriba en la separación entre las ciencias formales y las ciencias con contenido empírico. La distinción procede de Carnap, y quedó generalmente aceptada por el Círculo de Viena a partir de su artículo de 1935 en *Erkenntnis*: "Formalwissenschaft und Realwissenschaft".<sup>1</sup> Tiene un regusto kantiano, pues permite mantener bajo una forma nueva la oposición analítico/sintético, que había sido criticada por Wittgenstein en el *Tractatus*,<sup>2</sup> al afirmar que las llamadas proposiciones analíticas eran pseudo-proposiciones (§ 5.534). La filosofía ulterior de la ciencia, pese a sus múltiples críticas al programa neopositivista, no ha conseguido romper esa separación. Puede afirmarse que las *Realwissenschaften*, y en particular la física, han marcado profundamente la teoría de la ciencia en nuestro siglo. Cuando se habla de teorías científicas se está aludiendo casi siempre a teorías físicas (Copérnico, Galileo, Newton, la termodinámica, la mecánica cuántica, la teoría de la relatividad, etcétera) y sólo algunas veces a teorías biológicas (el evolucionismo darwiniano, la selección natural, la genética, la sociobiología) o a teorías químicas (Lavoisier, Bohr, etcétera). Falta

<sup>1</sup> R. Carnap: "Formalwissenschaft und Realwissenschaft", *Erkenntnis* 5 (1935), pp. 30-31.

<sup>2</sup> Cito la traducción de Tierno Galván del *Tractatus Logico-Philosophicus* en Alianza Editorial, Madrid, 1973, p. 153.

por analizar y reconstruir la historia y la estructura de las teorías matemáticas, de las teorías lingüísticas y, por supuesto, de las teorías lógicas, que no se ve por qué habrían de quedar excluidas como objeto de la filosofía de la ciencia, más que de lo que hoy en día se llama filosofía de la lógica.

Y aun cuando esa labor sea llevada a cabo, para lo cual se están dando en los últimos años los primeros pasos, falta mucho para que se pueda proponer una teoría general de la ciencia que trascienda la división entre ciencias formales y ciencias físico-naturales, por no hablar de las ciencias humanas o sociales, e incluso de la tecnología: aquí nos atenderemos únicamente a la primera división, asentada a partir de la propuesta carnapiana.

Esta insuficiencia depende de muchos factores, entre los cuales voy a resaltar uno: la inadecuada teoría del conocimiento que marcó desde su origen al positivismo lógico y, en cierta medida, a la filosofía analítica inmediatamente ulterior. Se tratará pues de criticar esa gnoseología, tomando como ejemplos característicos de ella el *Tractatus* de Wittgenstein o *La filosofía del atomismo lógico* de Russell. El argumento principal será el siguiente: dichas teorizaciones del conocimiento humano son inadecuadas para el caso del conocimiento científico, que no responde de ninguna manera al esquema simple (y en concreto a la noción de signo) utilizado por ambos autores y, con distintas variantes, por sus sucesores.

Llevaré a cabo esta crítica desde posturas racionalistas. Conviene precisar, para evitar malentendidos, que dicho término se remite mucho más a autores como Leibniz y Saussure, injustamente olvidados por los filósofos de la ciencia, que a la pléyade de cultivadores de la palabra *razón* que abundan hoy en día. Al final se desprenderán algunas propuestas nuevas, forzosamente provisionales, que dan conte-

nido al apelativo, perfectamente reemplazable por otro, de *Semiología de la Ciencia*.

## II. *El Tractatus y La Filosofía del Atomismo Lógico*

Para Wittgenstein el mundo es la totalidad de los hechos, y no de las cosas (§ 1.1).<sup>3</sup> Cada hecho está constituido por una configuración (*Konfiguration*) de objetos (§ 2.0272).<sup>4</sup> El mundo es la totalidad de los hechos atómicos, o estados de cosas (*Sachverhalten*), independientes entre sí y sin nexo de causalidad.

Dejaré de lado la adecuación o inadecuación de estas tesis ontológicas, pasando a la gnoseología wittgensteiniana, cuyas primeras formulaciones son las siguientes:

§ 2.1 : Nosotros nos hacemos figuras (*Bilder*) de los hechos (*Tatsachen*).

§ 2.12: La figura es un modelo de la realidad.

§ 2.13: A los objetos corresponden en la figura los elementos de la figura.<sup>5</sup>

Llamo la atención sobre esta última afirmación, característica del atomismo lógico, sobre todo en su ulterior versión russelliana. Las figuras que nosotros nos hacemos de los hechos poseen elementos (los átomos lógicos), que han de corresponder con los elementos de los hechos, que son los objetos. Más adelante puede leerse:

§ 2.16: En la figura y en lo figurado debe haber algo idéntico (*identisch*) para que una pueda ser figura de lo otro completamente.

§ 2.17: Lo que la figura debe tener en común con la rea-

<sup>3</sup> *Ibid.*, p. 35.

<sup>4</sup> *Ibid.*, p. 43.

<sup>5</sup> *Ibid.*, p. 43.

lidad para poder figurarla a su modo y manera —justa o falsamente— es su forma de figuración (*Form der Abbildung*).<sup>6</sup>

Como puede observarse, se presupone una teoría de la verdad como *adequatio*, concordancia o correspondencia entre hechos y figuras de los hechos, cuya invariante sería precisamente la forma de figuración. Dicho más claramente por el propio Wittgenstein:

§ 2.21: La figura concuerda con la realidad o no; es justa o equivocada, verdadera o falsa,<sup>7</sup>

y un poco más adelante:

§ 2.224-2.225: No se puede conocer sólo por la figura si es verdadera o falsa. No hay figura verdadera *a priori*.<sup>8</sup>

Aquí tenemos las razones de la crítica wittgensteiniana a los enunciados analíticos. Siempre debe haber correspondencia y concordancia entre dos estratos epistemológicamente distintos: la figura y lo figurado. El pensamiento va a ser la figura lógica de los hechos (§ 3) y la proposición es la expresión del pensamiento perceptible por medio de los sentidos (§ 3.1). Así pues, los elementos del signo proposicional deben corresponderse con los objetos, por ejemplo designándolos, y para que se pueda hablar de verdad es imprescindible que, en el signo proposicional, la configuración de los signos simples, o nombres, sea la misma que la configuración de los objetos en el estado de cosas (§ 3.21). Cada uno de los objetos puede ser nombrado, y

<sup>6</sup> *Ibid.*, pp. 45 y 47.

<sup>7</sup> *Ibid.*, p. 47.

<sup>8</sup> *Ibid.*, p. 49.

sus relaciones, conexiones o configuraciones pueden ser figuradas en las proposiciones por medio de la adecuada combinación de signos simples. Gracias a todo ello, el discurso que articula proposiciones de este tipo puede ser verdadero.

Baste todo esto para recordar brevemente pasajes perfectamente conocidos del *Tractatus*. Las tesis gnoseológicas del atomismo lógico se perfilan en ellos con toda nitidez: existen signos simples, que nombran directamente a los objetos, y el isomorfismo entre la configuración de objetos y la de signos es la raíz de la verdad o falsedad del discurso científico. Es verdad, por ejemplo, que Wittgenstein es el autor del *Tractatus* porque los signos 'Wittgenstein' y '*Tractatus*' designan objetos que estuvieron *de hecho* en la relación 'ser autor de'. Quedan los manuscritos como corroboración empírica de la verdad de dicho enunciado.

Ahora bien, esta última constatación plantea problemas de envergadura. ¿Qué necesidad hay de los manuscritos, o de la edición *princeps* donde el editor da fe de que el individuo susodicho es, efectivamente, el autor del texto editado? Obsérvese que no es inmediato que el *Tractatus* y el manuscrito del *Tractatus* sean lo mismo. Cabe entender que el *Tractatus* adopta como una de sus expresiones la figura de manuscrito; pero también adopta muchas más. Lo que entendemos por *Tractatus* es un objeto mucho más complejo, que incluye la primera edición, pero también las siguientes y sus traducciones, en particular al inglés o al español. La proposición

'Wittgenstein es el autor del *Tractatus*',

o incluso

'Wittgenstein escribió el *Tractatus*'

no rememoran el hecho empírico de un individuo, llamado

Wittgenstein, escribiendo notas en cuadernos a los que luego bautizó *Tractatus Logico-Philosophicus*. Si prestamos confianza a los editores y a las convenciones relativas a las portadas de los libros podemos imaginar, pero nada más que imaginar, ese hecho. O lo que es más: inferimos ese hecho desde nuestra aceptación de las convenciones usuales respecto a la autoría de textos filosóficos. La proposición no surge para figurar un hecho percibido por alguien, sino que se induce a partir de otro hecho: la presencia física de un libro. Ocurre sin embargo, como veremos más adelante, que este nuevo hecho es de una naturaleza muy peculiar: es una configuración de *signos* ordenados según páginas y líneas.

Para los empiristas acérrimos que vean en los manuscritos la confirmación de que, efectivamente, Wittgenstein escribió *fisicamente* el *Tractatus*, valga a su vez el argumento siguiente: también ese manuscrito es un conjunto de signos, por una parte, y, por otra, el término '*Tractatus*' no sólo designa a ese manuscrito. El *Tractatus* existe para la comunidad científica porque fue editado, y lo que es más, porque fue editado *conforme* lo había dejado escrito Wittgenstein. Esta correspondencia entre dos sistemas de signos distintos, la grafía de Wittgenstein y las letras de imprenta, es condición *sine qua non* de la existencia de un objeto correspondiente al término '*Tractatus*', y en general de la existencia de cualquier objeto o hecho científico, como veremos luego.

Russell, como es sabido, radicalizó las tesis del empirismo lógico al priorizar el conocimiento directo (*acquaintance*) como el último reducto de esa correspondencia entre hechos atómicos y proposiciones atómicas. Parafraseando la tesis russelliana en *La Filosofía del Atomismo Lógico*, referida a Sócrates, podríamos decir que

Nosotros no conocemos directamente a Wittgenstein y por tanto no podemos nombrarlo. Cuando empleamos la pala-

bra 'Wittgenstein' hacemos en realidad uso de una descripción,<sup>9</sup>

o, en términos más generales:

Un nombre, entendido en su sentido estricto lógico de palabra cuyo significado es un particular, sólo podrá aplicarse a un particular directamente conocido por el que habla, puesto que no es posible nombrar nada de lo que no se tenga conocimiento directo.<sup>10</sup>

Coherentemente con estas tesis, los nombres propios se reducen para Russell, en el sentido estricto del término, a los demostrativos 'esto', 'eso' y 'aquello'.

'Esto está a la izquierda de aquello'

sería el enunciado atómico por antonomasia.

Pero obsérvese que si al decir esa frase no se señala a la vez que se pronuncia

'Esto está a la izquierda de aquello'

no se puede decidir sobre la verdad o falsedad del enunciado. Lo cual equivale a constatar, en el extremado ejemplo russelliano, que no sólo existen objetos y signos elementales del tipo 'esto' o 'aquello', sino que para que un enunciado sea verdadero por conocimiento directo hace falta, como mínimo, otro sistema de signos, a saber: los gestos indicativos simultáneos a la pronunciación de los vocablos 'esto' y 'aquello', gracias a los cuales sabemos a qué objetos del mundo estamos aludiendo.

<sup>9</sup> B. Russell, "La filosofía del atomismo lógico", en *Lógica y Conocimiento*, trad. J. Muguerza, Madrid: Taurus, 1966, p. 281, modificando el nombre propio 'Sócrates' por 'Wittgenstein'.

<sup>10</sup> *Ibid.*, p. 281.

Llegamos así a un primer punto importante: no basta una única figura de los hechos y de los componentes objetuales. Además del manuscrito del *Tractatus* es necesaria la edición original, o alguna traducción, para poder hablar de esa obra; además de los términos ‘esto’ y ‘aquello’ hacen falta deícticos no fónicos para aludir a los objetos. En general hacen falta al menos dos sistemas de signos, más una correspondencia biunívoca y conforme entre ambos, para que una proposición que expresa un conocimiento directo o empírico pueda ser tachada de verdadera o de falsa.

### III. *La designación y las figuras de los hechos en las ciencias formales y en las ciencias empíricas*

Dejemos ya de lado estos ejemplos tan sencillos, y por otra parte tan trillados, para aproximarnos a enunciados que sean más verosímiles en la actividad práctica de un científico.

Comencemos por un matemático que dice:

Sea  $f$  la función  $y = x$ .

Si hablamos de la función  $f$ , y ésta se expresa mediante la ecuación  $y = x$ , sabemos que se está hablando de una función que hace corresponder a cada valor de la variable  $x$  el valor  $y = x$ , es decir:

$$f: x \rightarrow f(x) = x.$$

El signo  $f$  no designa ninguna cosa u objeto, sino exactamente lo que luego llamaremos un *ensamblaje de signos*. Por supuesto, los signos  $x$  e  $y$  pueden tener diversas significaciones: pueden ser números, puntos o cualquier otro tipo de entidades. Pero lo que en primer lugar designa  $f$  (véanse si no los dos puntos para marcar esa relación de



designación) es la secuencia de signos que expresa la estructura básica de una función de dos variables, como podría hacerlo para  $n$  variables. El signo ' $f$ ' designa a otros signos: precisamente a aquellos que aparecen a la derecha de los dos puntos que separan el signo de su *designatum*. Exactamente igual, las expresiones

$$y = f(x) \quad \text{ó} \quad f(x) = x$$

son ecuaciones, y no cosas ni hechos. La interpretación clásica de dichas ecuaciones, procedente de la *Geometría* de 1637 de Descartes, consiste en la figura 1, con lo cual tenemos ahora una nueva relación de designación.

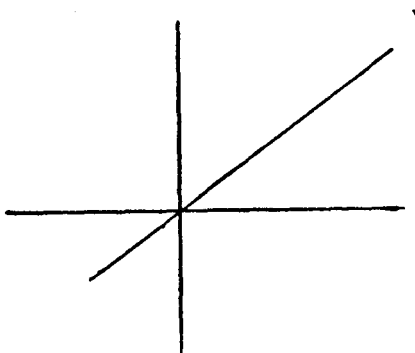


fig. 1

La ecuación  $y = x$  designa (o expresa analíticamente) a la diagonal del primer y tercer cuadrantes de un sistema de referencia cartesiano, independientemente del significado que, a su vez, pueda atribuirse a los puntos de dicha diagonal. De nuevo un signo, o mejor, un ensamblaje de signos, designa a otro ensamblaje de signos, y no de cosas.

Estamos tan habituados a utilizar las figuras geométricas que tendemos a pensarlas como auténticos objetos. Pero no hay tal, como muy bien subrayó Leibniz en su *Dialogus* de

1677;<sup>11</sup> la bisectriz de la figura 1 no es más que una de las expresiones sensibles de algo muy distinto, que es el concepto de bisectriz de dos rectas perpendiculares. Dicho concepto, a su vez, sólo nos es accesible en tanto lo expresamos mediante un ensamblaje o configuración de signos, en este caso fónicos: ‘bisectriz’, ‘rectas’ y ‘perpendiculares’. Por dondequiera que se tome, el matemático siempre designa unos signos por medio de otros, sean éstos figuras, números, palabras, signos algebraicos, etc. La ecuación de la bisectriz de dos ejes cartesianos es  $y = x$  porque existen múltiples intercorrespondencias y concordancias entre todos esos sistemas de signos, los cuales nunca se reducen a dos, como fácilmente puede comprobarse, al menos en los casos en que quepa una decisión sobre la verdad o falsedad de una proposición matemática.

Dicho de otra manera: términos como ‘recta’, ‘curva’ ‘circunferencia’, ‘triángulo’, etc., pueden tener su origen en una lengua natural, como el griego o el latín. Al constituirse un nuevo sistema de signos, las figuras geométricas, dichos términos pasan a tener un uso técnico preciso, distinto del habitual: hay que poner nombre a las figuras además de proporcionar su referencia en forma de trazo geométrico, pero siempre sabiendo que dicho trazo empírico ya es signo de otra cosa, pues no en vano la *ἐκθεσις* permite demostrar teoremas y propiedades de validez general. Con Descartes ‘recta’ viene a significar más que otra cosa ‘ecuación lineal de primer grado con dos variables’: como puede comprobarse, el lenguaje ha cambiado totalmente con respecto a Euclides. Ha aparecido un nuevo sistema de signos (tanto de vocabulario como de letras algebraicas) cuya pretensión estriba en reducir al sistema anterior, expresando en el nuevo lenguaje cuanto sea demostrable en el de los géómetras clásicos y

<sup>11</sup> Leibniz, G. W.: *Philosophische Schriften*, Vorausedition der Akademie, Reihe VI, Faszikel 1 (1982), pp. 60-64.

engendrando a su vez nuevas posibilidades combinatorias, impensables en el sistema precedente.

Descrito a muy grandes rasgos, este tipo de proceso se ha repetido una y otra vez en el caso de las ciencias formales. Unos sistemas de signos toman como referentes semánticos, cuando menos parciales, a sistemas preexistentes.

Pasemos a las ciencias empíricas, respecto de las cuales puede perdurar más la convicción injustificada de que tienen que ver con objetos o cosas. Imaginemos para ello un astrónomo que observa el cuerpo celeste llamado Venus. Re-construyamos el trabajo de observación de nuestro astrónomo de la manera siguiente:

En primer lugar, el astrónomo jamás ve a Venus. Lo que él percibe es, supongamos, la imagen de dicho astro sobre la lente telescópica. Dicha imagen es un signo, tanto por su artificialidad como porque su contextura física está mediada por toda una teoría óptica que permite la construcción del telescopio y da sentido y hace perceptible dicha imagen como la de Venus. Pierre Duhem,<sup>12</sup> y luego N.R. Hanson<sup>13</sup> subrayaron que un profano y un científico no ven lo mismo en un laboratorio ni en un aparato de observación. Nuestro astrónomo captará pues aspectos que pasarían completamente inadvertidos al lego, el cual habría de ser instruido por medio incluso de la deixis para que pudiera percibirse de todas las imágenes y detalles significativos para aquel que sabe ver desde un punto de vista astronómico. En la pantalla telescópica sólo se aprende a ver el movimiento de Venus porque las observaciones propias van siendo corroboradas por alguien competente en el lenguaje observacional propio del instrumento astronómico usado.

Y aun con estas primeras mediaciones, todavía se está muy lejos de la intelección de un enunciado científico, y

<sup>12</sup> Duhem, P.: *La théorie physique*, París, 1914, p. 218.

<sup>13</sup> Hanson, N.R.: *Patrones de descubrimiento*, trad. E. García Camarero, Madrid: Alianza, 1977, pp. 96-97.

por consiguiente del hecho correspondiente. La determinación de la posición astronómica de Venus se hace en función de dos variables: el espacio y el tiempo. Su situación espacial se establece, por ejemplo, con base en la *coincidencia* o correspondencia biunívoca entre la imagen de Venus en la lente y una serie de marcas previamente trazadas que posibilitan una traducción de lo observado a datos cuantificados. La alineación o concordancia entre el ojo del científico, la marca artificial y la imagen de Venus (obsérvese la triplicidad de sistemas involucrados) es condición *sine qua non* para poder afirmar:

Venus está en la posición  $x$ .

Todavía queda por determinar la variable temporal. Para ello, por ejemplo, se puede parar el correspondiente cronómetro en el mismo momento en que ojo, marca e imagen están alineados. La coordinación entre el acto de observar la imagen en la lente y el acto de pulsar el cronómetro permite establecer la proposición:

Venus está en la posición  $x$  en el instante  $t$ .

A continuación hay que fijar el valor de  $x$  y  $t$ . Tanto en un caso como en otro, el sistema de marcas previamente trazadas en la lente y en el cronómetro constituyen algoritmos que nos permiten calcular rápidamente dichos valores. Por cierto, en el caso del reloj interviene todavía otro tipo de correspondencia entre sistemas de signos: las posiciones de la aguja y las marcas del cuadrante, más la mirada *alineada* del observador. Todos esos algoritmos, bien entendido, presuponen e involucran otras tantas teorías científicas trabajosamente elaboradas para medir el espacio y el tiempo, así como reglas aritméticas y propiedades geométricas.

Las observaciones así cuantificadas van a repetirse, hasta

llegar a formar una tabla de las posiciones de Venus. Esta tabla conlleva la aparición de un nuevo sistema de signos, cuyo tratamiento suele ser estadístico y frecuencial: a cada instante  $t$  se le hace corresponder, no ya una situación  $x$  observada empíricamente, sino la media aritmética de las posiciones  $x$  obtenidas en repetidas observaciones. Aun en el caso más sencillo, en el que sólo se recurre a la media aritmética, la observación científica siempre está mediatizada por la repetición de la observación, y nunca por la expresión signica de un “hecho real”.

Las tablas astronómicas, si pensamos por ejemplo en Tycho Brahe, pueden luego engendrar, por vía inductiva, hipótesis generales sobre el conocimiento de los astros, que son sometidas a contrastación y a debate en el seno de una determinada comunidad científica, previa publicación de los resultados que se obtuvieron y de las hipótesis que se infieren de ellos de manera plausible para el momento histórico del que se trate. Sólo en este momento, tras la publicación de las observaciones en forma escrita, cabe hablar de enunciados científicos y, por ejemplo, alguien podría concluir finalmente algo tan trivial astronómicamente como que:

El lucero matutino es el lucero vespertino.

Pues bien, la verdad del enunciado fregeano depende del establecimiento de trayectorias continuas inferidas, con base en una teoría, a partir de las tablas observacionales que expresan científicamente el movimiento de ambos luceros. Lo que sustenta la verdad del enunciado es la estricta coincidencia entre ambas trayectorias, y por consiguiente la concordancia entre sus tablas respectivas. Dicho de otra manera: el término ‘lucero matutino’ significa astronómicamente su tabla o su trayectoria, y no otra cosa. Esto es exactamente lo que se publica en una revista científica: el nombre propio del objeto en correspondencia con las observaciones rea-

lizadas. El significado primigenio, desde el punto de vista astronómico, no es ni mucho menos el objeto celeste, sino su expresión cuantificada en un determinado sistema de signos.

En resumen: como 'lucero matutino' y 'lucero vespertino' significan astronómicamente, en el marco de una teoría y de unos determinados procedimientos experimentales, diversas trayectorias y tablas, y como 'tablas de posiciones' significa 'correspondencias espacio-temporales estadísticamente analizadas' y como 'correspondencia espacio-temporal' significa 'método de medición y de cálculo por medio de cronómetro y lente telescópica', y como 'cronómetro' y 'lente telescópica' presuponen sistemas de marcas, y como por supuesto la visión del astrónomo ha sido educada para captar los signos pertinentes así como sus conexiones en la imagen sobre la lente; en función de todos estos considerandos, y de algunos más que todavía podrían inferirse tras un análisis más fino del enunciado fregeano, resulta que la proposición es verdadera.

Puede ser que, en la imaginación popular, bajo el concepto 'lucero matutino' caiga un objeto; pero en la ciencia astronómica lo que cae bajo ese ensamblaje de signos es otro (y a su vez otros, en cadena) ensamblaje de signos, de tipo muy distinto.

Puede ahora entenderse con toda claridad el sentido de la crítica inicial a las teorías empiristas del significado. El lucero matutino es, en primer lugar, su tabla (o cualquier otro ensamblaje de signos que exprese astronómicamente el movimiento observado), al igual que el vespertino. El lucero matutino es el mismo que el lucero vespertino *porque* la tabla  $T_1$  es idéntica a la tabla  $T_2$ , y no porque tengan una misma referencia. El análisis de los enunciados científicos debe tener lugar por sus pasos lógicos, incluyendo en ello los aspectos pragmáticos, y no prescindiendo de las impor-

tantes mediaciones inducidas por los diversos sistemas de signos involucrados en la verdad de un enunciado, para dar un salto epistemológicamente mortal a objetos, referencias, cosas, etc., que están más allá del trabajo concreto del científico experimental.

Extraeremos de lo anterior la siguiente conclusión: la intercorrespondencia entre tres o más sistemas de signos sustenta las nociones de verdad y falsedad de las proposiciones científicas, tengan contenido empírico o no. Lo que conocemos, lo que pensamos conforme al saber científico, siempre depende de signos, y es verdadero o falso según haya concordancias o discordancias entre los diversos sistemas signícos a los que recurrimos. La dependencia del conocimiento científico respecto de los diversos tipos de caracteres es estricta. Ello no equivale a afirmar un fenomenalismo, ni a descartar la cuestión ontológica, tanto en el caso de las ciencias formales como en el de las ciencias empíricas. En efecto, la noción de signo incluye la existencia de *designata*, y por lo tanto no se reduce a la de fenómeno, porque la relación de designación está sujeta a reglas precisas. Y, por otra parte, la existencia real de cosas u objetos puede ser inferida (y no simplemente creída, en virtud de una irrenunciable fe en el realismo científico) con base en argumentos racionales, a saber: la intercorrespondencia entre múltiples sistemas de signos, y la convergencia entre los diversos ensamblajes que aluden a un mismo *designatum*, constituye un criterio bastante más claro y racional de la existencia de objetos y hechos reales, con los cuales, en cualquier caso, mantenemos una relación cognoscitiva eminentemente compleja, y no simple, inmediata ni directa, como afirma la gnoseología del atomismo lógico.

#### IV. *Ensamblajes de signos*

Dado que la noción fundamental que hemos adoptado es la

de *ensamblajes de signos*, conviene contextualizarla y explicar brevemente el porqué de su elección.

En su célebre artículo titulado “El concepto de verdad en los lenguajes formalizados”,<sup>14</sup> Tarski no sólo hizo importantes aportaciones en orden a caracterizar la noción de verdad, sino que llamó la atención sobre dos distintos mecanismos para denominar en un metalenguaje signos del lenguaje-objeto. Para él, mencionar una palabra (por ejemplo el término ‘verdad’) es una operación comparable a la de poner nombre. Todo signo o conjunto de signos con sentido puede tener nombre propio en el lenguaje correspondiente, en virtud de la operación de mención.

Tarski estudió también otro procedimiento para denominar, cuyo interés apenas había sido advertido por los lógicos: se trata de los nombres que describen la estructura de una expresión o secuencia de signos, como por ejemplo al deletrear una palabra conforme al orden en que aparecen sus letras. Así, a la palabra ‘verdad’ no sólo le corresponde este nombre propio, sino que también puede ser denominada metalingüísticamente mediante la composición de los nombres propios de sus letras integrantes: ‘v’, ‘e’, ‘r’, ‘d’, ‘a’, ‘d’.

Esta distinción tiene gran importancia en el contexto de su trabajo, como luego la tendrá en las investigaciones de Gödel, pues como el propio Tarski subraya:

el hecho de que sea posible hacerle corresponder a toda expresión, y en particular a toda expresión del lenguaje en cuestión, por una parte un nombre individual y por otra una expresión que es la traducción directa de dicha expresión en metalenguaje, jugará un papel decisivo en la construcción de la definición de verdad, como se verá en el párrafo siguiente.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> A. Tarski, “Le concept de vérité dans les langages formalisés”, trad. G. G. Granger, en *Logique, sémantique, métamathématique*, París: A. Colin, vol. 1.

<sup>15</sup> A. Tarski, *o.c.*, p. 178.



No deja de llamar la atención que, para investigar la concepción clásica de la verdad (como *adequatio* entre ser y decir, o entre figura y figurado), se presuponga en el segundo mecanismo metalingüístico de nominación buena parte de lo que constituye el núcleo básico de dicha concepción. En efecto, entre los dos nombres del término 'verdad' no sólo existe la relación de poseer un mismo *nominatum*, sino que además ha de haber una adecuación, o mejor, una correspondencia signo a signo con mantenimiento de la ordenación en el ensamblaje de signos al que se le está poniendo nombre en el metalenguaje. Antes de llegar a la noción de proposición, y por lo tanto a la definición de verdad, las dos formas de nombrar una expresión presuponen ya una concordancia. Tarski no llega a analizar esta *petitio principii*, pero desde luego sí la afirma con toda claridad, como una especie de postulado:

al nombre 'nieve' le corresponde el nombre 'palabra compuesta de las cinco letras siguientes: n, i, e, v, e'.<sup>16</sup>

Bástenos con hacer dos observaciones al respecto. Primera: la definición tarskiana de verdad precisa perentoriamente de tres sistemas de signos para poder ser correcta: el lenguaje-objeto y las dos formas de denominar sus fórmulas o signos elementales, las cuales han de intercorresponderse. Segunda: la noción de sucesor (o de siguiente) está implícitamente aceptada en toda escritura formalizada tipo Tarski, y por consiguiente no es una noción aritmética, como pensaron Peano o Frege, sino básicamente semiótica.

Con base en ella Tarski va a introducir una operación signíca muy importante para la lógica y para los lenguajes formalizados: la de *concatenación* de signos. Se trata de una operación definida en el metalenguaje, gracias a la cual va-

<sup>16</sup> *Ibid.*, p. 164.

mos a poder construir un nombre para cualquier expresión del lenguaje formalizado a partir de los nombres propios de los signos elementales, que Tarski previamente introduce: 'ng' (signo de negación), 'cu' (cuantificador universal), 'in' (inclusión), etc.

La concatenación es definida por medio de cinco axiomas, cuya importancia es grande, por ser la primera tentativa de definir y formalizar un recurso semiótico tan habitual como el de escribir o pronunciar una palabra (o un signo) tras otra. No entraremos en el estudio de esos axiomas. Sólo nos interesa aquí la propuesta de Tarski, porque en ella, independientemente de tesis ontológicas como las que vimos en Wittgenstein, y que en Tarski no aparecen, se expresa a la perfección lo que llamaremos atomismo semiótico, cuya influencia en la lógica ulterior será enorme, y que por lo mismo ha de ser objeto de crítica a continuación.

Quine retomó esta parte del trabajo de Tarski y sintetizó estas tesis gnoseológicas de la manera siguiente:

la teoría de la concatenación puede ser contemplada como teniendo que ver con secuencias finitas de algún tipo de objetos. Dichos objetos, llamados átomos, también son considerados como secuencias, a saber: como secuencias de longitud uno.<sup>17</sup>

Es decir, que un lenguaje formalizado se compone de secuencias, que Quine dice de objetos, a mi entender injustificadamente, pues ya vimos que los científicos trabajan con signos. Dichas secuencias son descomponibles y concatenables. Por un lado nos llevan a las secuencias de longitud mínima (átomos o signos elementales; también se les llamará individuos), por otra parte a expresiones de longitud ma-

<sup>17</sup> Quine, "Concatenation as a Basis for Arithmetic", en *Selected Logic Papers*, Nueva York: Random House 1966, p. 71.

yor que las dos secuencias que se concatenan. La teoría de la concatenación de Quine permite una fundamentación lógica de la aritmética elemental, pero, a su vez, Quine demuestra que dicha teoría es equivalente a la aritmética elemental. El programa de aritmetización de la lógica, por la vía del metalenguaje, comienza así a estar en su apogeo. Culminará con los trabajos de Gödel, basados también en las nociones de secuencia, longitud y concatenación.

En relación con toda esta problemática Bourbaki presenta en sus *Elementos de matemáticas*<sup>18</sup> una propuesta formalista, inspirada en último término por Hilbert, que merece la pena considerar. Una teoría matemática es, antes que nada, un sistema de signos escritos, entre los cuales cabe distinguir signos lógicos, letras y signos específicos de cada teoría. Todos ellos se mezclan y combinan en *ensamblajes*, algunos de los cuales tienen sentido dentro de la teoría y otros no:

una teoría matemática (o simplemente una teoría) contiene reglas que nos llevan a afirmar que ciertos ensamblajes de signos son *términos* o *relaciones* de la teoría, así como reglas que nos llevan a afirmar que ciertos ensamblajes son teoremas de la teoría.<sup>19</sup>

Estas reglas de formación de ensamblajes no son objeto de la matemática formalizada, sino de la metamatemática, es decir, de lo que aquí llamamos, con mayor generalidad, semiología de la ciencia. El propio Bourbaki hace otra advertencia, particularmente pertinente para nuestro objeto:

Desde un punto de vista intuitivo, muchas entidades matemáticas pueden ser consideradas como colecciones o conjuntos de objetos. No buscamos una formalización de

<sup>18</sup> N. Bourbaki, *Elements of Mathematics: Theory of Sets*, París-Reading: Hermann-Addison-Wesley, 1974, 2a. ed.

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 16.

dicha noción: en la interpretación formalista que sigue la palabra 'conjunto' debe ser considerada como estrictamente sinónima de 'término'. En particular frases como 'sea  $x$  un conjunto' son, en principio, totalmente superfluas, ya que toda letra es un término;<sup>20</sup>

y un poco antes:

por abuso del lenguaje se dirá a veces que ciertos símbolos *son* ensamblajes, más bien que *denotan* ensamblajes: expresiones como 'el ensamblaje  $A$ ', o 'la letra  $x$ ' deberían ser reemplazadas, en rigor, por 'el ensamblaje denotado por  $A$ ' o 'la letra denotada por  $x$ '.<sup>21</sup>

Importantes precisiones, que sirven de apoyo a las tesis mantenidas en el presente trabajo: la ciencia siempre trabaja con signos que denotan otros signos.

Pues bien, resulta así que las matemáticas, y en general las teorías científicas que han llegado a un suficiente nivel de desarrollo, son antes que nada *escritura*. Además, esa escritura está compuesta de signos, cada uno de los cuales puede ser considerado (por abuso del lenguaje) como si se tratase de un objeto: así 'Venus', función  $f$ , número 1, etc. Y, en tercer lugar, si queremos utilizar la noción de verdad, dichos ensamblajes, según Tarski, han de poder ser denominados por medio de dos expresiones metalingüísticas.

Las aportaciones que se pretenden hacer aquí son dos: en primer lugar, la ciencia no sólo trabaja con secuencias de signos, sino en general con ensamblajes. Estos no tienen por qué ser lineales ni unidimensionales: las tablas bi- o  $n$ -dimensionales, las figuras geométricas, etc., son ejemplos, ya en las ciencias formales, de que el lenguaje científico no se reduce a secuencias de signos.

<sup>20</sup> *Ibid.*, p. 65.

<sup>21</sup> *Ibid.*, p. 17.

En segundo lugar, así como el lenguaje-objeto siempre es un sistema de signos, los metalenguajes para hablar de él y poner nombre a esos signos son sistemas sígnicos. Si a una marca de un cronómetro, que ya de por sí es un signo, le ponemos un nombre del tipo '5' ó '9', estamos utilizando un sistema de guarismos para designar o nombrar las marcas de un cuadrante; y otro tanto si designamos una figura por su ecuación.

Bajo la noción de ensamblaje, por ser más amplia, pueden ser pensados una multiplicidad de sistemas sígnicos a los que las ciencias empíricas recurren continuamente en su labor investigadora: desde las fotografías a las tablas de datos proporcionadas por un ordenador, pasando por los planos, los árboles lógicos o las grabaciones magnetofónicas. Los ensamblajes pueden ser n-dimensionales, e incluso no discretos ni secuenciales: lo esencial es que exista un sistema de signos que, metalingüísticamente, pueda tomar a esos ensamblajes por objetos y designarlos y ponerles nombre. Las tablas de posiciones y las trayectorias son un buen ejemplo, para el caso de Venus, de la variedad de recursos metalingüísticos a los que la ciencia recurre.

Se entenderá, por consiguiente, el interés que la noción bourbakiana de *ensamblaje* presenta para una filosofía general de la ciencia. Más adelante se verá en qué dirección puede progresar la investigación hacia una Semiología de la Ciencia, partiendo de estos fundamentos críticamente obtenidos. Antes de pasar a ello conviene resaltar, sin embargo, dos puntos:

En primer lugar, el atomismo semiótico tiene el grave defecto de pensar que cada signo elemental puede ser considerado aisladamente, como si de un objeto subsistente por sí mismo se tratara; siendo así que la noción de signo evita esta tendencia a la substancialización de los objetos de la ciencia y, por otra parte, inserta a cada signo en un de-

terminado sistema signico en el seno del cual tiene sentido y es inteligible dicho signo como elemental, pero no fuera de él. Las tesis de Saussure son muy ilustrativas en este punto:

Definir al término como la unión de cierto sonido con cierto concepto (*valgan figura y figurado, o signo y designatum en lugar de sonido y concepto*) sería aislarlo del sistema del que forma parte; sería creer que se puede comenzar por los términos y construir el sistema haciendo la suma, mientras que, por el contrario, hay que partir de la totalidad solidaria para obtener por análisis los elementos que encierra.<sup>22</sup>

Esta observación general vale también para los sistemas de signos científicos, y no sólo para los términos de las lenguas usuales. Un signo elemental, un átomo, no tiene sentido simplemente por lo que designa, sino también por sus interrelaciones y oposiciones con los restantes signos de dicho lenguaje formalizado o escritura en general. Las intercorrespondencias, esenciales para analizar la noción de verdad, sólo son definibles entre sistemas complejos, y no entre signos aislados.

En segundo lugar, si las teorías matemáticas son, antes que nada, puras escrituras de ensamblajes de signos, a las que ulteriormente se les encontrará una pluralidad de modelos, y si la concepción estructural en filosofía de la ciencia supone la ampliación del programa bourbakista a las ciencias empíricas, de tal manera que las teorías científicas con contenido empírico son, al menos en sus núcleos no ampliados, estructuras matemáticas abstractas, encontramos entonces una nueva vía de investigación de las teorías y, sobre

<sup>22</sup> F. de Saussure, *Curso de lingüística general*, trad. Amado Alonso, Buenos Aires: Losada, 1945, pp. 193-194.

todo, de las relaciones interteóricas, con base en la reconstrucción semiológica de dichas teorías, y no sólo en su reconstrucción lógica. Una “misma” teoría puede mantener en lo esencial una misma estructura lógica en dos estadios de su evolución histórica, pero, en cambio, haber variado su estructura semiológica, determinable a partir de los distintos sistemas de signos a los que se recurre para expresarla y para desarrollarla. Particularmente importantes son al respecto los problemas generales de transformación y de traducción entre unos sistemas de signos y otros.

De esta propuesta general se derivan las siguientes consideraciones, plenamente provisionales, como se dijo al principio, pero que tienden a la elaboración de una posible Semiología de la Ciencia con base en los resultados obtenidos de los análisis y críticas precedentes.

#### V. *Propuestas para una Semiología de la Ciencia*

*Dato 1.1:* El conjunto de signos que estoy escribiendo, y que aparentemente han sido pre-escritos y pueden ser re-escritos o releídos, está organizado por concatenación o yuxtaposición de signos, los cuales forman ensamblajes (palabras, frases, párrafos, apartados, etc.). A su vez, unos ensamblajes se yuxtaponen a otros, formando ensamblajes más complejos.

*Definición 1:* Denominaremos *transcripción* a la operación que permite trasladar unos ensamblajes de signos de un espacio o sistema sígnico a otro, conforme a reglas de correspondencia. Ejemplos de transcripción: la lectura, la audición, la cita, la copia, la impresión, etc.

*Dato 1.2:* Dado el actual texto y su texto antecedente, del cual soy mecanógrafo, existe un sistema normalizado de signos que determina a ambos. El manuscrito, al igual que el discurso pronunciado o el texto mecanografiado, no son sino modelos empíricos de dicho sistema, el cual pre-existe

a toda lectura, habla, escritura o audición, sean individualizadas o colectivas. La operación de transcripción sólo es posible en virtud de la pre-existencia del sistema normalizado.

*Dato 1.3:* El sistema normalizado es categórico, en tanto existen múltiples modelos empíricos de él que son isomorfos, aunque sea parcial o localmente, entre sí.

*Dato 1.4:* Las comunidades científicas están caracterizadas por la utilización de un determinado sistema sígnico normalizado.

*Tesis 1:* Hay conocimiento científico en la medida en que los sistemas de signos son transcribibles entre sí, aunque sea parcialmente. La transcripción es la operación determinante del conocimiento científico.

*Tesis 2:* Las ciencias empíricas siempre proceden por transcripción de sistemas de signos más complejos (por ejemplo las percepciones de los hechos) a sistemas de signos más simples (por ejemplo las proposiciones, pero también las tablas, esquemas, fórmulas, etc.). Aun sin suponer un sistema último de signos (lo cual implicaría una tesis propiamente ontológica) sí es cierto que cualquier objeto de conocimiento sólo puede ser investigado científicamente en la medida en que dispongamos de reglas e instrumentos de transcripción: las palabras, los números, las ecuaciones, las figuras, los planos, las fotografías y, en general, otros modos de reproducción parcialmente conforme.

*Tesis 3:* La comunicación, la difusión, la transmisión, la enseñanza, el almacenamiento y la divulgación de la ciencia implican, asimismo, transcripciones conformes de unos sistemas de signos a otros. Por poner un ejemplo paradigmático: el examen expresa la competencia sígnica de un estudiante, de la misma manera que las traducciones, las publicaciones, etc., expresan otros tantos niveles de competencia sígnica, es decir, de conocimiento poseído por alguien. Transcribir el discurso hablado, tomar notas y apuntes, fotocopiar, elabo-



rar fichas bibliográficas, introducir datos en computadoras (o extraerlos), citar, y en general otras muchas formas del trabajo científico cotidiano son, de la misma manera, modos de transcripción de unos sistemas de signos a otros.

*Hipótesis 1:* Si admitimos que el conocimiento perceptivo también conlleva conexiones entre distintos sistemas de signos (desde las impresiones en la retina hasta las codificaciones neuronales, pasando por las vibraciones de las cuerdas vocales) todos esos procesos pueden a su vez quedar englobados en la categoría general de transcripciones sígnicas, o si se prefiere en la de transformaciones semióticas, dado que nada garantiza que las transcripciones de ese tipo sean conformes.

Obsérvese que, de aceptarse esta hipótesis, las teorías racionalista y empirista del conocimiento pueden ser integradas en un mismo marco epistemológico, con sólo variar los sistemas de signos que son los referentes últimos de cada una de ellas: en un caso las ideas, en otro las percepciones, si pensamos en el empirismo y racionalismo clásicos.

*Tesis 4:* En toda operación de transcripción se precisan, como mínimo, tres sistemas diferenciados de signos. Una teoría del signo basada en relaciones binarias, elementales e inmediatas, es inadecuada, pues toda relación semiótica es compleja, en el sentido de que implica más de dos sistemas intercorrespondientes de signos.

*Definición 2:* Llamaremos *signante* a todo sistema de signos capaz de interrelacionarse por correspondencias biunívocas, aunque sean parciales, con otros sistemas de signos.

Obsérvese que los signantes no sólo pueden ser seres humanos, sino también aparatos científicos. Puede haber signantes individuales o colectivos, estando estos últimos caracterizados por la común posesión de un sistema normalizado, o si se prefiere por ser modelos empíricos, isomorfos parcialmente entre sí, de dicho sistema abstracto.

## SUMMARY

One of the main deficiencies of the twentieth century philosophy of science, in spite of evident achievements in the logical analysis and reconstruction of scientific theories, is the separation between formal sciences and those sciences with empirical contents. This distinction derives from Carnap and it was generally admitted by the Vienna Circle since the publication of "Formalwissenschaft und Realwissenschaft" in *Erkenntnis* in 1935. Later philosophy of science, in spite of other criticism of the neopositivist programme, has maintained this separation. It can be claimed that *Realwissenschaften*, physics in particular, have determined the development of later philosophy of science. Analyses of scientific theories most of the time refer to physical theories, and occasionally to biological ones. There is still a lot to be done in the field of mathematics and logic, in order to analyse and reconstruct their theories.

But even if this task is undertaken, and some progress has been done lately, there is still a lot of work to do before a general theory of science can be proposed which transcends such a division between formal and empirical sciences, let alone the human or social sciences. This paper is intended as a contribution to supersede the first dichotomy between formal and physical sciences.

One of the main problems in order to make some progress along these lines is that since its origins logical positivism had a deficient theory of knowledge, and the same happened with analytical philosophy developed immediately afterwards. This paper thus criticises examples of such a type of theory of knowledge, as expressed in Wittgenstein's *Tractatus*, and Russell's *Philosophy of Logical Atomism*. The core argument is as follows: these theorizations are inadequate for scientific knowledge; this type of knowledge, particularly the notion of 'sign' cannot be adapted to the simple scheme proposed in those works.

The criticism here undertaken is developed from a rationalist point of view, in a sense which is closer to Leibniz and Saussure, than to recent philosophers fascinated with the word 'reason'. Some new proposals are put forward, necessarily provisional, which justify the term, which in turn could be perfectly substituted by another, of *Semiology of Science*.