# ON THE QUESTION OF IDENTIFICATION OF A SCIENTIFIC THEORY (A REPLY TO "VAN FRAASSEN'S CONCEPT OF EMPIRICAL THEORY" BY PÉREZ RANSANZ)

BAS C. VAN FRAASSEN
Princeton University

1. From the serious and important questions which have here been raised, about my views on science, I shall select for answer the one which appears to be crucial to any comparison with the structuralist account of theories. I am happy and grateful to have this opportunity, for the question made me realize that I have been talking about scientific theories in two ways, with insufficient attention to how these two ways can be reconciled. For on the one hand, I speak of theories as saying something about what the world is like; and on the other hand, I say that to present a theory is to present a class of models. How could both be correct?

Whatever account we give of scientific theories, a theory must be the sort of thing that *can be* true or false, *i.e.*, it must make sense to ask if it is true or false. I do not imply that it must be true or false (*cf.* "The present king of France is bald") nor that truth (of the theory as a whole, in all respects) is an important feature for science. But theories can be doubted or believed, in part or as a whole, and to say that one doubts or believes a theory is to say that one has a certain attitude to the question whether things are really as the theory says they are. All of this makes sense only if a theory is something that *could* be true or false.

Hence even if a theory is always presented by presenting a class of models (structures), we cannot *identify* the former with the latter, because a class cannot be true or false. Thus the theory must at least include something in addition; *e.g*, a claim or statement about this class.

2. If a theory is not to be a linguistic object, the additional thing cannot be a statement. But that is not a big problem. Propositions can only be expressed or communicated by statements, but because they can be expressed and communicated equally well by many different statements, even in different languages, the propositions are not linguistic objects. The proposition is what is claimed to be true, and not some bit of language that expresses the claim. (I know this sounds Platonist. When I do philosophy of science, I am in the habit of setting aside problems of the philosophy of mathematics as well as of language. That does not imply endorsing Platonism. A Platonist is someone who postulates the reality of whatever we appear to be talking about —is it any wonder then that, if we speak in an ordinary way, we appear to endorse Platonism?) In any case, it seems at this point that a theory must have two constituents, namely a class of models, and a proposition which relates this class of models to reality.

3. Could we say that this additional element is always the same in form, namely: the real world *is* one of these models; or more modestly, there is an isomorphism between the real world and one of the models, with respect to all relations and functions that help to constitute that model? I think the answer is *no* (and not for trivial reasons about unintended correspondences between relations in the world and relations in the model). I want to explain this negative opinion in several ways; but they all have to do with *what the theory is about* ("intended applications"?).

Let me elaborate a little on this first. If a theory consists of two parts, a class of models and a proposition, then a theory can be presented simply by presenting its set of models, only if the following supposition is the case: *what the class of models is, determines also what that proposition* *is*. I shall argue for two conclusions: if we place no restriction on what that class of models can be, then that supposition cannot be maintained. But secondly, we can maintain that supposition if we agree beforehand on a certain appropriate selection of the class of models for each theory.

4. *First reflection.* Ronald Giere always identifies theories in two steps: by means of *the theoretical definition* (of a class of systems), and *the theoretical hypothesis* (the proposition that certain real entities in the world belong to this class of systems, or the weaker proposition that they are approximately the same as certain members of this class). It is clear that in the theoretical hypothesis, certain specific parts of the real world are identified, or at least referred to, and that this can be different for two theories, even if the theoretical definition is the same. The naturalness and obviousness of this characterization of theories should convince us that the second element cannot be determined in general fashion by the first.

5. *Second reflection.* Let us on the other hand consider what this problem woul look like for a formal axiomatic approach. Suppose Newton's mechanics is presented by means of three axioms. Let us suppose that we can find one real thing, E, perhaps very short-lived, and existing in a remote region of space, which satisfies these axioms —say the total force on it is zero. Then *one* model of the theory consists of that real thing E with the actual force on it, etc. We now ask whether this model can be extended into a larger model which (a) is still a model of the theory, and (b) is, or is isomorphic to, the whole world.

When thinking about such extensions, we must not require that the universal quantifier of the original theory range over all entities in the larger model. (Suppose *e.g.* that certain abstract entities are also real; isomorphism requires same cardinality, so either they or corresponding entities would then have to be in the model.) The quantifier must range over —say— *bodies.*

Now we could satisfy the requirement easily by extending our little model to the whole world (of which it is a real part) and interpreting the original queantifier to range over E only!

To stop this, we must be able to distinguish between the theory which says that all bodies form only Newtonian systems, and another theory which says, *e.g.* that planets and stars do, or that E does. In the context of a formal axiomatic approach this would mean, stating the intended range of the quantifier, or the intended application of some predicate which plays only a "dummy" role in the theory (such as "body").

6. *Third reflection.* The theoretical claim presupposes the theoretical definition. But could the latter be stated in such specific form that the former could take a perfectly general form? Suppose I say that any structure is a Newtonian system if and only if the bodies in it, taken together with their accelerations, etc., are such that $A_1, \ldots, A_n$. This definition is stated in English and it would be a perversion to reinterpret "body", "acceleration", etc., in some nonstandard or idiosyncratic sense. Now the theoretical claim could simply be that the world *is* one of these structures (newtonian systems).

*This is the way I like best.* It does *not* amount to an identification of theory *with* the class of structures alone, although the theory is then identifiable *through* the theoretical definition, if we assume that the theoretical claim is of that general form.

7. For the sake of clarity, let me put this in more abstract but precise form. Could we present a theory simply by pre-

senting its class of models? Only if we agree to let this class of models determine a theoretical hypothesis. Therefore we must ask: is there a simple form of hypothesis which would do for all cases? That is, is there a single form H(M), which becomes a proposition when the class M of models is specified, such that every theory is equivalent to one which can be identified with a class M′ of models plus theoretical hypothesis H(M′)? And the answer is *yes* if Giere's format suffices for all theories. For suppose theory T is given by a definition of T-systems plus the hypothesis that all real systems of kind X are T-systems. Then T is equivalent to a theory T′ given as follows: T′-systems are systems of which any part which is a real system of kind X, is a T-system; and the theoretical hypothesis for T′ is that the real world is a T′-system.

8. Let us stop for a moment, finally, to consider the importance of this question. As Ms. Pérez Ransanz emphasized, it is important that an account of scientific theories distinguish them from merely mathematical theories. In the axiomatic approach, a scientific theory was characterized always as an uninterpreted calculus *(i.e.* a purely mathematical theory) plus something else. That something else (for Campbell a dictionary, for Reichenbach a set of coordinative definitions, for Carnap a set of reduction sentences, and so forth) served to relate the mathematical part of the theory to reality. However we proceed, we have a similar task. I have tried to show that we can give an account which implies that a scientific theory, though not identifiable *with,* is still identifiable *through* a class of models, properly conceived.

VERSIÓN ESPAÑOLA

1. De entre todas las preguntas serias e importantes que se han planteado aquí acerca de mis ideas sobre la ciencia, daré respuesta a la que parece ser crucial para una comparación con la concepción estructuralista de las teorías. Me alegra, y lo agradezco, tener esta oportunidad, pues la cuestión me hizo caer en la cuenta de que he estado hablando acerca de las teorías científicas de dos maneras, sin poner suficiente atención en el modo como estas dos maneras pueden conciliarse. Por una parte, afirmo que las teorías dicen algo acerca de cómo es el mundo; y por otra parte, sostengo que exponer una teoría es exponer una clase de modelos. ¿Cómo pueden ser correctas ambas cosas?

En cualquier explicación que demos de las teorías científicas, una teoría tendrá que ser de tal índole que *pueda ser* verdadera o falsa, *i.e.*, debe tener sentido preguntar si es verdadera o falsa. No quiero decir que tenga que ser verdadera o falsa (*cf.* "El actual rey de Francia es calvo") ni que la verdad (de la teoría como un todo, en todo respecto) sea para la ciencia un factor importante. Pero es posible dudar de las teorías o creer en ellas, ya sea en alguna de sus partes o en su totalidad, y decir que uno duda de una teoría o cree en ella es decir que uno tiene cierta actitud respecto de la cuestión de si las cosas son realmente como la teoría dice que son. Todo esto tiene sentido sólo si una teoría es algo que *puede* ser verdadero o falso.

De ahí que aun cuando una teoría se exponga siempre presentando una clase de modelos (estructuras), no podamos *identificar* aquélla con ésta, porque una clase no puede ser verdadera o falsa. Así que la teoría tiene al menos que incluir algo más; por ejemplo, una afirmación o aseveración acerca de esta clase.

2. Si una teoría no debe ser un objeto lingüístico, ese algo más no puede ser una afirmación. Pero ello no constituye mayor problema. Las proposiciones sólo pueden ser expresadas o comunicadas mediante afirmaciones, pero debido a que pueden ser expresadas y comunicadas igualmente bien mediante afirmaciones muy diferentes, incluso en diferentes lenguajes, las proposiciones no son objetos lingüísticos. Lo que se asevera que es verdadero es la proposición, y no un trozo de lenguaje que exprese la aseveración. (Sé que esto suena a platonismo. Cuando hago filosofía de la ciencia, suelo dejar a un lado los problemas de la filosofía de las mate-

máticas y también los de la filosofía del lenguaje. Ello no implica aceptar el platonismo. Un platónico es alguien que postula la realidad de cualquier cosa acerca de la cual hablemos —¿resulta entonces sorprendente que, cuando hablamos de modo ordinario, parezca que aceptamos el platonismo?) En todo caso, al llegar aquí parece que una teoría tiene que tener dos elementos constitutivos, a saber, una clase de modelos y una proposición que relaciona esta clase de modelos con la realidad.

3. ¿Podríamos decir que este elemento adicional tiene siempre la misma forma, a saber: el mundo real *es* uno de estos modelos; o más modestamente, hay un isomorfismo entre el mundo real y uno de los modelos, con respecto a todas las relaciones y funciones que ayudan a constituir ese modelo? Creo que la respuesta es *no* (y no por razones triviales acerca de correspondencias no intencionales entre las relaciones en el mundo y las relaciones en el modelo). Quiero explicar esta opinión negativa de varias maneras; pero todas ellas tienen que ver con *aquello sobre lo cual versa la teoría* (¿"aplicaciones intencionales"?).

Permítaseme primero extenderme un poco acerca de esto. Si una teoría consiste en dos partes, una clase de modelos y una proposición, entonces una teoría puede exponerse simplemente presentando su conjunto de modelos sólo si se cumple la suposición siguiente: *lo que la clase de modelos es, determina también lo que la proposición es.* Defenderé dos conclusiones: si no imponemos restricción alguna respecto de lo que esa clase de modelos pueda ser, entonces aquella suposición no puede mantenerse. Pero en segundo lugar, podemos mantener esa suposición si convenimos de antemano en cierta selección apropiada de la clase de modelos para cada teoría.

4. *Primera reflexión.* Ronald Giere identifica siempre las teorías en dos pasos: mediante *la definición teórica* (de una clase de sistemas) y *la hipótesis teórica* (la proposición de que ciertas entidades reales en el mundo pertenecen a esta clase de sistemas, o la proposición más débil de que son aproximadamente las mismas que ciertos miembros de esta clase). Está claro que en la hipótesis teórica se identifican o por lo menos se mencionan ciertas partes específicas del mundo real, y que esto puede ser diferente para dos teorías, incluso si la definición teórica es la misma. La naturalidad y obviedad de esta caracterización de las teorías debería convencernos

de que el segundo elemento no puede ser determinado de un modo general por el primero.

5. *Segunda reflexión.* Consideremos por otra parte cómo se presentaría este problema en un enfoque axiomático formal. Supongamos que la mecánica de Newton se expone mediante tres axiomas. Supongamos que podemos encontrar una cosa real, E, acaso efímera y existente en una remota región del espacio, que satisface estos axiomas —digamos, que la fuerza total sobre ella es cero. Entonces *un* modelo de la teoría consiste en esa cosa real E con la fuerza actual sobre ella, etcétera. Preguntamos ahora si este modelo puede extenderse a un modelo más amplio que (a) sea todavía un modelo de la teoría, y (b) sea el mundo entero o sea isomórfico con él.

Cuando se piensa en tales extensiones, no tenemos que exigir que el cuantificador universal de la teoría original recorra todas las entidades en el modelo más amplio. (Supóngase, por ejemplo, que ciertas entidades abstractas son también reales; el isomorfismo exige igual cardinalidad, de manera que estas u otras entidades correspondientes tendrían que estar entonces en el modelo.) El cuantificador tiene que recorrer —por ejemplo— *cuerpos.*

Ahora podríamos satisfacer fácilmente la exigencia extendiendo nuestro pequeño modelo al mundo entero (del cual constituye una parte real) e interpretando el cuantificador original ¡de tal manera que únicamente recorra E!

Para detener esto, tenemos que poder distinguir entre la teoría que dice que todos los cuerpos forman únicamente sistemas newtonianos y otra teoría que dijera, por ejemplo, que los planetas y las estrellas los forman o que E lo forma. En el contexto de un enfoque axiomático formal esto significaría fijar el recorrido intencional del cuantificador o la aplicación intencional de un predicado que desempeñara sólo un papel "ficticio" en la teoría (como "cuerpo").

6. *Tercera reflexión.* La aseveración teórica presupone la definición teórica. Pero, ¿podría esta última formularse específicamente de manera que la primera pudiera tomar una forma perfectamente general? Supongamos que digo que una estructura es un sistema newtoniano si y sólo si los cuerpos en ella, junto con sus aceleraciones, etcétera, son tales que $A_1, \ldots, A_n$. Esta definición está formulada en español y sería una perversión reinterpretar "cuerpo",

"aceleración", etcétera, en algún sentido no estándar o idiosincrásico. Ahora la aseveración teórica podría ser simplemente que el mundo *es* una de estas estructuras (sistemas newtonianos).

*Ésta es la vía que prefiero.* Ella *no equivale* a identificar la teoría *con* la clase de estructuras sola, a pesar de que la teoría es identificable entonces *a través de* la definición teórica, si asumimos que la aseveración teórica tiene esa forma general.

7. En aras de la claridad, permítaseme plantear esto de un modo más abstracto, aunque preciso. ¿Podríamos exponer una teoría presentando simplemente su clase de modelos? Solamente si convenimos en permitir que esta clase de modelos determine una hipótesis teórica. Por lo tanto, debemos preguntar: ¿hay una forma simple de hipótesis que funcionaría en todos los casos? Esto es, ¿hay una forma única H(M), que se convierte en una proposición cuando la clase M de modelos se especifica, tal que toda teoría sea equivalente a otra que pueda identificarse con una clase M′ de modelos más la hipótesis teórica H(M′)? Y la respuesta es *sí* si el esquema de Giere basta para toda teoría. Pues supongamos que la teoría T se da mediante una definición de sistemas-T más la hipótesis de que todos los sistemas reales de tipo X son sistemas-T. Entonces T es equivalente a una teoría T′ dada como sigue: los sistemas-T′ son sistemas tales que cualquiera de sus partes que sea un sistema real de tipo X es un sistema-T; y la hipótesis teórica para T′ es que el mundo real es un sistema-T′.

8. Detengámonos un momento, finalmente, a considerar la importancia de esta cuestión. Como la maestra Pérez Ransanz enfatiza, es importante que una explicación de las teorías científicas las distinga de teorías meramente matemáticas. En el enfoque axiomático, una teoría científica se caracterizó siempre como un cálculo no interpretado (*i.e.* una teoría puramente matemática) más alguna otra cosa. Esa otra cosa (para Campbell un diccionario, para Reichenbach un conjunto de definiciones coordinativas, para Carnap un conjunto de enunciados reductivos, etcétera) servía para relacionar la parte matemática de la teoría con la realidad. De cualquier modo que procedamos, tenemos una tarea similar. He tratado de mostrar que podemos dar una explicación que implica que aunque una teoría científica no es identificable *con* una clase de modelos, sí es, sin embargo, identificable *a través de* ella, concebida propiamente.