

## EL CONCEPTO DE TEORÍA EMPÍRICA SEGÚN VAN FRAASSEN\*

ANA ROSA PÉREZ RANSANZ  
Instituto de Investigaciones  
Filosóficas, UNAM

En los años setenta cristaliza un nuevo enfoque en la filosofía de la ciencia, el cual venía gestándose desde diferentes direcciones. Se conforma una concepción de teoría empírica —tanto de su naturaleza como de su estructura y función— esencialmente distinta de las hasta entonces prevalecientes.

Para entender la novedad de este enfoque debemos señalar el común denominador de todas las concepciones anteriores. Tomando tres de las corrientes más representativas de la filosofía contemporánea de la ciencia —el empirismo lógico, la escuela de Popper y la corriente historicista—, podemos darnos cuenta de que a pesar de sus radicales e insalvables diferencias, en todas ellas el análisis de las teorías se realiza a través del estudio de sus formulaciones lingüísticas. Incluso algunos autores llegan a identificar las teorías con sus formulaciones lingüísticas. De aquí la denominación de “enfoque sintáctico” o “concepción enunciativista”.

El ataque a esta concepción enunciativista ha sido emprendido por varios autores que, aunque provienen de tradiciones diversas, tratan de forjar un concepto de teoría más adecuado, tomando como noción central la noción de modelo o aplicación. Los análisis realizados en esta dirección pueden agruparse de manera global bajo el rubro de *concepción semántica o concepción modelo-teórica*.

Dentro de esta concepción existen varias líneas de desarrollo. Sólo me referiré a dos de ellas. La primera es la concepción estructural que parte de los trabajos de P. Suppes y es desarrollada principalmente por Sneed, Stegmüller

\*Este trabajo fue presentado en el VI Simposio Internacional de Filosofía (agosto de 1985), organizado por el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

y U. Moulines. La segunda línea es la concepción del espacio-de-estados o espacio-de-fases (*state-space* o *phase-space*), que ha sido desarrollada por Evert Beth, Bas van Fraassen y F. Suppe, quienes también parten de los trabajos de P. Suppes y de ciertos análisis pioneros de von Neumann.

En este trabajo no me ocuparé de las críticas que desde la concepción semántica se hacen al enfoque enunciativista. Mi objetivo presente es analizar el concepto de teoría propuesto por van Fraassen, comparándolo en ciertos aspectos con el propuesto por la concepción estructural.

Según van Fraassen, “presentar una teoría es especificar una familia de estructuras, sus *modelos*; y en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos... como candidatos para la representación directa de fenómenos observables.”<sup>1</sup> En esta afirmación podemos distinguir dos aspectos: un aspecto *metodológico*, que consiste en proponer una vía específica de reconstrucción e identificación de teorías, y un aspecto *epistemológico* que implica una concepción determinada acerca del objetivo de la ciencia. Me ocuparé primero de la propuesta metodológica.

Van Fraassen, al igual que todos los autores que han desarrollado la perspectiva semántica, no rechaza en absoluto la utilización de métodos formales en el análisis filosófico de la ciencia. La diferencia entre el enfoque semántico y, por ejemplo, los trabajos del positivismo lógico, radica en que el primero aplica herramientas formales mucho más flexibles y adecuadas para el análisis de las teorías empíricas. Se aplican conceptos y métodos tanto de la teoría de conjuntos como de la teoría de modelos. Ahora bien, la diferencia entre aplicar ciertos métodos formales y no otros, no revela una mera diferencia de grado, es decir, una diferencia en el grado de precisión con que se pueden reconstruir las teorías. Revela, sobre todo, una imagen o concepción distinta de lo que son las teorías mismas. En lo que sigue trataré de justificar esta idea.

En el análisis clásico de la ciencia, la identificación de

<sup>1</sup> Van Fraassen 1980, p. 64.

una teoría requería la elección o construcción de un lenguaje simbólico o formal en el cual poder expresar, con toda precisión, aquellas leyes de la teoría que hubieran sido elegidas como axiomas. Esto era necesario para poder aplicar las reglas de transformación y tener el máximo control en la derivación de consecuencias. Acto seguido, se tenía que fijar un conjunto de reglas de correspondencia que interpretaran (parcialmente) el lenguaje formal de la teoría y relacionaran el vocabulario teórico con el vocabulario observacional.

Claramente, esta concepción de orientación lingüística, que a fin de cuentas concibe a las teorías como conjuntos de enunciados, postula como ideales que deberían alcanzarse la completa formalización de las teorías (en lenguajes de primer orden) y su axiomatización en el sentido de Hilbert. Los filósofos clásicos pensaron que la aplicación de estos métodos formales, que había sido tan exitosa en la reconstrucción de la geometría o de la aritmética, podía extrapolarse sin problemas al análisis de las teorías empíricas. Como señala van Fraassen,<sup>2</sup> este enfoque sintáctico parece incluso suponer que el razonamiento teórico de los científicos puede quedar total y adecuadamente representado mediante argumentos deductivos expresados en un lenguaje formal.

En cambio, se produce un giro radical cuando se parte del papel esencial que juegan los modelos en la ciencia y la identidad de las teorías se hace depender de la clase de estructuras que constituyen sus modelos. “Desde este punto de vista, el trabajo esencial de una teoría científica es proporcionarnos una familia de modelos, para ser utilizada en la representación de los fenómenos empíricos.”<sup>3</sup>

De esta manera, los métodos y los problemas de tipo puramente sintáctico pasan automáticamente a segundo plano, dado que una misma clase de estructuras puede ser correctamente descrita de muy diversas maneras.<sup>4</sup> Frente a los repetidos fracasos de los positivistas lógicos al tratar de

<sup>2</sup> Cf. Van Fraassen 1970, p. 337.

<sup>3</sup> Van Fraassen 1972, p. 310.

<sup>4</sup> Cf. Van Fraassen 1980, p. 44.

elucidar nociones como contenido empírico, equivalencia de teorías, confirmación, etcétera, van Fraassen afirma que “la principal lección de la filosofía de la ciencia del siglo xx podría muy bien ser ésta: ningún concepto que dependa esencialmente del lenguaje tiene alguna importancia filosófica”.<sup>5</sup>

En lo que sigue daré una versión muy sucinta e informal del método seguido por van Fraassen, procurando usar los menos tecnicismos posibles, para dar sólo una idea intuitiva. El método de reconstrucción propuesto por van Fraassen está diseñado para teorías que versan sobre sistemas físicos que se desarrollan temporalmente. Siguiendo a Suppes, van Fraassen considera que una teoría define la clase de sistemas a la cual se aplica, y que sus aserciones empíricas tienen la forma “ $x \in M$ ”, donde  $x$  es un sistema empírico dado y  $M$  la clase de modelos.<sup>6</sup>

Una teoría física utiliza un modelo matemático para representar el comportamiento de cierta clase de sistema físico.<sup>7</sup> Un sistema físico se define especificando el conjunto de estados que el sistema es capaz de adoptar. Estos estados se representan mediante elementos de cierto espacio matemático que van Fraassen llama el *espacio-de-estados*. Normalmente, una teoría física se ocupa de una clase grande de sistemas dividida en subclases, y especifica un espacio-de-estados para cada subclase.<sup>8</sup>

Además del espacio-de-estados, la teoría utiliza cierto conjunto de magnitudes físicas para caracterizar el sistema empírico. Se podría decir que estas magnitudes o conceptos físicos son los parámetros con base en los cuales la teoría pretende describir el comportamiento de este tipo de sistemas. Una magnitud física se representa por una función sobre el espacio-de-estados.

De esta manera, los comportamientos de los sistemas físicos son representados por configuraciones impuestas sobre

<sup>5</sup> Van Fraassen 1980, p. 56.

<sup>6</sup> Cf. Van Fraassen 1972, p. 311.

<sup>7</sup> Cf. Van Fraassen 1970, p. 328.

<sup>8</sup> Cf. Van Fraassen 1972, p. 311.

el espacio-de-estados de acuerdo con las leyes de la teoría. En este punto, van Fraassen introduce un factor lingüístico: *los enunciados elementales*.<sup>9</sup> Yo diría que estos enunciados elementales son las formulaciones lingüísticas de las leyes de la teoría. Van Fraassen los define así: un enunciado U es un enunciado elemental para una teoría T si y sólo si formula una proposición al efecto de que una cierta magnitud física tenga un cierto valor en un cierto tiempo.<sup>10</sup>

Que un enunciado elemental sea verdadero, es decir, satisfecho en un sistema físico determinado, depende del estado de ese sistema. Así, para cada enunciado elemental se tiene un conjunto de estados que lo satisfacen, y la teoría debe proporcionar las condiciones bajo las cuales se considera que un estado satisface un enunciado elemental. Esta relación entre estados y enunciados elementales es una relación entre estados y valores de magnitudes físicas, y, por tanto, constituye la conexión entre el modelo matemático proporcionado por la teoría y los resultados de la medición empírica.<sup>11</sup>

El conjunto de enunciados elementales, junto con su interpretación en términos del espacio-de-estados, constituye, según van Fraassen, un lenguaje, al cual llama *lenguaje elemental*.<sup>12</sup>

Aunque van Fraassen aclara que de ninguna manera son lenguajes en los que pueda formularse una teoría, sino que sólo son lenguajes cuyo análisis nos permite explorar “lo que la teoría dice del mundo”, sin embargo no queda claro, en mi opinión, el papel que juegan esos lenguajes elementales en su reconstrucción de las teorías. Una pregunta sería si cada teoría da lugar a un único lenguaje elemental o si es posible que existan distintos lenguajes para una misma teoría. Otra cuestión es si los lenguajes elementales son una parte constitutiva de las teorías, *i.e.*, si forman parte de su identidad, en cuyo caso se estaría en alguna medida haciendo

<sup>9</sup> Cf. *Ibid.*, p. 312.

<sup>10</sup> Cf. *Ibid.*

<sup>11</sup> Cf. Van Fraassen 1970, p. 329.

<sup>12</sup> Cf. Van Fraassen 1972, p. 312.

depender a la teoría de su formulación lingüística. Pero esto no sería coherente con su crítica, arriba señalada, al enfoque sintáctico.

Del análisis formal que van Fraassen hace de las teorías físicas parece desprenderse que las teorías físicas son estructuras conceptuales que determinan la configuración de un espacio-de-estados; esto es, estructuras conceptuales que a su vez determinan estructuras o modelos que representan el comportamiento de los sistemas físicos. Sin embargo, en algunas ocasiones parece identificar a la teoría con dichos modelos. Me parece que esta ambigüedad se debe a que van Fraassen no se ocupa de explicar cuál es el estatus ontológico de las teorías mismas. Es decir, no trata de dar una respuesta al problema de qué tipo de entidad es una teoría científica. Quizá van Fraassen cae en una confusión muy frecuente entre los filósofos de la ciencia. Moulines explica el descuido de estas cuestiones ontológicas señalando la confusión que se hace entre las preguntas: ¿Qué es una teoría científica? y ¿cuál es la estructura de una teoría científica? La confusión obedece a que se cree que la respuesta a la primera debe venir dada en términos de la segunda.<sup>13</sup>

Si éste no es el caso de van Fraassen, yo le pediría que explicara cuál es su concepción ontológica acerca de las teorías. Seguramente entenderá bien esta insistencia, dado que él mismo caracteriza la actividad filosófica, en su afán de establecer distinciones claras y definiciones precisas, como profesionalmente mórbida (perversa).<sup>14</sup>

Pasemos ahora al aspecto epistemológico. Contra el realismo científico, van Fraassen afirma que el objetivo de la ciencia es darnos teorías que sean empíricamente adecuadas y no historias (*stories*) literalmente verdaderas acerca de cómo es el mundo.<sup>15</sup> Una teoría es *empíricamente adecuada* si y sólo si lo que dice acerca de las cosas y eventos observables es verdadero, es decir, si *salva las apariencias*.<sup>16</sup> Des-

<sup>13</sup> Cf. Moulines 1982, p. 330.

<sup>14</sup> Cf. Van Fraassen 1980, p. 67.

<sup>15</sup> Cf. *Ibid.*, pp. 8-10.

<sup>16</sup> Cf. Van Fraassen 1980, p. 12.

de la concepción modelo-teórica se puede dar una definición más precisa: una teoría es *empíricamente* adecuada si y sólo si existe un modelo de la teoría tal que todos los fenómenos observables son isomorfos a subestructuras de ese modelo.

Según van Fraassen, para aceptar una teoría basta creer que es empíricamente adecuada. No necesitamos creer, como los realistas, que uno de sus modelos representa fielmente al mundo. Las teorías nos dan imágenes o representaciones del mundo, y señalan en estas representaciones a ciertas áreas como observables. Al aceptar una teoría, el científico está afirmando que la imagen que nos da es adecuada justamente en las áreas observables.<sup>17</sup>

Hasta aquí concuerdo totalmente con la actitud epistemológica que van Fraassen adopta con respecto a las teorías científicas. Mi desacuerdo fundamental se da cuando afirma que “lo que es observable es una cuestión teóricamente independiente”.<sup>18</sup> Esto es, lo que es observable es simplemente un hecho puesto al descubierto por una teoría, pero no relativo o dependiente de las teorías.

Debo señalar que su posición ante este problema no es ingenua o simplista como lo era, por ejemplo, la de los positivistas lógicos, aunque me parece igualmente equivocada. Van Fraassen, en efecto, reconoce que “todo nuestro lenguaje está infectado de teoría”;<sup>19</sup> pero tal parece que considera que existe un nivel de la percepción *no contaminado*, que vendría a ser el nivel de lo observable. Esto se puede ver cuando afirma que no se debe confundir *observar* con *observar que*, y plantea el caso de una persona de la Edad de Piedra, como una de las encontradas recientemente en Filipinas, a la que se le muestra una pelota de tenis. Van Fraassen afirma que a partir de su comportamiento podemos ver que la nota, que la percibe, cuando por ejemplo la toma y la tira, aunque, desde luego, no ha visto *que* es una pelota de tenis, puesto que ni siquiera tiene esos conceptos.<sup>20</sup> De esto, van Fraassen

<sup>17</sup> Cf. Van Fraassen 1980, p. 57.

<sup>18</sup> *Ibid.*

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 14.

<sup>20</sup> Cf. *Ibid.* p. 15.

concluye que “decir que esa persona no ve las mismas cosas y eventos que nosotros vemos. . . es simplemente una tonte-ría; es un equívoco que se aprovecha de la ambigüedad entre *ver* y *ver que*.”<sup>21</sup>

En este punto veo varios problemas. Pero aun concediendo que existiera un nivel de la percepción libre de toda conceptualización, esto no justificaría la afirmación de van Fraassen de que el objetivo de las teorías científicas es representar adecuadamente los *fenómenos observables*, donde “observable” se entiende como no contaminado de teoría.

En primer lugar, la ciencia no trabaja directamente sobre fenómenos, sino sobre descripciones de fenómenos. Por tanto, el tipo de observación que siempre está en juego es el *observar que* y no el del mero *observar*. Los sistemas empíricos que las teorías pretenden explicar son *idealizaciones* de los fenómenos empíricos, puesto que siempre se seleccionan ciertos aspectos o parámetros como los relevantes, y se deja de lado una multitud. Los aspectos seleccionados por una teoría nos indican el punto de vista desde el cual estudia los fenómenos. Por lo tanto, aun suponiendo que pudiera existir una manera (no ostensiva) de referirse a los fenómenos que no involucrara la imagen del mundo dada por los esquemas culturales y las teorías previamente aceptadas, esta vía no sería de ninguna utilidad para el científico, quien necesita siempre de un punto de vista teórico, tanto para construir sus teorías como para contrastarlas. Por tanto, si las teorías se ocupan de fenómenos conceptualizados de cierta manera, y no de fenómenos observables (en el sentido de van Fraassen), yo diría que el objetivo de las teorías científicas es construir modelos a los cuales se ajusten las descripciones de los fenómenos.

Van Fraassen de sostiene que las teorías mismas delimitan aquello que es observable, pero para evitar la circularidad viciosa a que esto nos puede llevar al considerar la contrastación de las teorías, defiende la independencia de lo observable. Esto me parece una salida forzada que como traté

<sup>21</sup> *Ibid.*



de hacer ver no se sostiene en el ámbito del trabajo científico. Quisiera, además, preguntarle a van Fraassen cómo se puede acotar el campo de fenómenos observables para una teoría, su campo de aplicación, cuando se asume que la identificación de los fenómenos *no* depende de ningún marco conceptual.

Por otra parte, no veo cómo su método de reconstrucción de las teorías pueda reflejar o recuperar su idea de que las teorías mismas delimitan aquello que es observable. En este punto considero que una de las aportaciones más significativas de la concepción estructural es justamente la manera como formula la distinción, en el interior de cada teoría, entre dos niveles conceptuales: el *teórico* y el *no-teórico*. Esta distinción nos permite caracterizar con toda precisión aquellos sistemas empíricos a los cuales se trata de aplicar la teoría. Estos sistemas son conceptualizados con parámetros de la teoría, pero parámetros no-teóricos, es decir, parámetros cuya determinación no utiliza las leyes de la teoría misma.<sup>22</sup>

De esta manera, la reconstrucción estructural refleja la distinción conceptual presente en toda teoría empírica, y permite, sin circularidades, reconstruir tanto el campo de aplicaciones como la superestructura teórica que sistematiza dicho campo. Además, aquello que no es teórico con respecto a una teoría no es necesariamente observable (en ninguno de los sentidos). Generalmente, la caracterización del campo de aplicación de una teoría está dada en función de otras teorías previamente aceptadas. Aquí surge otra diferencia con van Fraassen, pues él considera, por ejemplo, que en mecánica clásica todas las cantidades que sean funciones sólo del espacio y del tiempo son "*observables básicos*" y además observables en su sentido de teóricamente independientes. Pero, claramente, la medición de posiciones, tiempos, distancias relativas, aceleraciones, etcétera, presupone al menos una geometría determinada y ciertos procedimientos cronométricos.

El último desacuerdo que quiero señalar aquí se refiere a las aplicaciones intencionales o propuestas. Según van Fraas-

<sup>22</sup> Cf. Moulines 1982, p. 83.

sen, el tipo de fenómenos que la teoría *pretende* subsumir bajo sus modelos, *no* forma parte constitutiva de la teoría.<sup>23</sup> Van Fraassen, al igual que Suppes, parece creer que la estructura de una teoría empírica, en tanto teoría, no es esencialmente diferente de la estructura de una teoría de la matemática pura. Por mi parte, siguiendo la concepción estructural, considero que las aplicaciones intencionales *sí* forman parte de la identidad de una teoría *empírica*. Por aplicación intencional no quiero decir los fenómenos mismos, los sistemas empíricos, sino, como señalé más arriba, las conceptualizaciones (vía los conceptos no-teóricos) de los fenómenos que la teoría pretende explicar. Así, las aplicaciones intencionales son estructuras conceptuales (descripciones de los fenómenos) que forman parte de la teoría y que la teoría pretende subsumir como modelos. Esto permite contar con un criterio para distinguir las teorías empíricas de las teorías de la matemática pura, pues claramente en estas últimas no encontramos estructuras de semejante tipo.

Para terminar, quisiera enfatizar uno de los aspectos que considero más atractivos del trabajo de van Fraassen: la propuesta de una epistemología para las teorías científicas que se apoya y se desarrolla en total armonía con su método de reconstrucción formal. Éste es un ejemplo de cómo se puede asumir una posición epistemológica clara, aunque discutible, una vez que se ha despejado y acotado el terreno de la discusión.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Moulines, Carlos Ulises, *Exploraciones metacientíficas*, Alianza Universidad; Textos, Alianza Editorial, Madrid, 1982.
- Van Fraassen, Bas C., "On the extension of Beth's semantics of Physical Theories", en *Philosophy of Science*, Vol. 37., No. 3, Septiembre, 1970.
- Van Fraassen, Bas C., "A Formal Approach to the Philosophy of Science", en Robert G. Colodny (ed.), *Paradigms & Paradoxes*, University of Pittsburgh Press, 1972.
- Van Fraassen, Bas C., *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford, 1980.

<sup>23</sup> Cf. *Ibid.*, p. 66.

## ENGLISH VERSION

During the last two decades a new approach in philosophy of science has been developed, especially with respect to the nature, structure and function of empirical theories.

The novelty of this approach can best be understood by contrast to the common viewpoint of all other previous conceptions. Three of the most important schools in contemporary philosophy of science, logical empiricism, Popper's school, and the historicists, different as their outlooks are, all share the idea that scientific theories must be analysed through their linguistic formulations. Some philosophers have even identified theories with their linguistic formulations. Thus it is sometimes said they maintain a "statement view" of, or a "syntactic approach" to, theories.

An alternative approach, developed by authors from different schools of thought has attempted to develop a more adequate conception of a theory by means of the notions of a model or an application. This is the core of the *semantic* or *model-theoretic conception of scientific theories*.

The purpose of this paper is to discuss some recent ideas of Bas van Fraassen, who has made important contributions to this semantic conception.

Van Fraassen claims that "to present a theory is to specify a family of structures, its *models*; and secondly, to specify certain parts of those models... as candidates for the direct representation of observable phenomena."<sup>1</sup> This assertion involves a methodological claim as well as an epistemological one. The former proposes a specific way of identifying and reconstructing theories; the latter puts forward a particular conception of the aim of science. Let us examine the methodological proposal first.

Defenders of the semantic conception, and van Fraassen in particular, accept that formal methods are useful for the philosophical analysis of science. The difference between this approach and that of, say, logical positivism, is that the former resort to for more flexible formal tools. It uses resources both from set theory and from model theory. It must be stressed that the difference between the use of certain formal tools instead of others is not just a matter of the degree of precision of theory reconstruction. Rather it reveals

<sup>1</sup> Van Fraassen 1980, p. 64.

distinctive ideas about the nature and structure of theories. I shall try presently to justify this claim.

In what I shall call the classical analysis of science, the laws of a theory had to be expressed in a very precise form, in a formal language. This was necessary in order to apply transformation rules and to control the derivation of consequences. Then a set of correspondence rules was fixed in order to have a (partial) interpretation of the formal language and to relate the theoretical with the observational vocabulary.

Thus this classical conception, of a linguistic orientation, construed theories as sets of statements; moreover, it postulated that the complete formalization of theories (in first order languages) and their axiomatization (in Hilbert's sense) were the ideals to be aimed for. The philosophers who adopted this viewpoint thought that the application of these formal methods, which had been so successful in the reconstruction of geometry and arithmetic, could be easily extended to the analysis of empirical theories. As van Fraassen himself has pointed out,<sup>2</sup> this syntactic approach assumes that the theoretical reasoning of scientists can be completely and adequately represented by means of deductive arguments expressed in a formal language.

A completely different approach results if we take into account the role of models in science, and if theory identity is consequently seen in terms of the kinds of structure that constitute their models. Thus van Fraassen claims that "from this point of view, the essential job of a scientific theory is to provide us with a family of models, to be used for the representation of empirical phenomena."<sup>3</sup>

So purely syntactical methods and problems are displaced since the same kind of structures can be correctly described in several different ways.<sup>4</sup> Van Fraassen comments on the repeated failures of logical positivists in their attempts to account for concepts such as empirical content, equivalence between theories, confirmation, and so on, and he asserts that "the main lesson of twentieth-century philosophy of science may well be this: no concept which is essentially language-dependent has any philosophical importance at all."<sup>5</sup>

I shall now summarize in a non-technical way van Fraassen's main ideas in his proposal for theory reconstruction. Following Suppes,

<sup>2</sup> Cf. van Fraassen 1970, p. 337.

<sup>3</sup> Van Fraassen 1972, p. 310.

<sup>4</sup> Cf. van Fraassen 1980, p. 44.

<sup>5</sup> Van Fraassen 1980, p. 56.

van Fraassen considers that a theory defines the kind of system it can be applied to; he holds its empirical assertions to have the form " $x \in M$ ", where 'x' stands for a given empirical system and 'M' for the class of models.<sup>6</sup>

A physical theory uses a mathematical model in order to represent the behaviour of a certain class of physical systems.<sup>7</sup> A physical system is defined through the specification of the set of states of which it is capable. These states are represented through elements of a mathematical space, the *state-space*. It is usually the case that a physical theory deals with a large class of systems which is in turn divided into subclasses, and it specifies a state-space for each subclass.<sup>8</sup>

The theory also uses a set of physical magnitudes in order to characterize the empirical system. The theory describes the behaviour of this kind of system by means of such magnitudes. In turn, these magnitudes are represented by a function on the state-space.

Van Fraassen includes a linguistic factor: *elementary statements*.<sup>9</sup> It seems to me that these elementary statements are the linguistic formulations of the laws of the theory. Van Fraassen offers the following definition: a sentence U is an elementary statement for a theory T if and only if it formulates a proposition to the effect that a certain physical magnitude has a certain value at a certain time.<sup>10</sup>

The truth of an elementary statement, that is, whether it is satisfied in a physical system, depends on the state of that system. Thus, for each elementary statement there is a set of states satisfying it, and the theory must specify the conditions in which a state satisfies an elementary statement. This relationship between states and elementary statements is a relationship between states and values of physical magnitudes, and it thus constitutes the link between the mathematical model that the theory offers and the results of empirical measurement.<sup>11</sup> The set of elementary statements together with its interpretation in terms of the state-space constitutes a language. Van Fraassen calls it *elementary language*.<sup>12</sup>

<sup>6</sup> Cf. van Fraassen 1972, p. 311.

<sup>7</sup> Cf. van Fraassen 1970, p. 328.

<sup>8</sup> Cf. van Fraassen 1972, p. 311.

<sup>9</sup> Cf. *Ibid.*, p. 312.

<sup>10</sup> Cf. *Ibid.*

<sup>11</sup> Cf. van Fraassen 1970, p. 329.

<sup>12</sup> Cf. van Fraassen 1972, p. 312.

Van Fraassen points out that these are not languages in terms of which a theory can be formulated. They are just languages the analyses of which enable us to explore what the theory says about the world. It is not at all clear, however, what role those elementary languages play in van Fraassen's reconstruction of theories. He would at least have to explain whether each theory produces just one elementary language or whether it is possible to have different languages for the same theory. It would also be necessary to clarify whether elementary languages are constitutive parts of a theory, *i.e.*, whether they are necessary for the identity of a theory. In such a case, theories would depend on their linguistic formulations to some extent. But this would be at odds with his previous criticism of the syntactic approach.

Van Fraassen's formal analysis seems to imply that physical theories are conceptual structures which determine the configuration of a state-space. This is to say, they are conceptual structures which in turn determine structures or models that represent the behaviour of physical systems. But sometimes the theory seems to be identified with the models themselves.

It seems to me that this ambiguity arises out of van Fraassen's neglect of the problem of the ontological status of theories, *i.e.*, van Fraassen does not tackle the question of what sort of entities scientific theories are. This is perhaps because van Fraassen assumes that the answer to the question "what does the structure of a scientific theory look like?" already answers the question "what is a scientific theory?"<sup>13</sup> We thus need to ask van Fraassen to clarify his ontological conception of scientific theories.

Let us now turn to some epistemological issues. Against scientific realism, van Fraassen claims that the aim of science is to offer empirically adequate theories but not literally true stories of what the world is like.<sup>14</sup> A theory is empirically adequate if and only if what it says about observable things and events is true, *i.e.*, if it *saves the phenomena*.<sup>15</sup> A more precise definition according to the model-theoretic approach is as follows: a theory T is empirically adequate if and only if it has a model such that all observable phenomena are isomorphic to substructures of that model.<sup>16</sup>

<sup>13</sup> Cf. Moulines 1982, p. 330.

<sup>14</sup> Cf. van Fraassen 1980, p. 8.

<sup>15</sup> Cf. *Ibid.*, p. 12.

<sup>16</sup> Cf. *Ibid.*, p. 64.

Van Fraassen claims that acceptance of a theory implies belief in its empirical adequacy. There is no commitment to the belief that its models offer a true, faithful representation of what the world looks like.

I could not agree more with van Fraassen in this respect. But I cannot accept this claim: "I regard what is observable as a theory-independent question",<sup>17</sup> *i.e.* observable facts are just disclosed by theories, but they are not relative to, nor do they depend upon those theories.

It should be clearly pointed out that this assertion of van Fraassen's is not related to a naive belief in a theory-free language. He explicitly declares that "all our language is thoroughly theory-infected".<sup>18</sup> It seems, however, that van Fraassen admits a theory free level of human perception which is the basis of what is observable. This can be seen when he insists on the distinction between *observing* and *observing that*. A Stone Age man like one of those recently found in the Phillippines, can surely perceive a tennis ball. We can easily verify that by seeing him handling the ball. But he has not *seen that* it is a tennis ball. He does not even have the relevant concepts.<sup>19</sup> Thus van Fraassen concludes, "To say that he does not see the same things and events as we do, however, is just silly; it is a pun which trades on the ambiguity between seeing and seeing that."<sup>20</sup>

Even if we concede that there is a theory free level of perception, there is no justification for van Fraassen's claim that the aim of scientific theories is an adequate representation of observable phenomena, where 'observable' is taken as theory free. First of all, science does not deal directly with phenomena, but with descriptions of phenomena. Thus, science always involves observation of the kind *observing that* and not just of the kind *observing*. Secondly, the empirical systems that a theory is supposed to explain are *idealizations* of empirical phenomena, since there is always a selection of relevant features, lots of others being excluded. The features selected indicate, precisely, the perspective of the theory.

Thus, even if there were a non-ostensive way by means of which phenomena can be referred to, which in turn did not involve the world image offered by the cultural schemes and the theories pre-

<sup>17</sup> *Ibid.*, p. 57.

<sup>18</sup> *Ibid.*, p. 14.

<sup>19</sup> *Cf. Ibid.*, p. 15.

<sup>20</sup> *Idem.*

viously accepted, this way would be of no use for scientists: for they always require a theoretical viewpoint both for theory construction and for theory testing. So if theories always deal with already conceptualized phenomena and not with merely "observable" phenomena (in van Fraassen's sense), it can be suggested, against his idea as to what the aim of a theory is, that the aim of theories is rather that of the construction of models that must be fit by descriptions of phenomena.

Now, van Fraassen maintains that theories themselves designate what is observable; but in order to avoid a possible vicious circularity when theory testing is under consideration, he defends the theory free status of what is observable. Van Fraassen has thus to explain how is it possible for a theory T to delimit the field of observable phenomena, its field of application, while at the same time it is said that phenomena are independent of all conceptual frameworks.

It is not clear how van Fraassen's method of reconstruction preserves the idea that the field of observable phenomena is given by the theory itself. In this respect the distinction between two conceptual levels of a theory, defined as a *theoretical* one and a *non-theoretical* one, as characterized by the structuralist conception of theories, is very useful. This distinction leads to a precise characterization of those empirical systems to which the theory is supposed to be applicable. Those systems are conceptualized by means of *non-theoretical* parameters which are nonetheless parameters of the theory. Its *non-theoretical* status just means that the laws of the theory are not necessary for determining their values.<sup>21</sup>

This approach has the advantageous consequence that a non-theoretical concept for a given theory T is not necessarily 'observational', (in whatever way 'observable' is interpreted). The field of applications of a theory is determined by previously accepted theories. At this point I can state another disagreement with van Fraassen, for he considers, for instance, that in classical mechanics all magnitudes that are just space and time functions are "*basic observables*", in his sense of observable, *i.e.* as theory free. But it should be clear that measurement of positions, times, relative distances, accelerations, and so on, presupposes at least a certain geometry as well as certain chronometric procedures.

In order to bring this discussion to an end, I wish to point out

<sup>21</sup> Cf. Moulines 1982, p. 83.



another problem related to intended applications. The kinds of phenomena that a theory intends to cover with its models is not a part of the theory, according to van Fraassen.<sup>22</sup> So, he seems to agree with P. Suppes in that he holds that the structure of an empirical theory is not essentially different from the structure of a mathematical theory. For my part I do believe that intended applications should be seen as parts of a theory. But intended applications must be clearly distinguished from phenomena themselves, and from empirical systems. Intended applications should be seen as conceptual structures (descriptions of phenomena) that are constitutive parts of theories and which the theory intends to subsume as models. This provides a criterion for distinguishing empirical from purely mathematical theories, since the latter do not include this type of model.

To conclude, I would like to stress that van Fraassen's approach is very appealing, particularly since it develops an epistemology for scientific theories which is in total harmony with his method of formal reconstruction. Thus he is an example of how a neat (though disputable) epistemological view can be assumed once the field of discussion has been cleared up.

#### BIBLIOGRAPHY

See the Spanish version of this paper.

<sup>22</sup> *Cf.* van Fraassen 1980, p. 66.